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

AGRADECIMIENTOS - *AGRAÏMENTS*

Aunque suene un poco a tópico, debo manifestar que no hubiese sido capaz de realizar esta tesis doctoral sin contar con una serie de personas a las cuales deseo agradecer la ayuda, la colaboración, el apoyo y el tiempo que me han dedicado.

Encara que soni a tòpic, he de manifestar que no hagués estat capaç de realitzar aquesta tesi doctoral sense comptar amb una sèrie de persones a les quals desitjo agrair l'ajuda, la col·laboració, el recolzament i el temps que m'han dedicat.

Montse, sin duda la que más ha "sufrido" este trabajo, el cual me ha apartado de ella muchas horas que ha sabido tolerar y aguantar con gran serenidad. Su apoyo constante ha sido vital para poder llegar a este punto.

Montse, sense cap mena de dubte es la que més ha "patit" aquest treball, el qual m'ha apartat d'ella moltes hores que ha sabut tolerar i aguantar amb gran serenitat. El seu recolzament constant ha estat vital per poder arribar a aquest punt.

Mariona y Núria, su juventud les impide ser conscientes de lo que su padre ha estado haciendo, pero no pueden ni imaginarse el apoyo que me han prestado con tan sólo su presencia y revoloteando en medio de montones de papeles y libros.

Mariona i Núria, la seva joventut els impedeix ser conscients del que el seu pare ha estat fent, no obstant no poden ni imaginar-se l'ajut que m'han donat amb tant sols la seva presència i "pul·lulant" entre els munts de papers i llibres.

Mi padre y mi madre me han apoyado constantemente, incluso cuando inicialmente no acababan de comprender la decisión de reorientar mi carrera profesional.

El meu pare i la meva mare m'han recolzat constantment, fins i tot quan inicialment no acabaven de comprendre la decisió de re-orientar la meva carrera professional.

Jesús, más que un director de tesis se ha convertido en un amigo y compañero para toda la vida. Su visión, entre la técnica, las humanidades y la historia, es difícil de encontrar y altamente enriquecedora.

Jesús, més que un director de tesi s'ha convertit en un amic i company per tota la vida. La seva visió, entre la tècnica, les humanitats i la història, és difícil de trobar i altament enriquidora.

Josep Maria Pujol me ha brindado la oportunidad de realizar la tesis doctoral e iniciar así mi carrera universitaria profesional, que era mi sueño y ambición.

Josep Maria Pujol m'ha brindat la oportunitat de realitzar la tesi doctoral i iniciar així la meva carrera universitària professional, que era el meu somni i ambició.

Ferran, compañero de trabajos de investigación y muchas otras actividades. Con compañeros de este estilo resulta fácil emprender grandes propósitos.

Ferran, company de treballs d'investigació i moltes altres activitats. Amb companys així es fàcil emprendre grans propòsits.

Marta, Carles, Montse, Jaume, Josep Mª, Carme, David, Jordi y resto de miembros del grupo de investigación GRIHO, con los que he colaborado en multitud de proyectos, muchos de los cuales están reflejados en este documento.

Marta, Carles, Montse, *Jaume, Josep Mª, Carme, David, Jordi i la resta de membres del grup d'investigació GRIHO, amb els que he col·laborat en multitud de projectes, molts dels quals estan reflectits en aquest document.*

RESUMEN

Esta tesis presenta un marco de desarrollo de sistemas interactivos que integra los procesos y métodos de la Ingeniería del Software con las bases de la Ingeniería de la Usabilidad, el conocimiento de la Interacción Persona-Ordenador y las bases actuales del desarrollo de aplicaciones Accesibles. Marco que ha sido validado mediante un extenso trabajo experimental basado en casos reales con el objetivo de ofrecer una metodología concisa para que los equipos de desarrollo multidisciplinares sean capaces de implementar sistemas usables y accesibles para todas las personas.

La investigación, que se enmarca principalmente en el contexto de la disciplina conocida con el nombre de Interacción Persona-Ordenador, nace con el espíritu de analizar todos los detalles del proceso comunicativo que se establece cuando una persona interactúa con un sistema interactivo y, a partir de este análisis, ser capaces de conseguir que estas personas perciban el proceso como una experiencia completamente satisfactoria. La vertiente humana de la tecnología, a pesar de ser la menos considerada, es la más importante, pues no olvidemos que en un mundo cada vez más individualizado y más dependiente de esta tecnología, el objetivo principal y único es que ésta sea de utilidad para satisfacer las necesidades de las personas.

En este contexto, la tesis se inicia a partir del conocimiento científico existente para aprender y entender que el estado actual de las prácticas científico-profesionales directamente relacionadas con el desarrollo de sistemas interactivos necesita una reorientación: El desarrollo tradicional marcado por los aspectos meramente tecnológicos debe ceder el primer nivel de importancia a los aspectos humanos y dejar que sean estos el referente principal. De esta forma, serán los usuarios, en su condición de personas que utilizan los sistemas interactivos con la finalidad de conseguir determinadas tareas, y no los técnicos informáticos y/o los diseñadores, quienes decidirán cuando un sistema es fácil de utilizar o no lo es, lo cual establece, en definitiva, la calidad percibida de dichos sistemas.

Una de las premisas básicas de este trabajo es que los equipos de desarrollo de los sistemas interactivos ya no están solamente compuestos por ingenieros software y programadores. Ahora los equipos son, o necesitan ser, interdisciplinarios y, por tanto, el método debe ser comprensible por un conjunto mucho más amplio de investigadores de ámbitos tan diversos como la sociología, la psicología, etc. Así pues, en la tesis se exploran los pormenores de las relaciones que se establecen entre tal diversidad de personas y la diferente implicación de cada una de ellas cuando están inmersas en un proceso de producción de sistemas interactivos. La metodología resultante ofrece el marco de desarrollo formalizado que los equipos

multidisciplinares necesitan para poder desarrollar verdaderos sistemas interactivos centrados en los usuarios.

La investigación, realizada en el entorno de un grupo de investigación universitario, no se ha limitado solamente a explorar dicho conocimiento, sino que durante la misma se ha realizado un extenso estudio de campo aplicado a más de veinticinco casos reales de índole muy diversa y variada que establecen la base experimental del trabajo aquí presentado.

El estudio, además del propio desarrollo de la metodología, se complementa con una aportación novedosa en el terreno de las métricas de la usabilidad de los sistemas interactivos que trata de ponderar los resultados a partir del procedimiento utilizado para su desarrollo. Este enfoque, descrito en la parte final del documento, abre una nueva vía de investigación con nuevas posibilidades en un ámbito que no por falta de interés ni de necesidad parecía estar un poco desatendido debido a una escasez de nuevas ideas.

Finalmente, cabe remarcar que la presentación y publicación de los resultados que este trabajo experimental ha ido generando en diversos congresos y publicaciones nacionales e internacionales de la temática relacionada avalan el interés y la veracidad de los resultados obtenidos.

RESUM

Aquesta tesi presenta un marc de desenvolupament de sistemes interactius que integra els processos i mètodes de l'Enginyeria del Software amb els fonaments de l'Enginyeria de la Usabilitat, el coneixement de la Interacció Persona–Ordinador i les bases actuals del desenvolupament d'aplicacions Accessibles. Marc que s'ha validat mitjançant un extens treball experimental basat en casos reals amb l'objectiu d'oferir una metodologia concisa per a que els equips de desenvolupament multidisciplinaris siguin capaços d'implementar sistemes usables i accessibles per a totes les persones.

La investigació, que s'emmarca principalment en el context de la disciplina coneguda amb el nom d'Interacció Persona–Ordinador, naix amb l'esperit d'analitzar tots els detalls del procés comunicatiu que s'estableix quan una persona interactua amb un sistema interactiu, i, a partir d'aquesta anàlisi, ser capaços d'aconseguir que aquestes persones percebin el procés com una experiència completament satisfactòria. La vesant humana de la tecnologia, a pesar de ser la menys considerada, és la més important, doncs no podem oblidar que en un món cada cop més individualitzat i més depenent d'aquesta tecnologia, l'objectiu principal i únic és que aquesta tecnologia sigui d'utilitat per satisfer les necessitats de les persones.

En aquest context la tesi s'inicia a partir del coneixement científic existent per aprendre i entendre que l'estat actual de les pràctiques científiques i professionals directament relacionades amb el desenvolupament de sistemes interactius necessita una reorientació: el desenvolupament tradicional marcat pels aspectes merament tecnològics ha de cedir el primer pla d'importància als aspectes humans i deixar que siguin aquests el referent principal. D'aquesta manera seran els usuaris, en condició de persones que utilitzen els sistemes interactius amb la finalitat d'aconseguir tasques determinades, i no els tècnics informàtics i/o els dissenyadors qui decidiran quan un sistema és o no és fàcil d'utilitzar; fet que en definitiva estableix la qualitat percebuda dels esmentats sistemes.

Una de las premisses bàsiques d'aquest treball és que els equips de desenvolupament dels sistemes interactius ja no estan formats tant sols per enginyers software i programadors. Ara els equips són, o necessiten ser, interdisciplinaris i, per tant, el mètode ha de ser comprensible per un conjunt molt més ampli d'investigadors d'àmbits tan diversos com la sociologia, la psicologia, etc. Així doncs, en la tesi s'exploren els detalls de les relacions que s'estableixen entre tal diversitat de persones i la diferent implicació de cadascuna d'elles quan estan immerses en un procés de producció de sistemes interactius. La metodologia resultant ofereix el marc de desenvolupament formalitzat que els equips multidisciplinaris necessiten per poder desenvolupar verdaders sistemes interactius centrats en els usuaris.

La investigació, realitzada en l'entorn d'un grup d'investigació universitari, no s'ha limitat solament a explorar el coneixement esmentat sinó que durant la mateixa s'ha realitzat un extens estudi de camp aplicat a més de vint-i-cinc casos reals d'índole molt diversa i variada que estableixen la base experimental del treball aquí presentat.

L'estudi, a més del propi desenvolupament de la metodologia, es complementa amb una aportació innovadora en el terreny de les mètriques de la usabilitat dels sistemes interactius que mira de ponderar els resultats a partir del procediment utilitzat pel seu desenvolupament. Aquest manera d'enfocar-ho, descrit en la part final del document, enceta una nova via de recerca amb noves possibilitats en un àmbit que no per falta d'interès ni de necessitat semblava estar una mica desatès degut a una manca de noves idees.

Finalment cal remarcar que la presentació i publicació dels resultats que aquest treball experimental ha anant generant en diversos congressos i publicacions nacionals i internacionals de la temàtica relacionada avalen l'interès i la veracitat dels resultats obtinguts.

ABSTRACT

This thesis presents an interactive systems development framework that integrates the processes and methods of Software Engineering with the basis of Usability Engineering, Human-Computer–Interaction knowledge and the current basis for developing Accessible applications. A framework that has been validated by means of extensive experimental work based on real cases. The objective is to offer a concise methodology to the multidisciplinary development teams that enables them to implement usable and accessible systems for everyone.

The research, mainly framed in the Human–Computer Interaction context, was born with the spirit to analyze all the details of the communicative process that is established when a person interacts with an interactive system. From this analysis it is possible to achieve the perception of a completely satisfactory experience for the user. The human side of technology, in spite of being less considered, is the most important; we should not forget that in a world more and more individualized and technology-dependant, the one and primary goal is that this technology is of use in satisfying the needs of the people.

In this context the thesis starts with the existing scientific knowledge in order to learn and to understand that the present state of the scientist-professional practices directly related to the development of interactive systems needs reorientation. The traditional technological-oriented development must yield the first level of importance to the human aspects, allowing them to be the main reference point. In this way it will be the people who use the interactive systems with the purpose of performing concrete tasks, and not the computer science technicians and/or designers who will decide when a system is or is not easy to use. It is this that will then establish the perceived quality of these systems.

One of the basic premises of this work is that the interactive systems development teams are no longer only made up of software engineers and programmers. Now the teams are, or need to be, interdisciplinary and, therefore, the method to follow must be comprehensible by a much wider range of people of diverse scopes such as sociology, psychology, etc. Thus, in the thesis the details are explored of the relationships that are established between such diversity of people and the different implication from each one of them when they are immersed in a process of production of interactive systems. The resulting methodology offers the formalized development framework that the multidisciplinary teams need to be able to develop true interactive systems centred on the users.

The research, carried out in the context of a university research group, has not been only limited to explore this knowledge. During the research an extensive field study

has been carried out that has been applied to more than twenty-five very diverse and varied real cases, enabling the experimental base of the work here presented.

The study, in addition to the development of the methodology, is complemented by a novel contribution to the usability metrics field that tries to weigh the results from the procedure used for its development. This approach, described in the final part of the document, opens a new research line with new possibilities in a scope that did not seem to be (from lack of interest, not necessity) a little neglected due to a shortage of new ideas.

Finally, it is possible to highlight the fact that the presentation and publication of the results in national and international related conferences, generated by this experimental work, guarantee the interest and the veracity of the obtained results.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN *1*

1.1. Motivación **1**

1.2. Objetivos **3**

1.3. Solución propuesta **4**

1.4. Principales aportaciones **5**

1.5. Casos estudiados como validación experimental **6**

1.6. Clasificación de la tesis **15**

1.7. Estructura del documento **17**

TRABAJO RELACIONADO *19*

2.1. Ingeniería de la Usabilidad **20**

2.1.1. Modelos de la IU existentes 20

2.1.1.1. NIELSEN (1993) 20

2.1.1.2. El modelo DUTCH 21

2.1.1.3. El ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad 24

2.1.1.4. Desarrollo basado en escenarios 25

2.1.1.5. Modelo de Proceso de Usabilidad Pervasiva 28

2.1.2. Diferencia entre Ingeniería de la Usabilidad y la Evaluación de la Usabilidad 28

2.2. Ingeniería del Software **29**

2.2.1. Definiciones de Ingeniería del Software 29

2.2.2. Modelos de Proceso de la Ingeniería del Software 30

2.2.2.1. Modelo lineal o modelo en cascada 31

2.2.2.2. Modelo de desarrollo evolutivo en espiral 33

2.2.2.3. Modelo de desarrollo evolutivo WinWin 34

2.2.3. La calidad del software 36

2.2.4. Actividades de Protección 37

2.2.4.1. Gestión de la Configuración (GC) 38

2.2.4.2. Garantía de la Calidad del Software (GCS) 40

2.2.4.3. Gestión del Riesgo (GR) 42

2.3. El paradigma web **44**

2.3.1. Algunas características de los sitios web 45

2.3.2. La Arquitectura de la Información 45

2.3.2.1. Concepto 46

2.3.2.2. Elementos básicos de la Arquitectura de la Información 46

2.3.2.3. La Arquitectura de la Información como disciplina 48

2.4. Ingeniería de Requisitos **49**

2.4.1. Requisitos, ¿qué son? 49

2.4.2. Importancia de los requisitos 50

2.4.3. Personas, comunicación y requisitos 51

2.4.4. El análisis de los requisitos como disciplina de ingeniería 51

2.4.4.1. Modelos de Proceso de la Ingeniería de Requisitos ... 52
2.4.4.2. Documentar el Análisis de Requisitos ... 58

2.5. Accesibilidad ... 59
2.5.1. Iniciativa eEurope: Una Sociedad de Información para todos ... 61

2.6. Estándares ISO relacionados ... 62

LA INTERFAZ DE USUARIO ... 65

3.1. El usuario ... 66

3.2. El concepto de interfaz ... 66

3.3. La interfaz de los sistemas interactivos ... 67
3.3.1. ¿Por qué es tan importante estudiar la interfaz de usuario? ... 68

3.4. La Interacción Persona-Ordenador ... 69
3.4.1. Principal tema de la IPO ... 70
3.4.2. La interdisciplinariedad de la IPO ... 71

3.5. Diseño Centrado en el Usuario (DCU) ... 72
3.5.1. Principios del Diseño Centrado en el Usuario ... 74
3.5.2. ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems ... 74
3.5.3. Diseño Contextual ... 75
3.5.4. No confundir DCU con Diseño Centrado en el Uso ... 77
3.5.5. Diseño de Sistemas Centrados en los Usuarios vs Diseño de Sistemas Dirigidos por la Tecnología ... 78

3.6. El factor humano ... 79
3.6.1. Sensación y percepción ... 80
3.6.1.1. Sensación: los canales de entrada ... 81
3.6.1.2. Percepción ... 83
3.6.2. La memoria ... 87
3.6.2.1. La memoria sensorial ... 88
3.6.2.2. La Memoria Operativa ... 89
3.6.2.3. La Memoria a Largo Plazo ... 90
3.6.3. Representación del conocimiento ... 90
3.6.3.1. Modelos mentales ... 91

3.7. Usabilidad y accesibilidad ... 93
3.7.1. Usabilidad ... 94
3.7.1.1. Definición ... 96
3.7.1.2. Importancia de la usabilidad ... 98
3.7.1.3. Beneficios de la usabilidad ... 99
3.7.1.4. Atributos de la usabilidad ... 104
3.7.1.5. Atributo de calidad del software ... 109
3.7.1.6. La usabilidad en la web ... 110
3.7.1.7. ¿En qué momento se debe considerar la usabilidad? ... 113
3.7.2. Accesibilidad ... 113
3.7.2.1. Accesibilidad de las interfaces ... 115
3.7.2.2. Una necesidad general ... 118
3.7.2.3. Motivos para diseñar de forma accesible ... 121
3.7.2.4. La accesibilidad en Internet ... 123
3.7.3. Guías de accesibilidad para los sistemas interactivos ... 124
3.7.4. No es lo mismo accesibilidad que usabilidad ... 124

3.8. Reflexión ... 126

EQUIPOS DE DESARROLLO MULTIDISCIPLINARES 127

4.1. Introducción 127

4.2. Necesidad de equipos multidisciplinares 128

4.3. Principales disciplinas de los equipos de desarrollo 132
4.3.1. Etnografía y sociología 133
4.3.2. Psicología 134
4.3.3. Ergonomía 135
4.3.4. Diseño gráfico 136
4.3.5. Programación 140
4.3.6. Ingeniería de Software 141
4.3.7. Inteligencia Artificial 142
4.3.8. Documentación 143

4.4. ¿Realmente se consigue formar equipos multidisciplinares? 146

4.5. La comunicación entre personas de disciplinas distintas en un mismo grupo con objetivos comunes 146

4.6. Agradecimientos especiales 147

MODELO DE PROCESO DE LA INGENIERIA DE LA USABILIDAD Y DE LA ACCESIBILIDAD (MPIu+a) 149

5.1. Introducción 149

5.2. ¿Por qué un nuevo modelo de proceso? 149

5.3. Visión general 153
5.3.1. La base experimental del modelo 153
5.3.2. Integración con la Ingeniería del Software 155

5.4. Esquema del MPIu+a 159

5.5. Características 160

5.6. Fases 164
5.6.1. Prototipado 165
5.6.1.1. ¿Qué es un prototipo? 166
5.6.1.2. Categorías de técnicas de prototipado 166
5.6.1.3. Dimensiones del prototipado 168
5.6.1.4. Prototipado contextual 169
5.6.1.5. Técnicas de prototipado 169
5.6.1.6. Escogiendo entre las alternativas 204
5.6.2. Evaluación 207
5.6.2.1. Objetivos de la evaluación 208
5.6.2.2. ¿Dónde se realizan las evaluaciones? 209
5.6.2.3. Clasificación 212
5.6.2.4. Plan de evaluación 216
5.6.2.5. Métodos de Evaluación de la Usabilidad 217
5.6.2.6. Métricas de Usabilidad 252
5.6.2.7. Métodos de Evaluación de la Accesibilidad 254
5.6.2.8. Documentar la evaluación 258
5.6.3. Análisis de Requisitos 260
5.6.3.1. Análisis 260
5.6.3.2. La Recogida de Requisitos en el modelo de proceso 262

5.6.4. Diseño… 282
5.6.4.1. Objetivos 283
5.6.4.2. Relación con los factores humanos 284
5.6.4.3. Modelo mental y modelo conceptual 288
5.6.4.4. Actividades del modelo de proceso en la fase de diseño 291
5.6.5. Implementación 309
5.6.5.1. Codificación 310
5.6.5.2. Accesibilidad 311
5.6.6. Lanzamiento 313

5.7. El MPIu+a en el entorno web 315
5.7.1. Análisis de Requisitos 315
5.7.1.1. Estudio de la audiencia y de la plataforma 315
5.7.1.2. Diseño para la diversidad 316
5.7.1.3. Necesidades de los usuarios 318
5.7.1.4. Evaluación en la fase de requisitos 321
5.7.2. Diseño… 321
5.7.2.1. Estudio de los modelos de navegación 322
5.7.2.2. La página de Inicio 322
5.7.2.3. La navegación 324
5.7.2.4. La Arquitectura de la Información 324
5.7.3. Implementación 327
5.7.4. Lanzamiento 330

5.8. Metodología de validación del MPIu+a 331
5.8.1. Actividades de protección y de planificación 332
5.8.2. HT-GC. La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración 333
5.8.3. La documentación 335
5.8.4. Proyectos reales para validar y modificar el modelo de proceso 337

5.9. El Esfuerzo de Usabilidad (EU) 338
5.9.1. Medición actual de la usabilidad. Principales problemas 339
5.9.2. Base metodológica para una nueva propuesta para medir la usabilidad 341
5.9.3. Nueva métrica para la usabilidad: Esfuerzo de Usabilidad 341
5.9.3.1. Definición 342
5.9.3.2. Obtención 342
5.9.4. El futuro del Esfuerzo de Usabilidad 358

5.10. Conclusiones del capítulo 359

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO 363

6.1. Conclusiones 363

6.2. Trabajo futuro 366

ANEXO ACCESIBILIDAD 375

Legislación sobre Accesibilidad para la Sociedad de la Información 375
Norma UNE EX 139802 375
Info XXI 375
Declaración de Madrid 376
LEY 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la Sociedad de la Información y de comercio electrónico (LSSICE) 376
I Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012 376
Estado del arte a nivel internacional 377

ANEXO Proyectos Validados *379*

Vilars Realidad Aumentada **379**
Introducción 379
¿De dónde surge la idea de este proyecto? 380
Cómo se ha aplicado el MPIu+a para el desarrollo de este proyecto 381

Web del Centre Excursionista de Lleida **395**
Introducción 395
Cómo se ha aplicado el MPIu+a para el desarrollo de este proyecto 396

Entorno de Recepción Ubicuo **413**
Introducción 413
Problema 414
Descripción del sistema interactivo 414
Aplicación del MPIu+a para la implementación de este proyecto 415

Proyecto del sitio web culturanocturna.com **429**
Introducción 429
El proyecto 430
Aplicación del MPIu+a para la implementación de este proyecto 431

ANEXO Cálculo del EU en algunos de los casos reales referenciados *465*

REFERENCIAS *483*

C a p í t u l o 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

Hace poco me comentaba un compañero agricultor de poco más de 40 años con un nivel cultural y de estudios más bien alto que había desistido de comprar un nuevo modelo de tractor para trabajar la tierra porque "incorporaba tanta tecnología que se veía incapaz de utilizarlo". Aunque el tractor estaba dotado de novedades tecnologías que probablemente le facilitarían su día a día, no estaba adaptado a la manera de proceder, de pensar y de actuar de un campesino, así que mi compañero temió que el nuevo tractor requeriría tanto esfuerzo y dedicación en aspectos ajenos a su verdadero trabajo que le impedirían concentrarse en lo que realmente le interesaba.

Este ejemplo, nada habitual como introducción de un trabajo de tesis doctoral, reproduce un escenario frecuente en la sociedad actual y en el que los profesionales de las tecnologías de la información tenemos gran parte de culpa de que así sea. El ejemplo pretende hacer reflexionar sobre el aspecto más humano (y más olvidado) de la tecnología en la que estamos cada vez más inmersos. Diariamente el espectro tecnológico que las personas tenemos a nuestra disposición se amplia, lo que en muchas ocasiones, como le pasaba a mi compañero, más que ayudarnos nos desorienta.

Este avance tecnológico es necesario y prácticamente imparable, está presente en todas partes, disponible en una amplia gama de posibilidades, formas, colores y tamaños, y si no tenemos presente que su finalidad primera no es otra que ser "útil para todas las personas" fomentaremos la temida barrera digital que separará a las personas en dos grupos cada vez más distanciados, los que tienen acceso a la tecnología de la información y los que no la tienen. La tecnología no sólo debe medirse en términos de rentabilidad económica, sino que debe fomentar una justicia social como medio integrador de personas, razas, culturas y creencias sin distinción.

Así pues, el motivo principal del trabajo se centra en proponer una manera metodológica e ingenieril para aquellos equipos de desarrollo de sistemas software tan preocupados por los aspectos tecnológicos como por los aspectos humanos de las personas que utilizarán sus implementaciones.

Para comprender perfectamente el enfoque de este trabajo será significativo conocer que el mismo se ha realizado en el entorno del grupo multidisciplinar de investigación

universitario GRIHO (*Grup de Recerca en Interacció Home-Ordinador* o *Grupo de Investigación en Interacción Persona-Ordenador*[1]) de la Universitat de Lleida (UdL) relacionado con la tecnología informática dónde los aspectos humanos ocupan una posición destacada en la filosofía de los desarrollos e investigaciones que se realizan.

En este equipo de investigación confluimos personas formadas en especialidades tan diversas como son la ingeniería del software, el diseño gráfico, la psicología, las ciencias de la educación, las ciencias económicas y empresariales, la comunicación audiovisual, la arqueología, la historia, etc. involucrados todos en proyectos de desarrollo de aplicaciones interactivas de características muy diferentes.

La mayoría de los proyectos aludidos se realizan para empresas y entidades de nuestro entorno social más próximo, lo que nos pone en contacto directo con usuarios e implicados reales así como con partidas presupuestarias y temporales perfectamente definidas y ajustadas.

Si además, como se ha mencionado, tenemos presente que estos proyectos se desarrollan en un contexto universitario estamos contribuyendo con las funciones principales de la comunidad universitaria: Investigar y establecer un servicio científico, técnico, cultural y de transferencia de conocimientos a la sociedad.

Por otra parte, haber dedicado casi toda mi vida profesional al desarrollo de proyectos en entornos industriales diversos (donde el componente interactivo de los mismos era la más importante) me proporciona una visión muy práctica y concisa sobre cómo los equipos compuestos única y exclusivamente por ingenieros y programadores software abordan el desarrollo de sofisticados sistemas con un elevado nivel técnico y, factor aun más importante, de mi visión particular de cómo deberían realizarse.

Constato, por tanto, que existe una desconexión entre estos profesionales y el resto de personas que pueden contribuir positivamente al proceso.

Encontramos, además, otro sector de profesionales con perfil de diseñador que abordan la problemática desde puntos de vista totalmente diferentes afrontando tan sólo los aspectos puramente estéticos del sistema (las pantallas que el usuario percibe), aunque ello cree otro nivel de desconexión entre ellos y los implementadores finales del sistema.

Toda esta situación proporciona una visión panorámica del desarrollo de aplicaciones interactivas completa en las que es necesario, y muy positivo, contar con la múltiple visión de estos equipos multidisciplinares para conseguir proporcionar a otras personas dispositivos a los que puedan acceder para interactuar lo más fácil y eficientemente posible.

[1] Estos términos serán ampliamente tratados a lo largo del documento.

La perspectiva actual, tanto nacional como internacional, constata un paralelismo entre la predominancia de las metodologías de la Ingeniería Software para el desarrollo de sistemas interactivos y la emergencia de un interés cada vez más creciente para que éstos sean fáciles de utilizar y accesibles para todas las personas. La misma perspectiva también confirma la carencia de componentes integradoras de las metodologías de desarrollo utilizadas con las técnicas que permiten conseguir los objetivos mencionados. En este sentido, se observan iniciativas lideradas por grupos de investigación, tanto desde la vertiente de la Ingeniería del Software como desde la Interacción Persona-Ordenador cuya finalidad principal es conseguir un marco común a partir del conocimiento de cada parte implicada.

De esta misma línea de trabajo nace uno de los puntales básicos de esta tesis, a la que se une la experiencia acumulada en el desarrollo de soluciones interactivas para investigar cómo es posible encontrar este acercamiento de posiciones para proporcionar una alternativa que facilite la interrelación interdisciplinar que permita llegar al objetivo deseado.

La propuesta presentada en este trabajo de investigación, a diferencia de otras, no está basada en modelos teóricos que posteriormente se tratan de validar con algún caso más o menos real, sino que surge como resultado de analizar un elevado número de casos reales implementados en los que se han reflejado los diferentes puntos de vista de todos los miembros del equipo. Con ello queremos remarcar que la solución adoptada no necesita de una validación *a posteriori*, puesto que, contrariamente a éstas otras, nace a partir de validaciones ya implementadas: El propio desarrollo de la metodología incorpora su propia validación.

1.2. Objetivos

Tal y como se ha introducido anteriormente, el objetivo principal de la investigación que da lugar a esta tesis doctoral reside en proponer y validar una metodología de desarrollo de aplicaciones interactivas basada en métodos de ingeniería que, integrando aportaciones de una variedad disciplinar efectiva, facilite el desarrollo de sistemas software de manera que los parámetros relacionados con la facilidad de uso y con la accesibilidad de dichos sistemas adquieren un papel predominante, incluso por encima de los aspectos derivados de la propia tecnología.

Entre los objetivos principales cabe destacar también la voluntad de ofrecer un abanico lo más extenso posible de casos reales que demuestren que el conocimiento adquirido se ha testado en multitud de situaciones diversas. Este abanico de casos debe servir, además de para validar la metodología, para probar algunas de las técnicas de las que sólo se tienen referencias teóricas y pocas o ninguna de práctica.

En este contexto, si bien el paradigma predominante de interacción sigue siendo el de un usuario sentado frente al ordenador de su mesa de trabajo —modelo conocido

como el paradigma de la sobremesa—, el método o forma de trabajar propuesto sigue siendo válido para paradigmas emergentes tales como la computación ubicua y la realidad aumentada.

También son objetivos de la investigación proponer un nuevo enfoque de las métricas de usabilidad que relacione el procedimiento con los resultados obtenidos y desarrollar una herramienta software de desarrollo cuya principal funcional es la gestión de proyectos de desarrollo de sistemas interactivos siguiendo el modelo de proceso propuesto. Con ello se pretende ofrecer un soporte logístico a aquellos equipos de desarrollo interesados en implementar sistemas siguiendo nuestra propuesta a la vez que disponer de una herramienta de soporte para las investigaciones futuras que de esta tesis se deriven.

1.3. Solución propuesta

Partiendo del conocimiento, el estudio y la comprensión de los modelos existentes, de la literatura científica relacionada y de experiencias empresariales reales, se propone un modelo de diseño y desarrollo de sistemas interactivos centrado en los usuarios al que hemos denominado "Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad, MPIu+a".

Este modelo de proceso, que se fundamenta en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) y también en las Ingenierías del Software y de la Usabilidad, proporciona la manera de proceder organizada y formalizada para conseguir usabilidad y accesibilidad en el diseño de interfaces de usuario durante el desarrollo de un sistema interactivo, tratándose de una materia que surge, como consecuencia de la multidisciplinariedad de la propia IPO, que tiene sus raíces en otras disciplinas básicas (psicología cognitiva, psicología experimental, etnografía, diseño gráfico, etc.).

El modelo presentado dispone de un esquema propio que le identifica y que ubica además cualquier actividad que se esté realizando en dicho esquema.

La independencia tecnológica, la posibilidad de aplicación a cualquier tipología de sistema interactivo, la adaptación a los diferentes modelos mentales que confluyen en un equipo multidisciplinar, la simplicidad, la iteratividad, la integración de metodologías y formalismos de la Ingeniería del Software, la integración por primera vez de los fundamentos de la accesibilidad y la consistencia con los estándares vigentes constituyen las principales características del modelo MPIu+a presentado.

En el Capítulo 5 se despliega totalmente la explicación de dicho modelo adjuntando un elevado número de ejemplos procedentes de su aplicación a algunos desarrollos realizados durante el periodo de investigación que ha dado como fruto la presente tesis.

La solución presentada viene acompañada de una nueva manera de concebir las métricas que permiten conocer el grado de usabilidad de los sistemas interactivos desarrollados a partir del modelo propuesto y por un capítulo dedicado al papel y la contribución de las diferentes disciplinas que la IPO intervienen en un desarrollo de sistemas software y la particular visión de cada una de ellas del modelo de proceso presentado.

1.4. Principales aportaciones

En un contexto de desarrollo de aplicaciones software de sistemas interactivos en los que los usuarios finales focalizan la atención de dichos desarrollos las principales aportaciones con las que este trabajo de investigación contribuye pueden resumirse en la siguiente relación:

- Esta tesis presenta un *elevado número de casos reales resueltos* durante el desarrollo de los cuales constantemente se han realizado pruebas sistemáticas de todos los componentes del modelo con la finalidad de disponer un extenso estudio de campo que permita validar experimentalmente la metodología propuesta. En este sentido, podemos afirmar que se trata de una de las tesis del ámbito de la Interacción Persona-Ordenador que aportan mayor sustento práctico para validar su aportación teórica.
- Una *aproximación metodológica en clara sintonía con los trabajos más actuales a escala internacional para integrar la Ingeniería del Software con la Ingeniería de la Usabilidad y la Interacción Persona-Ordenador* completando dicha integración con la *incorporación de* aspectos relativos a *la accesibilidad* de los sistemas desarrollados. Esta aproximación metodológica denominada *Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad, MPIu+a*, constituye el núcleo central de la tesis.
- *Aplicación de todas las técnicas* existentes de la disciplina *de Interacción Persona-Ordenador* para, además de conocerlas, experimentar con su efectividad en las diferentes situaciones en las que se utilizan durante los mencionados desarrollos.
- En relación con el punto anterior, cabe destacar que como resultado de dicha experimentación práctica en esta tesis se propone una *nueva técnica de prototipado*, el *storyboard navegacional,* y una *nueva de evaluación*, el *recorrido cognitivo con usuarios*, que si bien son resultado de la extensión de otras ya existentes aportan mayor productividad, eficiencia y, sobre todo, aires frescos a un espacio que últimamente parece encontrarse en proceso de estancamiento investigador.
- Se ha realizado un especial énfasis para plasmar un *escrupuloso trabajo con personas de disciplinas de procedencia muy diversa* para investigar la constitución de verdaderos *equipos interdisciplinares* para la realización de soluciones interactivas. La multidisciplinariedad es un aspecto altamente defendido desde la vertiente de la IPO, no obstante la bibliografía que muestre la verdadera constitución de esta tipología de equipos es escasa (por no decir que es nula). El fruto de este trabajo en este aspecto es tan interesante que se ha creído conveniente dedicarle un capítulo entero, el Capítulo 4.

- *Adecuación de la metodología a los estándares ISO vigentes* en cuanto al desarrollo de software y la Interacción Persona-Ordenador.
- También se define un *concepto novedoso* acerca de la medición del grado de usabilidad de cualquier sistema interactivo. Este concepto ha sido definido con el nombre de *Esfuerzo de Usabilidad* como manera de valorar la usabilidad del sistema desarrollado valorando las actividades realizadas durante su desarrollo.
- Y para finalizar, se ha implementado la primera versión de una *herramienta software* que facilita la gestión de la metodología para aquellos equipos de desarrollo de sistemas interactivos que desean aplicar esta metodología a sus sistemas.

1.5. Casos estudiados como validación experimental

Uno de los aspectos más importantes —por no decir el más importante— de este trabajo de tesis es la validación experimental tanto de las técnicas y metodologías previamente conocidas como de las que en este mismo trabajo se proponen.

Esta validación experimental se ha realizado en base a un extenso conjunto de proyectos reales de índole muy diversa que permiten exponer una amplia gama de tipologías con desarrollos enmarcados en paradigmas tan distintos que abarcan desde la computación ubicua a la computación de sobremesa pasando por desarrollos web y por implementaciones basadas en la realidad aumentada.

Los escenarios que a continuación se enumeran y brevemente se describen corresponden a situaciones reales con las que nos hemos enfrentado en el equipo universitario multidisciplinar de investigación GRIHO (http://www.griho.net) y sirven de ejemplos prácticos de esta tesis para ofrecer una visión de las perspectivas y de las necesidades de los sistemas interactivos en la sociedad actual:

Caso 1: ***PAYPER: Estudio y diseño nuevas interfaces Módulo MCB-05***

Palabras clave: Entorno industrial, interfaz gráfica, internacionalización.

Resumen: PAYPER es una empresa nacional del sector industrial dedicada a la fabricación de equipos de pesaje que exporta sus productos a países de todo el mundo, aunque mayoritariamente a la zona Europea (Francia, Alemania, Suiza, Portugal). La empresa dispone de un equipo propio de I+D para mejorar la calidad de sus productos. Uno de sus equipos emblemáticos (por ser de los más utilizados) es un controlador de pesaje de 2ª generación, denominado comercialmente Módulo MCB-05, con el que gobiernan distintos equipos, gracias al cual los trabajadores de las empresas operan durante la jornada laboral. Recientemente se han percatado de que su producto funcionalmente está dotado de todo lo necesario para satisfacer las necesidades de su mercado, sin embargo, no pasa lo mismo con la operatividad que el controlador ofrece a sus usuarios. Por ello, han visto la necesidad de rediseñar la interfaz del equipo incorporando nuevas posibilidades interactivas para mejorar la forma de trabajar de los operadores y confiando en la experiencia IPO del grupo de investigación GRIHO nos encargaron dicha remodelación.

Caso 2: ***Entorno de Recepción Ubicuo ("Pantalla")***

Palabras clave: Entorno industrial, nuevos paradigmas, interacción multimodal, interfaz tipo web, multimedia, usuario "inexperto".

Resumen: Una empresa cuya actividad principal es la fabricación de estructuras y elementos prefabricados de hormigón armado y pretensado para edificación y obra pública dispone en la sede principal de sus oficinas centrales de una recepción para recibir visitas (clientes, personalidades, arquitectos, contratistas de obra…). La dirección de dicha empresa decidió transformar la recepción (*hall de visitas*) en un entorno único y singular donde la persona que al mismo accediera se vea sorprendida por medio de información multimedia personalizada proyectada sobre una pantalla de alta definición y grandes dimensiones. Además de las características espectaculares del sistema, una peculiaridad determinante es que para conseguir que el sistema funcione eficientemente éste deberá ser gobernado por una persona con un elevado conocimiento, tanto de la empresa como de la mayoría de los clientes de la misma, pero con el inconveniente de que carece de experiencia en el uso de sistemas interactivos. Para ello se realizará un enorme esfuerzo para realizar un verdadero diseño centrado en dicho usuario.

Caso 3: ***Sitio web Centre Excursionista de Lleida***

Palabras clave: Sitio web, usuarios muy heterogéneos, excursionismo.

Resumen: Un centro excursionista es una asociación de personas de muy diversa procedencia con una afición común: Realizar actividades relacionadas con el excursionismo, preferentemente de montaña, y actividades relacionadas. A pesar de que este tipo de actividad puede realizarse sin disponer de un espacio en Internet, los responsables del Centre Excursionista de Lleida (CEL) pensaron que disponer de éste podría serles de utilidad, así que decidieron proporcionar un espacio interactivo donde socios y no socios encontrasen diferente tipo de información. Esta irrupción tecnológica proporcionó una nueva forma de comunicación y colaboración entre sus miembros, abriendo una enorme expectación entre ellos. Así pues, el desarrollo del espacio web especialmente diseñado para esta entidad será uno de los casos de estudio que perfectamente podría ser adaptado a otras instituciones semejantes.

Caso 4: ***Sitio web Infants Paeria***

Palabras clave: Sitio web, usuarios muy jóvenes, accesibilidad cognitiva, organismo público, varios niveles de usuarios.

Resumen: La ciudad de Lleida (Cataluña) es una ciudad de unos cien mil habitantes que, como es obvio, dispone de su espacio web público con un número cada vez mayor de opciones con la finalidad de informar, entretener y sobre todo ofrecer servicios a sus ciudadanos. Uno de los servicios que el ayuntamiento (conocido en Lleida como Paeria) ofrece es un espacio interactivo para que los más pequeños mediante el juego aprendan aspectos relacionados con su ciudad y sus ciudadanos. El público objetivo de este espacio es muy variado en cuanto a los conocimientos y habilidades de los mismos, pues podemos encontrar tanto un niño de 3 años como un adolescente de 14 o más, lo que hace realmente importante tener muy en cuenta aspectos relacionados con la usabilidad y la accesibilidad en espacios web para este espectro de edades. Este espacio web ha sido otro de los proyectos

destacados que ha servido para comprender el uso de diferentes técnicas de prototipado y evaluación como partes integrantes del modelo de proceso.

Caso 5: *Congreso i2004*

Palabras clave: Sitio web, diversidad de usuarios, accesibilidad, evento social, congreso científico.

Resumen: Gran parte de la comunidad hispano parlante interesada por los diferentes aspectos relacionados en la interacción entre las personas y los ordenadores estamos agrupados en la Asociación Interacción Persona-Ordenador, AIPO.
Una de las actividades regulares y con más trascendencia que organiza esta asociación es un congreso anual donde se exponen los avances científicos que cada grupo de investigación ha realizado durante el último año.
El año 2004 la Universitat de Lleida ha sido la encargada de organizar y albergar el evento; se ha realizado un enorme trabajo para innovar aspectos respecto a pasadas ediciones del congreso, destacando una nueva web interactiva que además de proporcionar toda la información necesaria sea capaz de gestionar el envío y la revisión de artículos a los investigadores que estén interesados. Como no podía ser de otra manera, este sitio web se ha desarrollado priorizando los factores de su usabilidad, así como proporcionando un nivel lo más elevado posible de accesibilidad.

Caso 6: *Interacción, La Revista*

Palabras clave: Sitio web, diversidad de usuarios, accesibilidad, periodismo digital.

Resumen: Este caso está estrechamente relacionado con el anterior, pues se trata de una nueva iniciativa de la asociación AIPO que tiene como objetivo lanzar y mantener una revista interactiva en línea para que sirva de referente para todas las personas interesadas en la interacción entre personas y ordenadores y puedan encontrar artículos de calidad, herramientas, enlaces, etc.
El caso supone un ejemplo más de cómo aplicar la metodología de diseño de sistemas web centradas en el usuario permitiendo, por ejemplo, probar técnicas de evaluación de prototipos con participantes dispersos por todo el planeta.
La proximidad de lanzamiento de la revista con el evento del caso anterior (el congreso INTERACCIÓN 2004) y la temática de ambos se aprovecha la nueva imagen corporativa como estándar particular que define e identifica aspectos relacionados con el diseño gráfico de la misma.

Caso 7: *Diputació de Lleida*

Palabras clave: Sitio web, audiencia especializada, accesibilidad, organismo público, varios niveles de usuarios, estandarización de varias interfaces.

Resumen: El Gobierno de la comunidad autónoma de Cataluña divide la gestión de su territorio en zonas administrativas conocidas con el nombre de diputaciones, en las que cada una dispone de su sede o diputación (*diputació*). La Diputación de Lleida está especialmente sensibilizada por las nuevas tecnologías y como resultado de su propia evolución con el tiempo se encontraron con un sistema multiplataforma y sus respectivas interfaces, que son independientes y consecuentemente inconsistentes entres sí. Así decidieron emprender un nuevo proyecto para dar un primer paso hacia la usabilidad de las interfaces de su sistema para que sus empleados gozaran de un entorno con interfaces amigables, fáciles de utilizar, coherentes y adaptadas a sus modelos mentales con el fin de conseguir una mayor satisfacción y, por que no, una mayor productividad y eficiencia. Este proyecto supuso un nuevo reto a la hora de probar la metodología propuesta, pues no se trataba de un nuevo sistema a implementar ni una nueva versión de uno existente, sino que se trataba de realizar un esfuerzo para unificar criterios de usabilidad para crear un nuevo estándar corporativo para las actuales y futuras interfaces de la Diputació de Lleida.

Caso 8: *Vilars Realidad Aumentada (Vilars RA)*

Palabras clave: Yacimiento arqueológico, realidad aumentada, computación ubicua, gran diversidad de usuarios, accesibilidad, experimentación nuevas posibilidades interactivas.

Resumen: Vilars Realidad Aumentada es un proyecto que nace del trabajo conjunto de investigadores del ámbito de la Interacción Persona-Ordenador (GRIHO) y el grupo GIP (Grupo de Investigación Prehistórica) de arqueología también de la Universitat de Lleida.
La idea del proyecto surge como consecuencia de las limitaciones con las que se encuentra un visitante cuando realiza una visita a un yacimiento arqueológico, donde obtiene la información mediante paneles informativos, folletos o sistemas multimedia de reconstrucción virtual y, fuera del yacimiento, otros soportes como Internet, libros o revistas especializadas. Todo este sistema informativo no permite la asimilación de contenidos *in situ* por parte del visitante ni tampoco contempla su perfil, que varia en función de los conocimientos de los distintos visitantes. Por eso se ha planteado la creación de un nuevo modelo de visita capaz de presentar toda la información en un sistema interactivo que proporcione mayor precisión informativa, relacionada con los elementos arqueológicos que se van viendo en todo momento, y que, además, se adapte a las necesidades del visitante, garantizando así la plena satisfacción del mismo.
Este nuevo modelo de sistema interactivo es el paradigma de la Realidad Aumentada, aplicado, en este caso, al poblado ibérico descubierto en 1975 de "Els Vilars" (de ahí el nombre del proyecto).
Este caso representa un excelente ejemplo de implementación de un sistema interactivo que por utilizar un nuevo paradigma de interacción, la realidad aumentada ensancha las posibilidades de practicar técnicas de prototipado y de evaluación con usuarios en contextos de más difícil experimentación que los paradigmas más comunes como la sobremesa o la web.

A finales del pasado 2003 el Ministerio de Ciencia y Tecnología aprobó una solicitud de ayuda en el Programa Nacional de Difusión y Divulgación Científica y Técnica correspondiente al Plan Nacional de I+D+I (2000-2003) para avanzar con este ambicioso proyecto.

Caso 9: ***La cafetería***

Palabras clave: Proyecto universitario con finalidad docente, gran diversidad de usuarios, nuevos paradigmas interactivos, experimentación de varias técnicas del ámbito IPO.

Resumen: Este ejemplo se trata de un trabajo realizado como práctica por los alumnos de la asignatura Introducción a la IPO de Ingeniería de Informática de Gestión de la Universitat de Lleida y por los alumnos del máster en Ingeniería del Software de la Fundació Politècnica de Catalunya durante el curso 2002-03, cuyo enunciado era el siguiente:

> *Las cafeterías son establecimientos comerciales que disponen normalmente de una barra y de un conjunto de mesas donde se sirve a los clientes.*
> *En este conjunto de mesas se sientan los clientes continuamente y no al mismo tiempo durante todo el día. Los clientes piden la consumición y en intervalos muy diferentes, debido a que algunos vienen a tomar algo, otros a conversar, a celebrar reuniones,… la duración del tiempo es irregular.*
> *Los productos que pueden consumir los clientes son diversos: café, té, infusiones, bollería, bocadillos, refrescos, tapas, etc… La zona puede estar cubierta por más de una persona.*
> *La dirección de la cafetería nos ha propuesto la realización de un sistema interactivo ubicuo que nos permita el control de esta zona del local.*
> *Para comprender el diseño de sistemas centrado en el usuario, se propone al alumno:*
> • *Realización de unos primeros esbozos o bocetos de partes del futuro sistema interactivo.*
> • *Realización de un prototipo en papel del futuro sistema interactivo.*
> • *Realización de un storyboard del prototipo de papel.*
> • *Realización de un prototipo software.*

Este ejemplo ha supuesto un verdadero trabajo en equipo que ha permitido experimentar múltiples vías de implementar diferentes prototipos y sus correspondientes evaluaciones.

Caso 10: ***Portal de tienda on-line***

Palabras clave: Sitio web, comercio electrónico, industria, audiencia muy diversa.

Resumen: El comercio electrónico (*e-commece*) es una actividad empresarial relativamente nueva que incluye las diferentes transacciones asociadas a la compra y venta en línea de bienes y servicios a través de Internet. Para aquellas empresas que disponen de un entorno de comercio "tradicional" realizar el salto de paradigma supone aventurarse a un reto y a un cambio de paradigma de difícil asimilación.
Este ejemplo supone un nuevo caso en el que una empresa tras fallar en el primer intento de implantar la venta en línea de sus productos se da cuenta de que el problema no está en la funcionalidad del sistema, sino en la manera de presentar dicha funcionalidad a sus clientes.
En este proyecto se aplicaron las técnicas tradicionales de la ingeniería de la usabilidad, siguiendo el modelo de proceso descrito para rediseñar la web y obtener así unos resultados totalmente satisfactorios.

Caso 11: *Comerciales de una empresa de prefabricados de hormigón*

Palabras clave: Industria, audiencia poco especializada en sistemas interactivos, nuevos paradigmas, multimedia.

Resumen: Este ejemplo supuso avanzar un paso más tras el proyecto Entorno de Recepción Ubicuo mencionado en el caso nº 2. Una vez implantado el sistema anteriormente descrito se divisaron nuevas posibilidades que permitían explotar la enorme base de datos multimedia constantemente actualizada que se estaba creando para utilizarla para otros fines.
La empresa apostó por empezar un nuevo proyecto con la finalidad de que sus comerciales aprovecharan la información generada por la otra aplicación para disponer de un extenso y actualizado catálogo multimedia que les facilite poder vender sus productos.
Este proyecto permitió comprobar, por ejemplo, cómo las técnicas de prototipado de baja fidelidad influyen positivamente en la vinculación de los usuarios finales y su implicación en el desarrollo de un proyecto.

Caso 12: *Sitio web del departamento de Servicios Personales de la Paeria de Lleida (Serveis Personals)*

Palabras clave: Sitio web, audiencia muy diversa, accesibilidad, organismo público, varios niveles de usuarios, servicios en línea.

Resumen: El departamento de Servicios Personales del Ayuntamiento de Lleida recientemente decidió modificar su sitio web teniendo entre sus objetivos primordiales facilitar el acceso a la administración pública a todos los ciudadanos, independientemente de diferencias o discapacidades, las 24 horas del día mediante Internet, así como facilitarles el uso de los recursos ofrecidos. Diseñar el nuevo espacio web accesible supone un adelanto de lo que en un futuro muy próximo realizaran todas las administraciones como resultado de la Ley 34/2002, del 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, LSSICE que les obliga a adoptar medidas necesarias para que la información disponible sea accesible a personas con discapacidad y de edad avanzada.
Este sitio web ha sido un perfecto banco de pruebas para testar tanto la usabilidad como la accesibilidad acorde a las pautas vigentes.

Caso 13: *Sitio web Lleida Solidària*

Palabras clave: Sitio web, audiencia muy diversa, Organización no Gubernamental, accesibilidad.

Resumen: La fundación Lleida Solidària es una organización no gubernamental impulsada por el Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Lleida que se define como libre, independiente y sin ánimo de lucro, y cuya principal finalidad es contribuir a la ayuda humanitaria para necesidades causadas por desastres naturales, conflictos sociales o falta de recursos a aquellas personas mediante acciones relacionadas con la construcción. La fundación, creada en el año 1994, cuenta ya con varios proyectos en Cataluña y en otras zonas del planeta y una cartera de nuevas acciones a desarrollar adolecía de no tener su espacio web que les permitiese comunicar sus acciones, así como de captar nuevos asociados que ayuden a la financiación de dichas obras.
Este proyecto ha sido un caso más para probar la metodología propuesta, además de ayudar a contribuir a la causa justa y humanitaria de la fundación.

Caso 14: ***Sistema de Comunicación Aumentativo y Alternativo***

Palabras clave: Audiencia muy determinada, discapacidad físico-cognitiva, accesibilidad, nuevos paradigmas, lenguaje pictográfico.

Resumen: Este proyecto, cuyo título completo es *Diseño y implementación de un sistema aumentativo y alternativo para la comunicación de personas con discapacidad cognitiva*, supone el caso donde la accesibilidad se ha aplicado de manera más focalizada, pues se trata de un sistema en el que tenemos un usuario joven que por culpa de un accidente padece de una discapacidad cognitiva que determina su actividad diaria y la de sus familiares y amigos más directos.
El proyecto (que ha contado con una implicación familiar muy importante) trata de mejorar la calidad de vida de dicha persona proporcionándole un sistema basado en nuevas tecnologías para mejorar la conversación con las demás personas.
Este ejemplo es especialmente singular, puesto que combina perfectamente los objetivos funcionales con los de la accesibilidad y la usabilidad del sistema para conseguir que realmente sea efectivo.

Caso 15: ***Seinsa***

Palabras clave: Proyecto universitario con finalidad docente, gran diversidad de usuarios, nuevos paradigmas interactivos, experimentación de varias técnicas del ámbito IPO.

Este proyecto es otro de los que corresponden a ejercicios realizados en el marco de la docencia universitaria, en el que conjuntos diversos de alumnos organizados en grupos de trabajo realizan una práctica entera para llegar a un elevado nivel de comprensión de las técnicas de la Interacción Persona-Ordenador que hacen posible el diseño de sistemas centrados en los usuarios.
Esta práctica supone un buen ejemplo de aplicar estas técnicas al diseño de sistemas interactivos bajo el paradigma de la computación ubicua. El enunciado de dicha práctica es el siguiente:

> *La recogida selectiva de basuras es una actividad cada vez más necesaria en las ciudades si queremos evitar los problemas medioambientales de los depósitos de basuras.*
> *Una actividad importante es la de obtener información de la recogida de estas basuras para poder disponer de ella y optimizar el sistema.*
> *La recogida se realizar normalmente de pie y en movimiento.*
> *Proponemos el diseño de un sistema interactivo que utilice un dispositivo potable para facilitar la obtención de información para un tratamiento y análisis posterior de la recogida de basuras selectivas del término municipal de Lleida.*
> *Este trabajo de recogida es realizado por operarios en camiones que recogen diferentes tipos de basuras y se recoge en unas horas determinadas.*
> *Estos operarios en el momento de comenzar su trabajo reciben una planificación del trabajo a realizar y en que vehículo lo van a realizar.*
> *Posteriormente estos datos se analizarán para obtener un modelo del comportamiento del rendimiento de cada equipo de recogida, producción diaria, mensual y estacional de las basuras.*
>
> *Toda la tarea de recogida de basuras depende del departamento de medio ambiente de la que Seinsa es una concesionaria del servicio.*

Requisitos mínimos a realizar

- *Realización de una observación de campo o evaluación etnográfica.(optativa)*
- *Diseño de un storyboard del escenario de tareas (actual)*
- *Estudio de los posibles dispositivos de interacción a utilizar (optativo)*
- *Realización de un prototipo del futuro sistema interactivo en papel.*
- *Puesta en escena de un escenario y/o grabación del escenario en vídeo*
- *Análisis de tareas (jerárquico) y diseño del diálogo (diagrama de estados)*
- *Realizar una evaluación mediante el método del recorrido cognitivo*
- *Diseño de un prototipo (programación)*
- *Evaluación por medidas de rendimiento del prototipo.*

Caso 16: ***culturanocturna.com***

Palabras clave: Sitio web, audiencia concreta y diversa, ocio nocturno en Internet.

Resumen: La creación de un sitio web de tipo portal desde el que, por una parte, pueda ofrecerse información y servicios relacionados con los intereses específicos de la escena musical electrónica y, por otra, permitirse a los miembros de edición de contenido que puedan actualizar dinámicamente el sitio web y desempeñar su trabajo desde cualquier parte ha sido otro de los proyectos emblemáticos en los que se ha experimentado fuertemente el modelo de proceso, dando un peso específico muy elevado a los usuarios como integrantes del proceso de desarrollo.

Este ejemplo supone un caso más de extensa experimentación en el que el énfasis en la web, en la diversidad de usuarios y en la aplicación estricta de las tecnologías relacionadas con la IPO y la Ingeniería del Software ha caracterizado el desarrollo del proyecto.

Caso 17: ***Nuevo sistema interactivo para una recepción de hotel***

Palabras clave: Proyecto universitario con finalidad docente, gran diversidad de usuarios, nuevos paradigmas interactivos, experimentación de varias técnicas del ámbito IPO.

El curso 2002-03 en el máster de la Ingeniería del Software, que en modalidad semipresencial se imparte anualmente en la Fundació Politècnica de Catalunya, se impartió por primera vez la asignatura Diseño de Interfaces de Usuario, en la que el alumno se introduce en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador y conoce las principales técnicas que permiten diseñar interfaces fáciles de utilizar. Para la realización de la práctica, los alumnos siguieron el modelo de proceso presentado en esta tesis cuyo enunciado era el siguiente:

> *El problema del cliente habitual en el check-in -out de un hotel.*
> *Actualmente existen muchos profesionales o personas a las que les gusta viajar, que utilizan normalmente una determinada cadena de hoteles.*
> *Sucede a veces que en un día de mucha afluencia de personas en la recepción del hotel se producen colas en el momento de registrarse y en el momento de finalizar la estancia en el hotel y abonar el importe (check-out), por lo que el cliente habitual puede sentirse molesto y poco favorecido por la cadena y, por otra parte, si se establecen prioridades los clientes esporádicos pueden protestar.*
> *La dirección de la cadena nos plantea el diseño de un sistema interactivo avanzado basado en dispositivos oblicuos o de realidad aumentada u otras alternativas para realizar el registro de entrada y salida (check-in-out) en un hotel para los clientes habituales que normalmente disponen de sus datos generales y preferencias en los sistemas*

de información del hotel. Este sistema también podría ser utilizado en el bar del hotel para abonar las consumiciones.
Las siguientes pautas servirán de guía para realizar el trabajo:
- *Realización de una observación de campo o evaluación etnográfica.*
- *Diseño de un storyboard de los escenarios donde se realiza la acción actual y futuro.*
- *Estudio de los posibles dispositivos de interacción a utilizar.*
- *Realización de un prototipo en papel del futuro sistema interactivo.*
- *Realizar una evaluación mediante el método de pensar en voz alta.*
- *Análisis Jerárquico de Tareas (HTA).*
- *Diseño del diálogo (diagrama de estados).*
- *Diseño de un prototipo software horizontal.*
- *Realizar una evaluación por recorrido cognitivo.*
- *Realizar una evaluación tipo test de medida de prestaciones.*

Este ejemplo, igual que el anteriormente presentado de la cafetería, ha supuesto un verdadero trabajo en equipo experimentando además los problemas de la separación espacial al tratarse de un curso semipresencial.

La siguiente tabla enumera de nuevo los casos anteriores con la finalidad de resumir las principales características de cada uno de ellos:

Caso		Docencia	Industria	Investigación	Web	Nuevos paradigmas	A destacar
1	Payper		X	X			Entorno industrial
2	Entorno recepción U.			X	X	X	Nuevos paradigmas interactivos
3	CEL		X	X	X	X	Diversidad de usuarios
4	Infants		X	X	X	X	Usuarios muy jóvenes
5	I2004		X	X	X	X	Web congreso científico
6	Revista			X	X	X	Periodismo digital web
7	Diputació		X	X			Estandarización de varias interfaces
8	Vilars			X			Realidad Aumentada
9	Cafetería	X		X			Nuevos paradigmas interactivos
10	Tienda *on-line*		X	X	X	X	Comercio electrónico
11	Comerciales prefabr.		X	X			Usuarios poco habituados
12	Servicios Personales		X	X	X	X	Accesibilidad
13	Lleida Solidària			X	X	X	Solidaridad
14	Com. Aumentativa			X			Accesibilidad físico-cognitiva
15	Seinsa	X	X	X		X	Nuevos paradigmas interactivos
16	culturanocturna			X	X		Ocio nocturno en Internet
17	Recepción hotel	X		X			Nuevos paradigmas interactivos

Tabla c1_1: Relación de los casos que utiliza la tesis para validar la metodología propuesta y de los que proceden todos los ejemplos que durante la misma se presentan

Las características de la tabla anterior ayudan a comprender el tratamiento distinto que se ha realizado en la aplicación de algunas de las técnicas utilizadas, e incluso del grado de finalización de los diferentes proyectos. Por ejemplo, en las aplicaciones de carácter docente habitualmente se finaliza en la fase de inicio de la codificación, puesto que, precisamente al ser de carácter docente, se incide en la metodología del diseño centrado en el usuario con la finalidad de que el alumno con altos conocimientos en Ingeniería del Software consolide los conceptos de la Ingeniería de la Usabilidad desde la óptica de la Interacción Persona-Ordenador y del Diseño Centrado en el Usuario hasta el punto de empezar la codificación (enmarcada en otras asignaturas de los diferentes planes de estudio[2]).

Contrariamente, las aplicaciones industriales responden a encargos realizados por diferentes empresas o entidades que deben realizarse según unos plazos y unos presupuestos previamente establecidos.

A lo largo de la tesis constantemente se muestran ejemplos y referencias procedentes de los casos reales previamente enumerados. Para facilitar su identificación, el lector encontrará dichos ejemplos y referencias en párrafos claramente distinguibles del resto mediante la utilización de una fuente de letra de menor tamaño y con un fondo ligeramente gris como el párrafo actual.

1.6. Clasificación de la tesis

La tesis presentada en este documento se enmarca en un contexto de creciente interés en los últimos años, como es la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador, interés que nace desde hace mucho tiempo en países como Estados Unidos o países del norte y centro de Europa, mientras que en el nuestro este interés es más reciente. Aun así, el nivel alcanzado hoy en día puede considerarse bueno o incluso muy bueno. En este aspecto tiene un papel importante el trabajo realizado desde la Asociación Interacción Persona-ordenador (AIPO), que con cinco años de historia ha promovido la investigación científica de la disciplina facilitando que muchos trabajos de investigadores y profesionales de nuestro país dispongan de destacadas consideraciones, tanto en congresos de ámbito internacional como en publicaciones del más alto nivel y también en proyectos de investigación con financiación el fondos públicos de distintos ámbitos.

No podemos olvidar que los actuales sistemas interactivos son implementados por equipos de desarrollo que siguen los métodos de la Ingeniería del Software y, por tanto, este es uno de los principales pilares del trabajo de investigación. En este sentido, la investigación se enmarca en un conjunto de trabajos relacionados de investigadores de diversos países, cuya finalidad principal es la integración de las metodologías de la Interacción Persona-Ordenador con la Ingeniería del Software.

[2] La metodología se ha preparado y se está enseñando en tres universidades catalanas: Universitat de Lleida, Fundació Politècnica de Catalunya y Universitat Oberta de Catalunya.

La investigación realizada supone un verdadero esfuerzo en probar sistemáticamente el número más amplio posible de técnicas relacionadas con la disciplina para realizar diseños de sistemas interactivos centrados en sus usuarios aplicadas a un número también elevado de casos reales con la finalidad de conocer de primera mano el verdadero alcance y las posibilidades de cada técnica en diferentes paradigmas de interacción[3].

También es necesario indicar la importancia de contar con personas procedentes de disciplinas diferentes a las habituales en el desarrollo software. En este sentido, destacamos la novedad de haber realizado un verdadero trabajo interdisciplinar que ha permitido comprobar las virtudes y defectos de esta tipología de equipos de desarrollo software. El trabajo realizado en este aspecto supone en sí mismo una experiencia experimental (y de satisfacción personal) con entidad propia que es tratada en un capítulo del documento.

Para finalizar, la tesis defiende la teoría de que *actualmente disponemos de más tecnología de la que realmente somos capaces de asimilar*, mientras se olvida que tras esta tecnología hay una serie de personas cuyo único objetivo es beneficiarse de la misma para mejorar su calidad de vida y no para aumentar su nivel de inseguridad y de duda. Paradójicamente, cada día se invierte más en mejorar la tecnología existente o en inventar nuevas posibilidades para dejar en obsoleta la que hoy es puntera y no se invierte en como esta tecnología debe presentarse a las personas. Sirva el siguiente ejemplo para ilustrar esta característica:

"Cuando la NASA inició la carrera espacial y el lanzamiento de astronautas al espacio, descubrieron que las bolígrafos no funcionaban con gravedad cero. Con algo tenían que escribir, de alguna manera tenían que tomar sus más que importantes notas de todos los experimentos que se estaban planificando.

Para resolver este enorme problema, la NASA contrató a la compañía Andersen Consulting (actualmente Accenture) quienes tras invertir unos 12 millones de dólares y una década de teiempo resolvieron el problema: consiguieron desarrollar un bolígrafo que escribe con gravedad cero, de cabeza para bajo, de punta para arriba, debajo del agua, en prácticamente cualquier superficie, incluyendo cristal, y en variaciones de 0 a 150 grados Celsius…

…durante todo este tiempo los cosmonautas rusos utilizaron un lápiz."

Aunque hay quien asegura que el ejemplo es tan sólo "una leyenda" que carece de veracidad, es muy ilustrativo para reflexionar sobre la necesidad de explorar las posibilidades de las tecnologías existentes para utilizarlas adecuadamenteantes de invertir en otras de nuevas.

[3] Sin tener la completa certeza de ello, me atrevería a indicar que el esfuerzo mencionado para aplicar las técnicas relacionadas a un abanico tan amplio de casos reales no tiene precedentes.

1.7. Estructura del documento

El documento está dividido en un total de *6 capítulos* y de *3 anexos* complementarios que se estructuran de la siguiente forma:

El **Capítulo 1** está dedicado a la introducción de la tesis mostrando una evolución desde la motivación de la misma, los principales objetivos y los primeros destellos de la solución con sus principales aportaciones.

El **Capítulo 2** está enteramente dedicado a la revisión del estado de la cuestión que muestra el trabajo directamente relacionado con la tesis presentada.

El **Capítulo 3** se centra en entender todas las cuestiones relacionadas con la interfaz del usuario y todos los diferentes aspectos que se necesitan conocer para ser capaces de diseñar interfaces pensadas para ser utilizadas por usuarios reales.

El **Capítulo 4** constituye una de las principales aportaciones de esta tesis, en el que se presenta una visión de las diferentes disciplinas con las que se ha investigado cómo vertebrar la integración de las mismas para la constitución de equipos multidisciplinares de desarrollo de sistemas software.

El **Capítulo 5** constituye el núcleo de la tesis y consecuentemente es el más extenso. En él se describe la metodología de desarrollo propuesta, sus principales características y fases, su aplicación en el paradigma web, la metodología de validación utilizada y la particular forma de medición de la usabilidad a partir de las actividades realizadas tras la utilización de la metodología explicada.

El **Capítulo 6** está dedicado a explicar las principales conclusiones del trabajo presentado y cuales son las principales líneas futuras de investigación que del mismo se derivan.

En cuanto a los **anexos**, en el **primero** encontramos información complementaria sobre la accesibilidad de los sistemas interactivos: Principios básicos, legislación nacional e internacional y documentos y planes nacionales actuales relacionados con la accesibilidad.

En el **segundo anexo** se detallan algunos de los proyectos más destacados con los que se ha validado y mejorado la metodología expuesta en el capítulo anterior. En cada uno de ellos se explica cómo se ha procedido para su desarrollo para comprender la utilización del modelo de proceso y sus principales beneficios.

Y el **tercero** explica el estudio realizado para las conclusiones derivadas de aplicar el nuevo concepto del cálculo del Esfuerzo de la Usabilidad explicado en el Capítulo 5 a los diferentes casos reales referenciados a lo largo de la tesis.

C a p í t u l o 2

TRABAJO RELACIONADO

Este trabajo de investigación no puede comprenderse si se desconoce el contexto bajo el cual esta cimentado, por ello en este capítulo se muestra el conjunto de trabajos y temas relacionados que permiten entender las bases que han influido en la investigación, así como para conocer líneas de investigaciones paralelas o complementarias que otros equipos están llevando a cabo.

Aparecen en este capítulo términos como la usabilidad o la accesibilidad de los sistemas interactivos que serán tratados en profundidad en el capítulo siguiente. Ello es así porque se supone que el lector tiene, a lo sumo, unos conocimientos básicos de estos temas y con ello será suficiente para esta visión del estado del arte actual.

Los temas referenciados en este capítulo abarcan las Ingenierías de la Usabilidad y la del Software con una enumeración de sus principales métodos y actividades o la calidad del software desde la óptica más pura del concepto calidad, como es la que aportan los estándares ISO.

La visión del paradigma web como reflejo del fenómeno Internet a nivel mundial sólo comparable a las revoluciones industriales de los siglos XVIII y XIX, no puede dejarse de lado y será tratado desde una óptica propia como nuevo paradigma de interacción y de la Arquitectura de la Información tal que punto clave del mismo.

La Ingeniería de los Requisitos también se tratará principalmente desde la óptica de que estos requisitos se centren en los usuarios de los sistemas más que en las funcionalidades y/o tareas de los mismos; aspecto sumamente importante para el trabajo presentado.

Asimismo, se relacionará la importancia de tratar a todas las personas por igual, desarrollando sistemas a los que puedan acceder todas las personas independientemente de sus necesidades, situaciones y, sobre todo, de sus limitaciones físicas y/o cognitivas.

2.1. Ingeniería de la Usabilidad

El término de Ingeniería de la Usabilidad[4] (IU) fue introducido por primera vez por profesionales de usabilidad de *Digital Equipment Corporation* [ROS02, pág. 14][GOO86], que usaron este término para *referirse a los conceptos y técnicas para planificar, conseguir y verificar objetivos de la usabilidad de sistema.*

Se trata, en realidad, de una disciplina que proporciona métodos estructurados para conseguir la usabilidad en el diseño de la interfaz del usuario[5] durante el desarrollo de un producto software [MAY99], cuya principal idea es que los objetivos "medibles" de usabilidad deben ser definidos pronto en el desarrollo del software y después evaluarlos repetidamente durante el desarrollo para asegurar que se han conseguido [BEN84][GIL84].

Las actividades de los ingenieros de la usabilidad inicialmente se centraron en el diseño de la interfaz, aunque cada vez estas actividades han abarcado más aspectos relacionados, como por ejemplo la gestión de las actividades del desarrollo de los sistemas software, particularmente en el análisis de requisitos.

2.1.1. Modelos de la IU existentes

Varios son los modelos que se han propuesto para poder implementar aplicaciones y proyectos software con la usabilidad de los mismos como meta principal. A continuación, se presentan aquellos que consideramos más relevantes y que han servido de referencia importante para este trabajo.

2.1.1.1. NIELSEN (1993)

Jakob NIELSEN fue quien introdujo el término de la usabilidad (o como mínimo fue quien lo difundió masivamente y supo "comercializarlo" mejor) al mundo de las aplicaciones interactivas, y como era de esperar fue el primero en proponer una metodología para el desarrollo de aplicaciones usables.

En la siguiente figura, podemos observar el ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad que propone:

[4] La usabilidad de los sistemas interactivos es un tema de mucha actualidad que, de manera muy resumida, hace referencia a la facilidad de uso de un determinado sistema, cuyo concepto y técnicas que le hacen referencia constituyen uno de los puntos centrales de este trabajo de investigación que serán extensamente tratados en el siguiente capítulo.

[5] La interfaz del usuario y todos los aspectos con ella relacionados también se tratan en el siguiente capítulo, cuyo título es precisamente *La interfaz de usuario.*

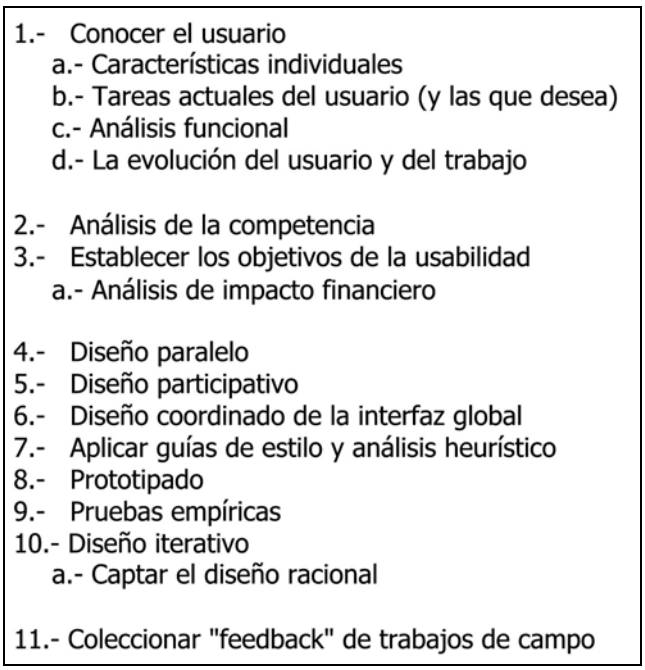


Figura c2_1: Etapas del modelo de la Ingeniería de la Usabilidad de Nielsen

A nuestro modo de entender, el modelo definido por NIELSEN, más que una metodología supone la primera enumeración de las actividades necesarias para ser capaces de desarrollar sistemas interactivos con la componente usabilidad (y consecuentemente los usuarios) en el centro del problema.

La parte de la evaluación del sistema recoge una gran diversidad de métodos, pero se respalda especialmente en el método conocido como "evaluación heurística", que veremos en detalle en el Capítulo 5.

2.1.1.2. El modelo DUTCH

El método o modelo DUTCH, *Designig for Users and Tasks from Concepts to Handles*, fue desarrollado por el grupo de investigadores de la sección de Gestión de la Información y Ingeniería del Software de la Universidad de Vrije (Amsterdam), liderada por el Dr. Gerrit van der VEER [VEE96].

Sus autores lo definen como un método de diseño de sistemas interactivos, cuya base es el desarrollo de prototipos incrementales que conducen gradualmente a la implementación del sistema final; el prototipo realizado en un ciclo es considerado como una nueva visión del sistema y, tras su evaluación, se convierte en el punto de partida del siguiente ciclo [MAR91].

A pesar de que no lo definen propiamente como un modelo de proceso de la

Ingeniería de la Usabilidad, una vez analizado creemos que puede formar parte de este grupo de metodologías. Además, por su simplicidad y claridad de concepto fue uno de los modelos en los que nos basamos cuando iniciamos nuestra andadura en el terreno de la investigación de la usabilidad de los sistemas software.

Este modelo da mucha importancia a disponer en los equipos de desarrollo de personas provinentes de las disciplinas provenientes del campo de las humanidades, de varias ingenierías y del diseño gráfico.

El método comienza analizando a los usuarios y las tareas que éstos realizan en una situación actual (si ésta existe), analizando futuros usos y usuarios, involucrando a estos usuarios, a los implicados en el sistema a diseñar, así como a los clientes receptores de dicho diseño.

Intenta modelar entornos complejos donde personas diversas interactúan con sistemas interactivos, considerando necesarios tres puntos de vista para modelar el marco de trabajo de cualquier aplicación: Las *personas* (usuarios y grupos de usuarios), el *trabajo* y la *situación*. Las actividades de estos tres puntos de vista se estructuran en dos categorías de modelos: El Modelo de Tareas 1 (MT1) y el Modelo de Tareas 2 (MT2).

El MT1 representa el modelado de las tareas de la "situación actual" (entendiendo que la situación actual es distinta para cada nuevo ciclo) y engloba la estructura organizativa actual, incluyendo los objetos y las tecnologías utilizadas y disponibles.

Por su parte, el MT2 modela el dominio de tareas correspondiente a una "situación futura" en la que se incluyen los cambios en la organización de estructura personal y los nuevos procedimientos a seguir para el sistema a desarrollar.

La relación entre el MT1 y el MT2 refleja "el cambio" que supone implementar el nuevo sistema.

El sistema de información especificado en detalle como consecuencia del MT2 es denominado Máquina Virtual del Usuario (MVU —*User's Virtual Machine, UVM*), que expresa todos los aspectos del sistema que el usuario debe tener presente durante la interacción.

La MVU debe ser modelada teniendo en cuenta todos los detalles relevantes para el usuario, incluyendo la tecnología de la cooperación y las características relevantes de la estructura del sistema. En esta perspectiva debe especificarse la *funcionalidad*, utilizando para ello el lenguaje de modelado semántico propuesto por MORAN en [MOR81a] o la estructura de objetos y la estructura básica de tareas del modelo ETAG[6] [TAU90].

[6] ETAG es el acrónimo de *Extended Task Action Grammar* y muy resumidamente hace referencia a un lenguaje para la descripción del lenguaje que los usuarios utilizan durante la consecución de sus tareas.

Además de la funcionalidad de la MVU, se necesita especificar la interacción entre los usuarios y el sistema en ambas direcciones de comunicación. Esta interacción se modela por una parte mediante el *diálogo,* que constituye la "interfaz lingüística" que modela el lenguaje mediante el cual el usuario por sí mismo expresa el sistema, el estilo de diálogo y la *presentación*, o mejor dicho, la interfaz de la presentación, que modela las acciones del sistema y la representación de información relevante para el usuario.

Estos tres tipos de decisiones de diseño resultantes, en los que cada uno es un modelo diferente, obviamente están fuertemente relacionados con sus consecuencias en cuanto al usuario, de ahí que la actividad que *mantiene la consistencia* entre ambas constituye una actividad de vital importancia en la especificación final de la MVU.

La utilización de alguna clase de escenario o prototipo será a menudo la mejor manera de confrontar al usuario final con la solución propuesta. Un escenario permite representar el nuevo modelo de tareas previsto para situaciones futuras de uso. Un prototipo permite experimentar con los elementos seleccionados de los diferentes modelos que se desarrollan en el ámbito de la MVU. De ahí que las actividades de simulación que permiten evaluaciones en etapas muy iniciales —como por ejemplo escenarios y prototipos— deben explicitarse por separado.

El esquema de la figura c2_2 ilustra el modelo DUTCH en el que pueden observarse las fases comentadas anteriormente y de dónde vienen los *inputs* de las mismas.

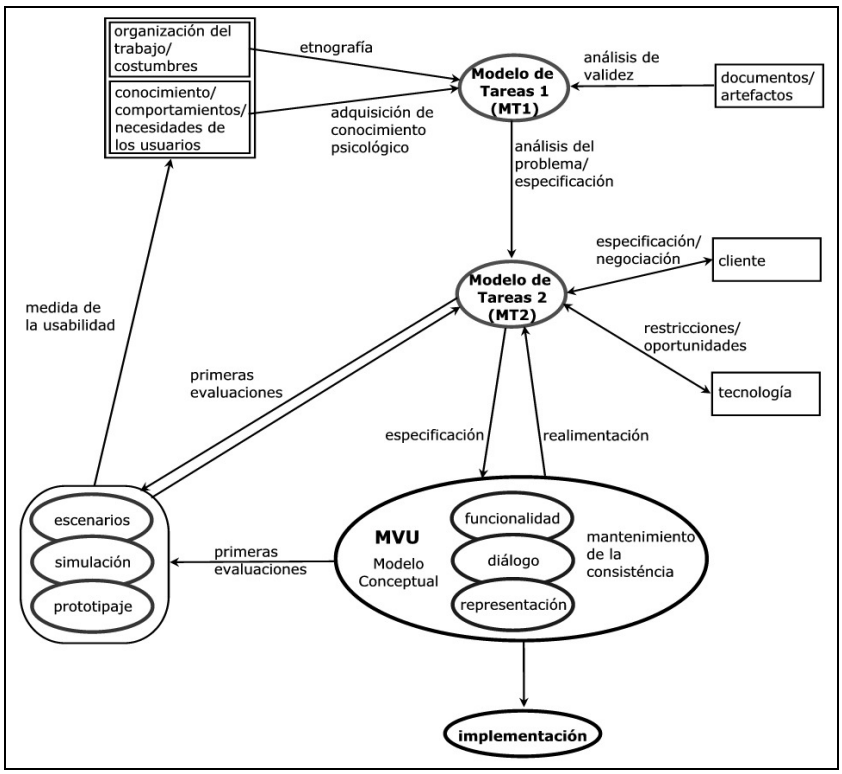


Figura c2_2: Esquema del modelo de Ingeniería de la Usabilidad DUTCH

Una de las principales características de este modelo es que permite realizar tantas "vueltas" al modelo como el proyecto crea necesario (iteratividad), y otra peculiaridad es que a medida que se va circulando por el modelo suele pasar que el MT2 de una determinada etapa o vuela (i) pasa a ser el MT1 en la etapa siguiente (i+1), produciéndose una realimentación constante —y a veces confusa.

2.1.1.3. El ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad

El grupo de investigación, liderado por la investigadora de reconocido prestigio D.J. MAYHEW, detalló un modelo de proceso para la Ingeniería de la Usabilidad en el libro que lleva por nombre *The Usability Engineering Lifecycle: a practitioner's Handbook for User Interface Design* [MAY99].

La metodología de este modelo de proceso, esquematizada en el esquema de la figura c2_3*,* representa una aproximación para conseguir el diseño de sistemas usables.

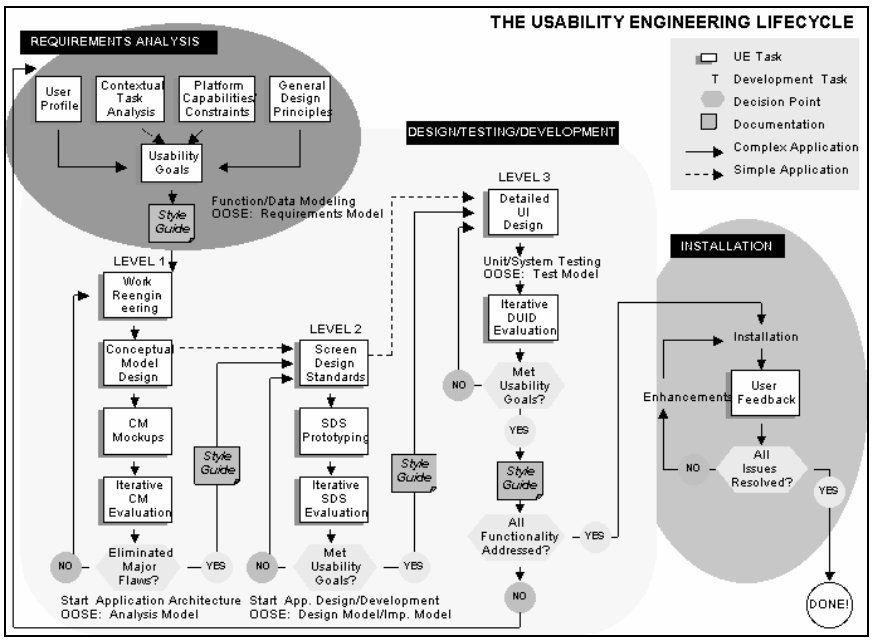


Figura c2_3: Esquema del ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad de D.J. Mayhew

Ese marco de trabajo distingue tres fases de desarrollo principales que son: (1ª) la fase del análisis de requisitos, (2ª) la fase del diseño, prueba y desarrollo y (3ª) la fase de la instalación.

La segunda fase está a su vez dividida en tres subfases o niveles, que son el diseño del modelo conceptual, el diseño de la pantalla y el diseño detallado de la interfaz de usuario, teniendo las técnicas de prototipado y de evaluación "integradas" dentro de

cada una de ellas.

Todas las fases, excepto el análisis de requisitos, incluyen actividades de valoración final que formalizan la iteración al modelo. Una vez se alcanza el final de cada fase (o subfase), se formula una pregunta para analizar la consecución o no del objetivo propuesto en la correspondiente fase y sólo está permitido pasar a la próxima fase si la respuesta a dicha pregunta es verdadera.

Las tres columnas centrales, correspondientes a las fases o niveles del diseño (diseño del modelo conceptual, diseño de la pantalla y el diseño detallado de la interfaz del usuario), incluyen además una valoración combinada acerca de la consecución o no de la funcionalidad del sistema. Si esta valoración no se satisface el proceso retorna a la fase de análisis de requisitos.

Cada una de las etapas tiene una serie de "salidas" en forma de documentos que aglutinan el resultado final de la fase. Así, del análisis de requisitos se obtiene una lista con los objetivos de la usabilidad aplicados al sistema a desarrollar y la primera versión de la guía del estilo a seguir, guía de estilo que será modificada o ampliada al final de los niveles 1 y 2 de la parte de diseño, prueba y desarrollo.

La filosofía general del ciclo de vida, según la propia autora, se sostiene sobre los siguientes principios:

- El diseño de la interfaz del usuario es un punto clave.
- La integración de la Ingeniería del Software con la de la Usabilidad debe ser adaptada ("hecha a medida").
- El esfuerzo realizado durante el análisis de requisitos es enteramente compensado en el producto final.
- El diseño puede conseguirse siguiendo un proceso de arriba hacia abajo (*top-down*) estructurado.
- El diseño, la prueba y el desarrollo deben realizarse iterativamente.
- El ciclo de vida completo puede conseguirse a través de subconjuntos de funcionalidades.
- Existe una amplia variedad de técnicas para llevar a cabo cada tarea del ciclo de vida.
- El uso de técnicas alternativas hacen el ciclo de vida flexible y adaptable.
- La implementación óptima del ciclo de vida requiere la completa participación de equipos polifuncionales (interdisciplinarios).

2.1.1.4. Desarrollo basado en escenarios

Este método de la Ingeniería de la Usabilidad descrito y recogido en el libro *Usability Engineering: scenario-based development of human-computer interaction* [ROS02a] (propuesto por dos autores de contrastado prestigio en el mundo de la interacción persona-ordenador como son M.B. ROSSON y J.M. CARROLL) se centra en la realidad del desarrollo de

un sistema software —con un caso real como ejemplo que sirve de hilo conductor para el seguimiento del método— para mostrar el uso de los escenarios[7] como base metodológica describiendo cómo interaccionan las personas cuando utilizan sistemas software interactivos y utilizar esta experiencia para hacer de la usabilidad una práctica integrada en el desarrollo de un sistema interactivo.

El método, reflejado en la figura c2_4, se basa en un modelo en el que no existen reglas inflexibles con el análisis, el prototipado y la resolución de problemas en base a la evaluación y la toma de decisiones razonables como base para maximizar el valor del producto final. La técnica del desarrollo de escenarios es la clave del método, siendo éstos utilizados para la representación de todas las etapas del análisis y del diseño del uso.

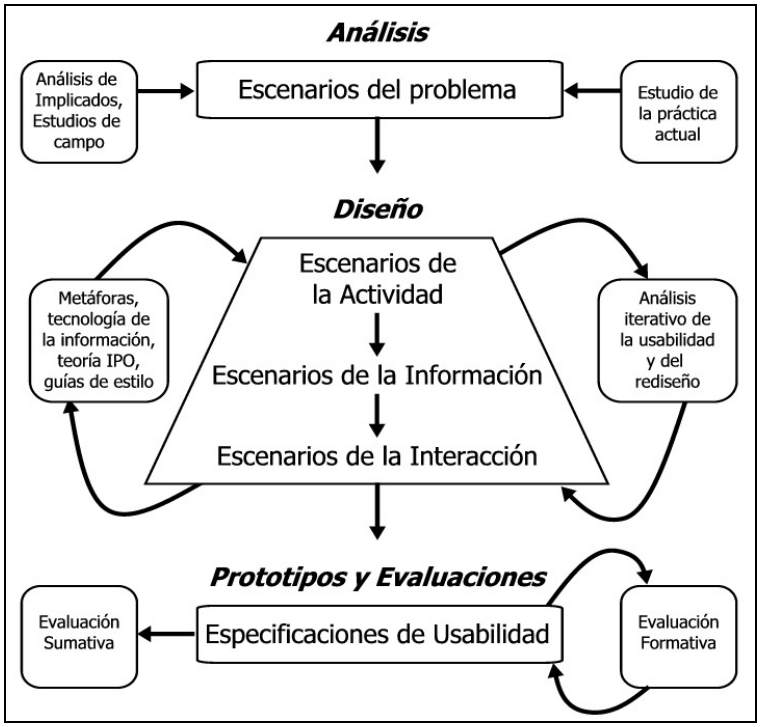


Figura c2_4: Esquema-resumen del marco de trabajo del Modelo de Ingeniería de la Usabilidad basado en el desarrollo de escenarios

Aunque pueda parecerlo, el diagrama no debe entenderse a modo de "cascada", puesto que en cada paso del proceso los escenarios son analizados y transformados para dar apoyo a los diferentes objetivos del desarrollo. La idea es que todas las actividades se realicen de una manera iterativa e intercalada.

[7] La técnica de los escenarios es una de las técnicas de prototipado más utilizadas, que será definida y ampliamente descrita en el Capítulo 5.

En la **fase de análisis**, la sucesiva transformación de los diferentes escenarios que se realizan facilita la reflexión y discusión. En esta fase, escribir una determinada situación de forma descriptiva ayuda a aflorar cuestiones acerca de otras situaciones relativas al escenario descrito.

En este modelo se prioriza el análisis crítico de los escenarios que sucesivamente se van desarrollando y mejorando para inspeccionar todas las características importantes de las situaciones representadas y el impacto de éstas en las experiencias personales de quienes utilizarán dichos sistemas. En el análisis de requisitos estas características corresponden a elementos de la situación actual, y en el momento en el que el escenario pasa de la fase de análisis a la de diseño éste muestra características de la nueva solución propuesta. Las críticas de los escenarios se relacionan con la noción general de aspectos en el diseño, en el que se analizan tanto el impacto positivo como el negativo del sistema para mejorar su usabilidad.

La **fase del diseño** está dividida en tres subpartes o subfases:

- Primero, los desarrolladores prevén la nueva situación con **escenarios representando la actividad** que permiten entrever o imaginar cómo será la situación en el futuro.
- En segundo lugar, el equipo realiza los **escenarios de la información**, que no son más que los escenarios de la subfase anterior con detalles acerca de la información que el sistema proporcionará a los usuarios.
- Y en tercer lugar, se desarrollan los **escenarios de la interacción**, que describen los detalles de las acciones que el sistema ofrece y la realimentación de las personas que las realizan. Cada uno de estos escenarios describe completamente a estas personas, las tareas soportadas por el sistema, la información necesaria para completar cada una de estas tareas, las acciones que las personas realizan para interactuar con la información de la tarea y las respuestas que el sistema les proporciona en cada una de estas acciones o tareas.

Igual que pasaba con el análisis de requisitos, la discusión y la reflexión promovida por los escenarios facilita el diseño final.

La **fase de prototipado y evaluación** aunque, de nuevo, el esquema expresa un sentido lineal de la acción, debe implementarse durante todo el proceso. En cuanto a los prototipos, se basa únicamente en la producción de escenarios como técnica única y factible para representarlo todo, mientras que en cuanto a la evaluación distingue entre la *evaluación formativa* [BAI02], que es desarrollada principalmente para guiar el rediseño, y la *evaluación aditiva*[8], que sirve como función de verificación del sistema.

[8] Ver el apartado 5.6.2.3 en el Capítulo 5.

2.1.1.5. Modelo de Proceso de Usabilidad Pervasiva

El Modelo de Proceso de la Usabilidad Pervasiva (figura c2_5), documentado y detallado en un libro [BRI02] de reciente edición (2002), está totalmente enfocado al desarrollo de aplicaciones interactivas en la web, no obstante, lo tendremos en cuenta debido al impacto actual de este paradigma.

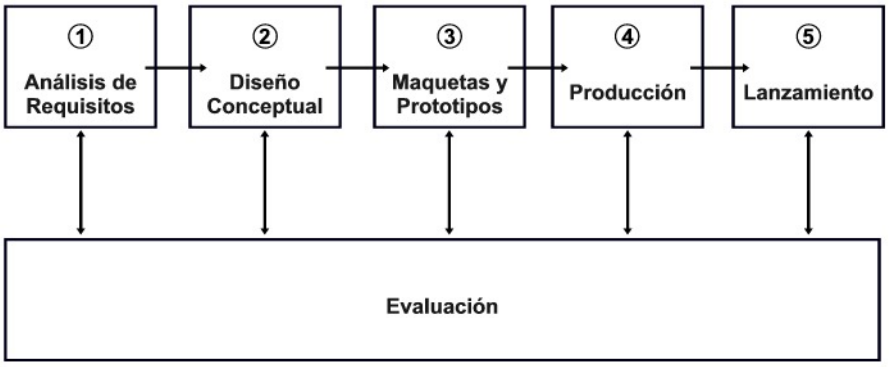


Figura c2_5: Modelo de Proceso de Usabilidad Pervasiva

La evaluación aparece debajo y separadamente para indicar que pueden aplicarse tipos similares de evaluación durante las diferentes etapas del diseño. Esta evaluación incluye evaluar los objetivos de la usabilidad y constituye una garantía para que el diseño satisfaga los objetivos preestablecidos.

Su autor indica que la evaluación es parte de la usabilidad pervasiva, pero ésta, realmente, se encuentra completamente integrada en cada una de las etapas del proceso.

2.1.2. Diferencia entre Ingeniería de la Usabilidad y la Evaluación de la Usabilidad

Este apartado se ha introducido porque durante el proceso de revisión de literatura científica hemos encontrado varias referencias que, según nuestro criterio, claramente *confunden la Evaluación de la Usabilidad de un sistema o aplicación software con el desarrollar la misma siguiendo alguno de los métodos de la Ingeniería de la Usabilidad.*

La Ingeniería de la Usabilidad es una *aproximación metodológica* que permite desarrollar aplicaciones interactivas con el parámetro de la facilidad de uso o usabilidad como objetivo preferente. Ello conlleva aplicar de manera sistemática y práctica métodos apropiados de recogida de requisitos, desarrollo y evaluación de prototipos, evaluación de alternativas, definición y evaluación de objetivos de usabilidad, analizar los usuarios finales e implicarlos tanto en la evaluación de los avances producidos como con todas

las fases en las que el proyecto lo requiera y constituir además equipos multidisciplinares en los que el peso de las responsabilidades parciales recae en la disciplina más adecuada.

Mientras que Evaluar la Usabilidad de un sistema constituye sólo una parte de la Ingeniería de la Usabilidad —que incluye un rango de métodos que una vez aplicados permiten conocer si dicho sistema, interfaz o prototipo, es o no usable— que no conlleva ni mucho menos haber seguido un proceso sistemático para garantizar la usabilidad del mismo, pudiendo incluso evaluarse la usabilidad del sistema en la fase final del desarrollo sin haberla tenido presente para nada a lo largo del desarrollo.

2.2. Ingeniería del Software

Un sistema interactivo se compone básicamente de una parte física (hardware) y de un complejo conjunto de instrucciones (software) que gobiernan funcionalmente las posibilidades que aquella ofrece.

Lo que se conoce como Ciclo de Vida del Software describe el proceso completo del desarrollo del software relativo a un determinado sistema, desde su idea inicial hasta que éste es retirado de circulación.

Esta descripción se establece coordinando una serie de actividades de desarrollo, que son recogidas en una disciplina de la ingeniería conocida como Ingeniería del Software (IS), sobre las que se han basado y siguen basándose los desarrollos actuales de los sistemas computacionales.

2.2.1. Definiciones de Ingeniería del Software

El término de Ingeniería del Software ha sido definido por varios autores y, al igual que hace R. S. PRESSMAN [PRE98], citamos como una de las primeras la propuesta por F. BAUER (1969):

> *La ingeniería del software es el establecimiento y uso de principios robustos de ingeniería con el fin de obtener económicamente software que sea fiable y que funcione eficientemente sobre máquinas reales.*

Esta definición no hace referencia alguna a aspectos como la satisfacción del cliente o de la importancia de realizar mediciones ni de la calidad del producto final.

Posteriormente aparecen nuevas definiciones, siendo hoy en día la más comúnmente aceptada la establecida en IEEE Std 610.12-1990 [IEE93]:

> *Ingeniería de Software: (1) la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del software; es decir, la aplicación de la ingeniería al software. (2) El estudio de enfoques como en (1).*

La Ingeniería del Software, por tanto, no sólo cubre los aspectos puramente tecnológicos de la producción del citado software, sino que conlleva además la gestión de los presupuestos, de proyectos y de los equipos de desarrollo, así como también de la planificación de dichos proyectos.

Comprende, además, un conjunto de tres elementos clave: Los *modelos de proceso* o métodos, las *herramientas* y los *procedimientos*.

Los primeros indican cómo proceder para construir técnicamente software, las herramientas proporcionan el soporte automático o semiautomático para que los ingenieros software puedan desarrollar los métodos, y los procedimientos definen las secuencias de aplicación de los métodos, siendo los que sirven de enlace entre los métodos y las herramientas.

Para cada uno de los tres elementos citados existen varias propuestas que aunque son diferentes pueden combinarse para una mejor adaptación al proyecto o al equipo de desarrollo que lo lleve a cabo.

Algunos autores han dedicado gran parte de su trabajo en recopilar y actualizar toda cuanta información al respecto, publicando varias versiones de libros de Ingeniería del Software que hoy en día son considerados como "clásicos". Los más conocidos son, y sin intención de desmerecer a los demás, R.S. PRESSMAN en [PRE00a] y I. SOMMERVILLE [SOM89][SOM00], contando cada uno de ellos con ediciones constantemente revisadas, actualizadas y reeditadas.

2.2.2. Modelos de Proceso de la Ingeniería del Software

Se entiende por proceso un conjunto organizado de actividades que transforma entradas (*inputs*) en salidas (*outputs*). Las descripciones de un proceso juntan o encapsulan conocimientos que podrán reutilizarse.

Podemos considerar ejemplos de procesos básicos en la vida cotidiana el manual de instrucciones del lavavajillas, un libro de recetas de cocina, el manual o libro de estilo para los empleados de un banco o el manual de calidad para la fabricación de medicamentos.

Y por proceso software al conjunto estructurado de actividades requerido para desarrollar un sistema software (especificación, diseño, desarrollo y validación).

Así pues, un Modelo de Proceso Software consistirá en la *representación abstracta del proceso*, constituyendo una descripción de un proceso software desde una perspectiva particular.

Como se ha mencionado anteriormente, existen varios modelos de proceso que describen cómo proceder eficientemente para la producción de software. A pesar de que no es objeto de este trabajo detallar todos y cada uno de ellos[9], creemos conveniente explicar la idea de algunos de ellos, puesto que por su importancia y/o aceptación han marcado la evolución del desarrollo del software y, sobre todo, porque son necesarios para comprender el modelo de proceso que posteriormente se presenta en este trabajo de investigación.

2.2.2.1. Modelo lineal o modelo en cascada

Las dos figuras siguientes ilustran dos variantes del ciclo de vida más conocido para la Ingeniería del Software, denominado según los autores como "modelo lineal" o "modelo en cascada" (*waterfall model*), que sugiere un enfoque sistemático y secuencial del desarrollo del software que comienza a nivel del sistema y progresa a través del análisis, el diseño, la codificación, la prueba y el mantenimiento.

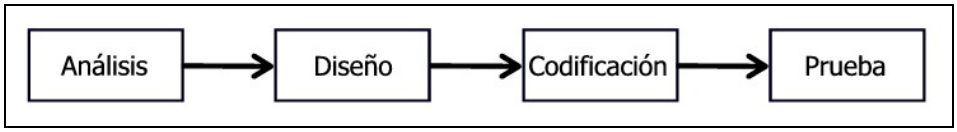


Figura c2_6: Versión 1 del modelo lineal

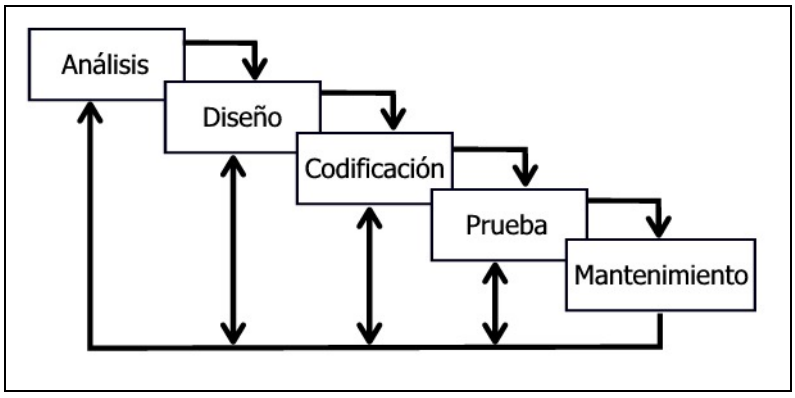


Figura c2_7: Versión 2 del modelo lineal

De los dos esquemas anteriores, más que la misma concepción de una idea, el segundo constituye una versión más evolucionada y realista del primero, proporcionando una

[9] Es muy fácil además encontrar información detallada de todos los métodos en publicaciones especializadas como los libros anteriormente mencionados.

realimentación necesaria en todo proceso software.

Las diferentes fases que abarca son[10]:

Ingeniería y análisis del sistema. Debido a que un sistema software siempre forma parte de un sistema mayor, se comienza estableciendo los requerimientos de todos los elementos del sistema y asignando luego algún subconjunto de estos requerimientos al software. Esta visión del sistema es esencial cuando el software debe interrelacionarse con otros elementos tales como hardware, personas o bases de datos. Esta fase abarca los requerimientos globales a nivel de sistema con una pequeña cantidad de análisis y diseño a nivel superior.

Análisis de los requerimientos del software. El proceso de recogida de los requerimientos se centra e intensifica especialmente en el software. Para comprender la naturaleza de los programas que hay que construir, el ingeniero de software o "analista" debe comprender el dominio de la información del software, así como la función, rendimiento e interfaces requeridas. Los requerimientos, tanto del sistema como del software, se documentan y revisan con el cliente.

Diseño. El diseño del software es realmente un proceso multipaso que se enfoca sobre tres atributos distintos del programa: La estructura de los datos, la arquitectura del software y el detalle procedimental. El proceso de diseño traduce los requerimientos en alguna forma de representación del software. Como los requerimientos, el diseño se documenta y forma parte de la configuración del software.

Codificación (o implementación). El diseño debe traducirse en una forma inteligible para las máquinas, cuya tarea se ejecuta en esta fase del proceso. Si el diseño se realiza de una manera detallada esta codificación se producirá de manera mecánica, mientras que si el diseño ha sido pobre el proceso de codificación será más laborioso y más propenso a errores. El resultado de esta fase es lo que comúnmente se denomina "código" o genéricamente "programa".

Prueba (o test). Una vez que se ha codificado el software comienza la prueba del mismo. Dicha prueba se enfoca sobre la lógica interna del software, asegurando que todas las sentencias se han probado, y sobre las funciones externas, esto es, realizando pruebas para asegurar que la entrada definida producirá los resultados que realmente se requieren.

Mantenimiento. El software sufrirá indudablemente cambios después de que éste sea entregado al cliente. Los cambios ocurrirán debido a:

- Que se han encontrado errores.

[10] Estas fases o etapas no son exclusivas de este modelo: son comunes al resto de métodos y, aunque cada una introduce matices propios, la esencia es la misma.

- Que el software debe adaptarse por cambios del entorno externo (un nuevo sistema operativo, periférico, etc.).
- Que el cliente requiere aumentos funcionales o de rendimiento.

El principal inconveniente del modelo lineal radica en la dificultad de encajar adecuadamente los cambios que se producen durante el proceso.

Otros problemas de este modelo son el particionamiento inflexible de las fases en las que se divide el proyecto software, la dificultad de responder a nuevas necesidades del cliente. Este proceso sólo es válido para el caso ideal en el que los requerimientos están exactamente definidos y detallados desde el principio. La versión 2 del modelo, al tratarse de un modelo iterativo, refleja mejor la realidad del desarrollo software.

2.2.2.2. Modelo de desarrollo evolutivo en espiral

Los modelos evolutivos parten del concepto de que el software, al igual que todos los sistemas complejos, evoluciona con el tiempo [GIL88]. Los condicionantes del producto pueden variar durante el proceso, y éste debe responder eficientemente a la nueva situación.

Estos modelos son repetitivos (iterativos) y se caracterizan por la forma en la que permiten a los ingenieros del software desarrollar versiones cada vez más completas del sistema.

Como es de suponer, existen varios esquemas que dan soporte al concepto del modelo evolutivo, siendo, seguramente, el *modelo en Espiral* [BOH88][PRE00a] el más conocido de ellos.

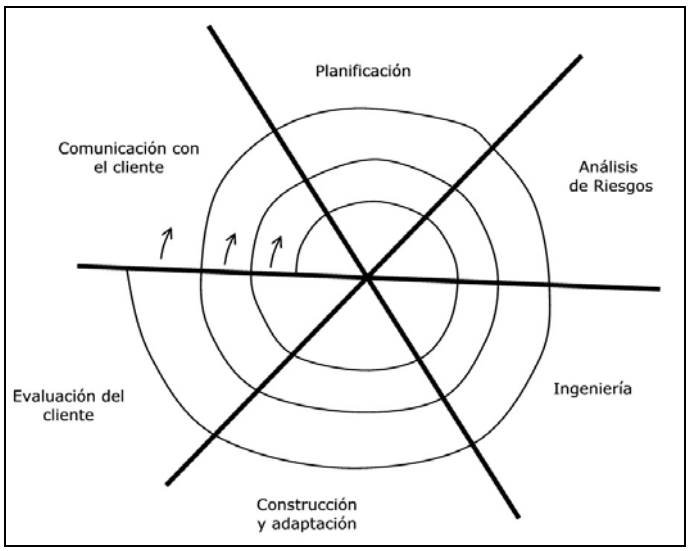


Figura c2_8: Modelo en espiral

Este modelo, que basa su proceso en el *desarrollo rápido de versiones incrementales* del software a implementar, se divide en una serie de regiones de tareas (o actividades de trabajo). Éstas son:

- *Comunicación con el cliente*. Agrupa los aspectos de la comunicación entre el desarrollador y el cliente
- *Planificación*. Definición de los recursos materiales, humanos y temporales del proyecto
- *Análisis de riesgos*. Evaluación y gestión de los posibles riesgos que pueden aparecer durante el desarrollo.
- *Ingeniería*. Construcción de representaciones o prototipos del sistema.
- *Construcción y acción*. Incluye todo lo relacionado con el desarrollo, prueba, instalación y soporte al usuario.
- *Evaluación del cliente*. Obtención de las reacciones del cliente.

Este modelo mantiene el enfoque sistemático de los pasos sugeridos por el ciclo de vida en cascada, pero lo incorpora al marco de trabajo iterativo que refleja de forma más sensata el mundo real [PRE00a].

Los principales problemas de este modelo son la falta de visibilidad del proceso, una pobre estructuración y unos requerimientos técnicos muy específicos, como por ejemplo los lenguajes de prototipado rápido.

2.2.2.3. Modelo de desarrollo evolutivo WinWin

El modelo de desarrollo evolutivo, conocido con el nombre WinWin, que fue propuesto por B. BOHEM [BOH98], es visto como una variación o una evolución del modelo en espiral que, como hemos visto, utiliza una aproximación cíclica para el desarrollo incremental de sistemas software.

WinWin literalmente significa "GanarGanar" y hace referencia a que el desarrollo del proceso software se basa en una *constante negociación entre el cliente y el desarrollador en busca del beneficio mutuo y constante*, o sea, el cliente quiere "ganar" y el desarrollador también quiere "ganar", por lo que el centro de la negociación entre ambos adquiere una especial relevancia en la fase de los requisitos del sistema.

Cada ciclo envuelve cuatro actividades principales:

- Elaboración del sistema o subsistemas y los objetivos, restricciones y alternativas del proceso.
- Evaluar las alternativas respecto a los objetivos y restricciones. Identificar y resolver el mayor número de fuentes de producto y riesgos posibles.
- Elaboración de la definición del producto y del proceso.

- Planificación del próximo ciclo y actualización de la planificación del ciclo de vida. Ello incluye, si es necesario, el particionamiento del sistema en subsistemas a desplegarse en paralelo. Puede incluir, además, la definición de un plan para finalizar el proyecto si éste es de riesgo demasiado alto o no es factible.

Una dificultad proviene de contestar a la pregunta "¿cómo se elaboran los objetivos, las restricciones y las alternativas?". En el modelo WinWin esta tarea se consigue a base de identificar los implicados principales y establecer sus condiciones para "ganar con el sistema". Este concepto es una incorporación importante al modelo en espiral, puesto que si no se determinan estas condiciones podrá desarrollarse un producto funcionalmente correcto pero totalmente insatisfactorio.

Otro aspecto importante que este modelo añade al modelo en espiral es la introducción de una serie de *hitos tangibles* hacia el proceso software. BOHEM describe tres hitos críticos:

a) Objetivos del Ciclo de Vida (OCV)
b) Arquitectura del Ciclo de Vida (ACV)
c) Capacidad Operacional Inicial (COI)

Los OCV ayudan a describir los objetivos del sistema y conducen a la ACV, sirviendo también para elaborar los objetivos iniciales. Los OCV identifican además los objetivos del sistema y la arquitectura muestra lo lejos que estamos de dichos objetivos.

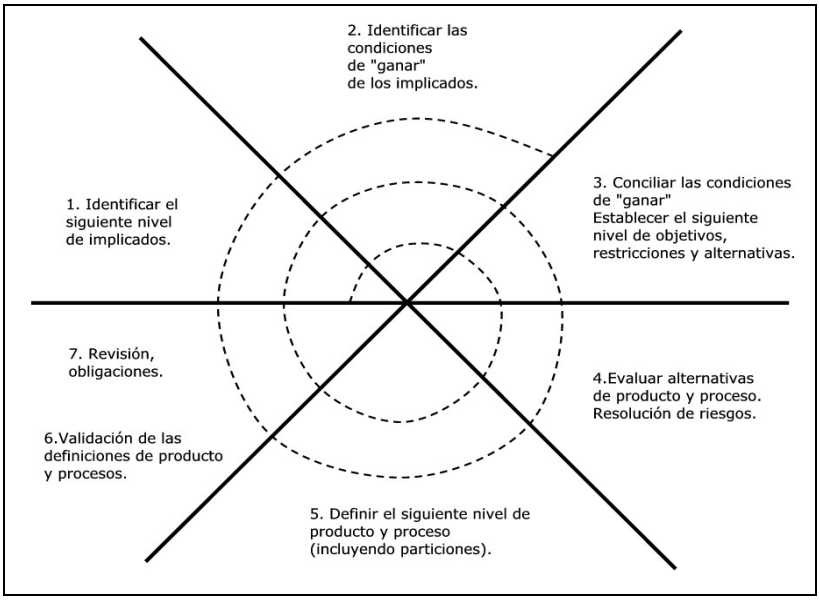


Figura c2_9: Modelo WinWin

2.2.3. La calidad del software

Actualmente los sistemas basados en ordenadores son fundamentales en casi todos los ámbitos de la vida de las personas y su correcto funcionamiento es crucial para el éxito de negocios, de la comunicación entre las personas y para la seguridad de las mismas, por tanto, desarrollar o escoger sistemas software de alto nivel cualitativo constituye un aspecto imprescindible.

La Organización Internacional para la Estandarización ISO definió en el año 1991, entre otros, el estándar ISO/IEC 9126 [ISO91b] que determina los factores que necesita un sistema software para cumplir los parámetros de calidad y el estándar ISO/IEC 14598 [ISO91a] expresando el proceso de evaluación de los mismos.

El concepto de la calidad en sí mismo lo encontramos definido en la ISO/IEC 9126 de la siguiente manera:

> *El conjunto total de características de una entidad (producto, proceso o servicio) que le confieren la capacidad de satisfacer las necesidades establecidas y las necesidades implícitas.*

Por su parte, I. SOMMERVILLE proporciona otra definición que no por ser simple deja de ser precisa:

> *Calidad significa que un producto debe encontrar su especificación* [SOM00].

Las características definidas en ISO/IEC 9126 sirven para las especificaciones de los requerimientos funcionales y también para los no funcionales (calidad interna y externa), tanto desde el punto de vista del cliente como del usuario (calidad en el uso).

La parte primera de dicho estándar [ISO01] define la **calidad interna y externa** de una aplicación basada en los atributos de funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenimiento y portabilidad (figura c2_10) y la **calidad en el uso** basada en las características de efectividad, productividad seguridad y satisfacción (figura c2_11).

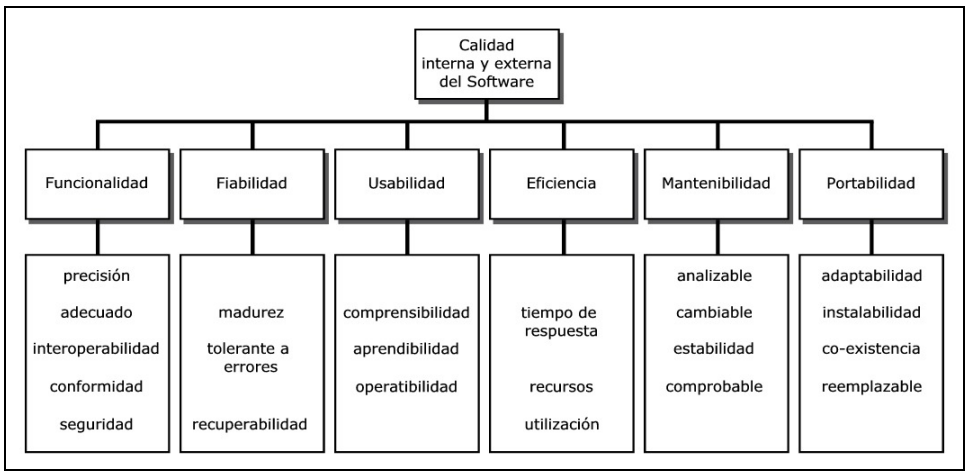


Figura c2_10: Características de la calidad *interna y externa* del software descritas en el estándar ISO/IEC 9126-1

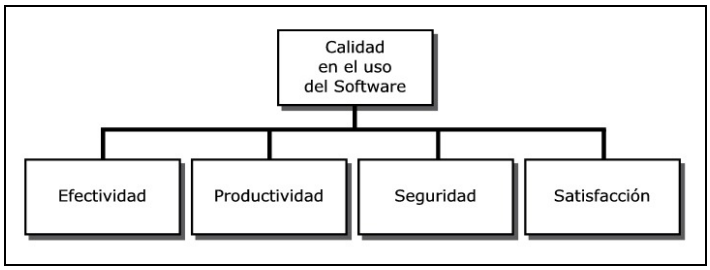


Figura c2_11: Características de la calidad *en el uso* del software definidas en el mismo estándar

El estándar define además un marco de trabajo para el modelo de calidad que explica la relación entre diferentes aproximaciones de calidad en el ciclo de vida del desarrollo software.

2.2.4. Actividades de Protección

Según especifica R.S. PRESSMAN, un proceso software se caracteriza de la siguiente forma [PRE00a]:

- Se establece un *marco común* que define un conjunto de actividades que son aplicables a todos los proyectos con independencia de su tamaño o complejidad.
- Se define un *conjunto de tareas* que permite adaptar las actividades del marco común de trabajo a las características del proyecto y a los requisitos del equipo de desarrollo.

- Se desarrollan una serie de *actividades de protección* que abarcan todo el modelo de proceso, que son independientes de cualquier actividad y estructura, y existen a lo largo de todo el proceso.

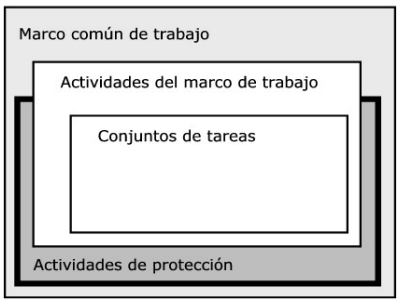


Figura c2_12: Características de todo proceso software

Y las actividades que podemos encontrar en esta última categoría son:

- El seguimiento y control del proyecto.
- Las Revisiones Técnicas Formales (RTFs).
- La Garantía de la Calidad del Software (GCS o *Software Quality Assurance* SQA).
- La Gestión de la Configuración (GC).
- La preparación y producción de documentos.
- La gestión de la reutilización.
- Las mediciones o métricas.
- La Gestión del Riesgo (GR).

Es importante *no confundir estas actividades de protección con las actividades de mantenimiento*, ya que éstas últimas corresponden a una fase del proceso software que empieza una vez el sistema entra en funcionamiento, cuando se ha instalado la versión definitiva del producto. Mientras que las actividades de protección se inician con el inicio del proyecto, continúan una vez instalado y sólo finalizan si el producto deja de dar servicio.

Trataremos a continuación aquellas actividades de protección que tienen relación directa con nuestro trabajo.

2.2.4.1. Gestión de la Configuración (GC)

> *El cambio es un aspecto determinante que inevitablemente se produce durante la vida útil de un producto software.*

Los cambios, como pueden ser la aparición de nuevos sistemas operativos, la necesidad de ofrecer nuevas funcionalidades o cambiar alguna de las existentes, o la aparición de nuevos requisitos, etc., pueden venir ocasionados por una infinidad de factores

internos o externos y se pueden producir en cualquier momento y por cualquier razón.

Y, cuando los cambios aparecen puede producirse una situación de confusión (entre los componentes del equipo de desarrollo) provocada en gran medida por no haber analizado el impacto de dicho cambio. La Gestión de la Configuración (GC) es, como anteriormente se ha citado, *una actividad de protección del software que proporciona el mecanismo necesario para identificar, organizar y controlar las modificaciones que sufre el software que implementa un equipo de desarrollo* [BAB86], constituyendo un conjunto de actividades desarrolladas para gestionar dicho cambio a lo largo de toda la vida del software.

La responsabilidad de la Gestión de la Configuración recae en controlar el repositorio completo de todos los aspectos relacionados con el desarrollo del software, incluyendo documentos, modelos de diseño, bases de datos, código, *scripts* de pruebas, acciones concretas y, en general, cualquier aspecto que pueda ser "debido a" o "provocado por" cualquier cambio.

Wayne BABICH, uno de los autores que más han contribuido a la GC, en la introducción de su libro *Software Configuration Management* [BAB86] expone:

> *Cuando entrego el software al cliente no sólo incluyo la versión de la entrega sino que también incluyo la evolución día a día, minuto a minuto del software realizado por el equipo de desarrollo. Evolución controlada significa que usted no solamente entiende lo que tiene cuando lo está entregando, sino que también entiende lo que usted tiene mientras que lo desarrolla. El control ayuda a obtener la máxima productividad minimizando la confusión cuando un grupo de ingenieros de software trabajan junto en un mismo proyecto* [VEN99].

Las actividades de la Gestión de la Configuración son:

- Identificación del cambio.
- Controlar el cambio.
- Garantizar que el cambio se implementa adecuadamente.
- Informar puntualmente del cambio realizado a todos los interesados.

Otra actividad importante de la GC que aparece como consecuencia lógica de las enumeradas anteriormente es la *Organización de* las diferentes *Versiones* existentes de cada elemento software y de su documentación asociada. La evolución del software en sus diferentes versiones suele representarse en forma de grafo validado por una comisión de personas del equipo de desarrollo conocida como Comisión de Control de Cambios.

El resultado de todo este conjunto organizado de actividades queda permanentemente reflejado en los informes conocidos como *Informes del Estado de la Configuración* que permiten contestar a preguntas del tipo: ¿Qué pasó?, ¿quién lo hizo?, ¿cuándo pasó? o ¿qué más se vio afectado?.

2.2.4.2. Garantía de la Calidad del Software (GCS)

La Gestión de la Calidad del Software, o *Software Quality Assurance (SQA)*, se preocupa de asegurar que se consiga el nivel requerido de calidad de un producto software (ver apartado 2.2.3). Ello conlleva la definición de estándares de calidad apropiados y, por supuesto, que estos se sigan rigurosamente [SOM00].

Si nos centramos en la aplicación de la calidad al desarrollo de software puede asegurarse que las especificaciones de un proyecto suelen ser incompletas, a menudo inconsistentes, y si a ello le unimos además la dificultad que supone evitar ambigüedad en la especificación de algunos requisitos de calidad encontramos que realizar esta especificación resulta ser una tarea dificultosa y muchas veces problemática.

Por tanto, tendremos que a igual que con otras actividades de protección, la GCS tiene a su vez una serie de actividades o tareas a desarrollar que son:

a) Establecimiento de un *plan* de aseguramiento de la calidad del software para el proyecto.
   El plan se desarrolla en la fase inicial del proyecto y es revisado y aprobado por todas las partes implicadas. El plan identifica las evaluaciones, auditorias y/o revisiones a realizar, así como los estándares a seguir o a aplicar, qué procedimientos de información y de corrección de errores se implementaran y como se realizará la documentación.

b) Realizar sistemáticamente el *control* de la calidad, asegurando que los procedimientos y estándares determinados son seguidos por el equipo de desarrollo del software.
   Para ello se realizan una serie de revisiones conocidas como Revisiones Técnicas Formales (RTF) aplicadas en diversos momentos del proceso que tienen como objetivos principales:

   - Descubrir errores.
   - Verificar que el software alcanza los requisitos.
   - Verificar que se siguen los estándares acordados.
   - Cuidar la uniformidad del software desarrollado.
   - Velar por la manejabilidad del proyecto.

Estándar de calidad ISO 9000

La normativa ISO 9000 constituye un conjunto de estándares internacionalmente aceptados para la gestión de la calidad aplicables a un rango de ámbitos de muy diversa tipología, abarcando desde aquellas organizaciones que se dedican a la fabricación de cualquier producto hasta las que proporcionan servicios o productos a partir de procesos altamente industrializados.

La familia ISO 9001 constituye la parte de la normativa ISO 9000 aplicable a

organizaciones que realizan tareas de diseño, desarrollo y manutención de productos estableciendo un modelo genérico de proceso de calidad que debe ser instanciado por las propias organizaciones [INC94].

La normativa genérica ISO 9000 no es específica para la industria del software, aunque para ésta dispone de unos apartados determinados:

- ISO 9000-3. *Guidelines for Application of ISO 9001 to the Development, Supply and Maintenance of Software.*
- *ISO 9004-2. Quality Management and Quality System Elements —Part 2—*. En este documento se detallan las directrices a adoptar para proporcionar el soporte a los usuarios por parte del software.

Además de estos fragmentos más específicos del ámbito del desarrollo software, es importante también la parte de la ISO 9001 denominada *Quality Systems-Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing*, que describe el sistema de calidad utilizado para mantener el desarrollo de un producto que implique su diseño, tal y como pasa en la implementación de soluciones software.

El aseguramiento de la calidad y los estándares

El enorme esfuerzo que supone adoptar estándares en la gestión de proyectos supone un inmenso trabajo que no se realizaría si realmente no fuese visto como una herramienta verdaderamente potente que apoya la gestión eficaz de los proyectos software obteniendo mejoras apreciables en la calidad de los mismos. Adoptar, por tanto, estándares constituye un factor clave para la gestión efectiva de la calidad.

Uno de los aspectos importantes de definir y aplicar estándares a un proyecto o al desarrollo de un producto —que pueden ser de tipos muy diversos (internacionales, nacionales, organizacionales o simplemente particulares relativos al proyecto) radica en el hecho que define una serie de características comunes que deben exhibir todos los componentes, a la vez que define cómo el proceso software debe ser representado.

Con la adopción de estándares se proporciona un nivel de "encapsulación" que, entre otros factores, evita la repetición de errores que en su día ya fueron detectados y solucionados. Garantizando además la continuidad del proceso aunque cuando éste sea gestionado por nuevos y diferentes equipos humanos.

De todas formas, los equipos de desarrollo software encuentran una serie de problemas cuando aplican los estándares, siendo los siguientes algunos de estos problemas:

- La tecnología avanza a un ritmo tan vertiginoso que parte de estos estándares están rápidamente desfasados.

- El seguimiento de los estándares a menudo se abandona porque implica demasiado esfuerzo burocrático.
- Aunque existen algunas herramientas software destinadas a la gestión de la calidad, en realidad su implantación suele realizarse mediante procesos "manuales", lo que favorece, como hemos visto antes, al abandono de los procesos.

2.2.4.3. Gestión del Riesgo (GR)

> El riesgo es inherente a toda actividad humana y como no podemos eliminarlo tenemos la obligación de reducirlo al máximo.

Se define el riesgo como la posibilidad de sufrir pérdidas o lesiones y la siguiente expresión matemática sirve para definir la exposición del riesgo:

$$ER = P(RI) * P(LO)$$

Donde, ER es la Exposición al Riesgo, P(RI) es la Probabilidad de un Resultado Insatisfactorio y P(LO) representa las pérdidas de las partes afectadas si se produce el resultado insatisfactorio[BOH91].

Ejemplos de resultados insatisfactorios incluyen acabar fuera del plazo previsto, sobrepasar el presupuesto, funcionalidad incorrecta, requisitos no funcionales de difícil comprobación, interfaz de usuario insatisfactorio y de calidad pobre [BOH91].

El desarrollo de software no está ni mucho menos exento de un elevado número de riesgos que pueden hacer fracasar el proyecto. La IS propone la actividad de protección del software conocida como la *Gestión del Riesgo* (GR) que, como su nombre indica, trata de gestionar de manera eficiente todos los aspectos relativos a la identificación de los posibles riesgos con la finalidad de minimizar el impacto final de los mismos.

La Gestión del Riesgo está compuesta por dos tareas principales:

- *La valoración del riesgo*
  Para ello se procede a la identificación de los riesgos posibles para poderlos analizar y posteriormente gestionarlos intentando minimizar su impacto.

  Para identificar los posibles riesgos que un proyecto puede sufrir se procede a la realización de una lista en la que se identifican los posibles factores que pueden comprometer el éxito del proyecto.

  Posteriormente, se analiza para cada ítem de la lista el riesgo concreto valorando la probabilidad de la pérdida y su magnitud.

- *El control del riesgo*
  Dicho control se realiza en base a una planificación que expone las actividades

necesarias para poner los factores de riesgo identificados bajo control. Para ello se cuenta con actividades como prototipos, simulaciones, modelados, ajustes, etc. Todos los planes de la gestión deben integrarse para, en lo posible, reutilizar partes de cada uno y descomponer en factores en la planificación total [BOH91].

Con ello los factores de riesgo son eliminados o resueltos en beneficio del proyecto.

Esta faceta de los proyectos software es tan crucial que puede hacer fracasar cualquier proyecto técnicamente perfecto.

Un informe del Parlamento Inglés acerca de la mejora de los proyectos relacionados con la Tecnología de la Información (TI) del año 2000 [PAC99] apunta en una de sus conclusiones que:

La gestión de los proyectos de TI en manos de expertos gerentes es esencial para asegurar que sean entregados a tiempo y de acorde al presupuesto preestablecido. Pero la correcta implementación de los sistemas TI pasa por la imaginación y una perfecta gestión del riesgo junto a una metodología precisa de gestión.

Principios de la Gestión del Riesgo.

El *Carnegie Mellon Software Engineering Institute* (SEI) propone siete principios como marco de trabajo para conseguir una gestión del riesgo efectiva [SEI02]:

Perspectiva global	- Visión del desarrollo del software en el contexto de la definición, el diseño y el desarrollo de grandes niveles de sistemas. - Reconocimiento del valor potencial de la oportunidad y del impacto potencial de los efectos adversos.
Previsión	- Pensando en el mañana, identificando dudas, anticipando resultados potenciales. - Gestionando recursos de proyectos y actividades mientras anticipamos dudas.
Comunicación abierta	- Favorecer el libre flujo de la información entre todos los niveles del proyecto. - Activar todos los niveles comunicación, formales, informales e improvisados. - Uso de procesos que valoren las opiniones personales (llevando el conocimiento y la perspicacia personal para identificar y gestionar el riesgo).
Gestión integrada	- Hacer de la gestión del riesgo una parte vital integrada de la gestión del proyecto. - Adaptando los métodos y técnicas de la gestión del riesgo a la infraestructura y cultura del proyecto.
Proceso continuo	- Vigilancia constante. - Identificación y gestión rutinaria de riesgos durante todas las fases del ciclo de vida del proyecto.

Visión compartida del producto	- Visión mutua del producto basada el propósito común, la propiedad compartida y la comunicación colectiva. - Enfoque sobre los resultados.
Equipo de trabajo (o desarrollo)	- Trabajando cooperativamente hacia la consecución de un objetivo común. - Reunión de talentos, de habilidades y de conocimiento.

Tabla c2_1: Principios de la Gestión del Riesgo detallados por el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon

2.3. El paradigma web

Indistintamente, utilizamos los términos *Internet* o *web*[11] para hacer referencia al medio que facilita la interacción entre los individuos. No es un fin ni una aplicación, sino que se trata de un mecanismo multidireccional que posibilita que todas las personas interactuemos globalmente. Nos permite redefinir nuestra relación con el resto del mundo dinamizando las relaciones entre las empresas y redistribuyendo el conocimiento entre las sociedades [DUR03].

Es innegable que Internet ha cambiado y está cambiando muchos aspectos del mundo en el que vivimos y la importancia de este cambio sólo es comparable a las revoluciones industriales de los siglos XVIII y XIX.

La web representa un "nuevo" paradigma de interacción que se ha extendido entre las personas de todos los rincones la tierra. Su crecimiento ha sido tan espectacularmente rápido que ha provocado la inexistencia de estándares (o que los existentes sean confusos y complicados) y una distribución asimétrica del grado de implantación en distintas capas sociales y partes del planeta que fácilmente puede confluir en la tan temida fractura digital.

El vacío comentado en el párrafo anterior se ve ampliado cuando deseamos, además, desarrollar aplicaciones para entornos web bajo los conceptos de la usabilidad y/o de la accesibilidad.

Este apartado pretende introducir los aspectos más significativos a considerar con influencia directa en este trabajo para poder desarrollar aplicaciones interactivas en el paradigma web con la predominancia de estos parámetros de usabilidad y de accesibilidad.

[11] *Internet* y *web* son palabras con significados diferentes que debido a su uso habitual pueden considerarse como sinónimos. Comúnmente son indistintamente utilizadas para designar un mismo contexto.

2.3.1. Algunas características de los sitios web

El perfil de los usuarios de las aplicaciones informáticas ha cambiado mucho desde la aparición de Internet; el abanico de posibilidades se amplía enormemente. La inmediatez y globalización hacen que el perfil genérico del usuario de un sitio web sea diferente y que exista una gran diversidad de conocimientos, necesidades y formas de acceder a los servicios.

Con la aparición y enorme explosión de los sistemas web apareció un nuevo conjunto de conceptos, como los enlaces (*links*), las páginas (*web*), los navegadores (*browsers*), la inmediatez, la audiencia, la arquitectura de la información, la navegación, etc., que se han ido añadiendo a nuestro vocabulario diario. Las concepciones tradicionales de distancia y tiempo de repente desaparecen para generar un espacio donde no existe ni la separación espacial ni la temporal.

Los sitios web constituyen hoy en día la mejor interfaz de integración de servicios a la vez que conecta a las personas u organizaciones formando las denominadas Redes Sociales [GAR97] y las "*comunidades virtuales*, *comunidades online* o *e-communities*" [PRE00b], en las cuales confluyen usuarios de culturas y estilos de de vida antagónicos utilizando una amplia variedad de tecnologías y diferentes vías de acceso [PRE04].

Hay que tener en cuenta que aproximadamente el 50% del código se dedica a la interfaz [BRI02] aunque en el paradigma web este factor se incrementa enormemente (hay un gran número de sitios web que el 90% de los mismos no son más que elementos visuales puramente estéticos, o sea, elementos de la interfaz).

2.3.2. La Arquitectura de la Información

La Arquitectura de la Información (AI) es un concepto que aparece como consecuencia y respuesta lógica al desarrollo masivo de Internet, que proporciona un medio altamente eficaz para distribuir contenidos de información que si no se organiza de forma eficaz puede acabar como William POLLARD vaticina:

> *La información es una fuente de conocimiento. Pero, si no está organizada, procesada y disponible para las personas en un formato que les permita tomar decisiones, más que un beneficio es un estorbo* [POL00].

Esta frase nos hace reflexionar sobre el papel que realmente desempeñan los contenidos y su adecuada organización para que éstos sean utilizables eficientemente por los usuarios finales.

La actividad de la Arquitectura de la Información es la respuesta técnica a la realidad de Internet, en la que se ha evidenciado que la clave del éxito del servicio no está en el diseño gráfico o la eficiencia del software utilizado sino en los contenidos.

Encontramos, por otra parte y sin ser conscientes de ello, en la vida cotidiana numerosos casos de ejemplos en los que se ha aplicado la AI: ¿Seríamos capaces de encontrar un determinado libro en la biblioteca municipal si todos estuvieran amontonados y revueltos?, ¿podría dejar el cartero nuestro correo sin una organización detallada de los continentes, países, provincias, localidades, calles y números?, etc.

La AI es, por tanto, sumamente determinante para conseguir que un sistema de información como la web sea efectivo y fácil de utilizar.

2.3.2.1. Concepto

El concepto o actividad denominada como Arquitectura de la Información, aunque es relativamente nuevo, dispone de varias definiciones propuestas por algunos de los principales autores y/o investigadores que desarrollan actividades habituales en este campo.

Las definiciones más comúnmente aceptadas son, por una parte, la que K. HAGEDORN aporta, que define la AI como:

> *El arte y la ciencia de organizar información para ayudar a las personas a desempeñar eficientemente sus necesidades de información. Ello conlleva investigación, análisis, diseño e implementación* [HAG00].

Y por otra, la que detallan Louis ROSENFELD y Peter MORVILLE en la segunda edición de su libro *Information Architecture for the World Wide Web*, que la definen en base a tres conceptos o subdefiniciones [ROS02b]:

> *1.- La combinación de organización, etiquetado y esquemas de navegación dentro de un sistema de navegación.*
>
> *2.- El diseño estructural de un espacio de información que facilite la finalización de tareas y el acceso intuitivo a los contenidos.*
>
> *3.- El arte y la ciencia de estructurar y clasificar los sitios web y las Intranets para ayudar a las personas a encontrar y gestionar la información.*

Vemos pues que ambas definiciones hacen referencia intrínseca a la importancia de la estructura u organización como expresión de un sistema de información accesible, mayoritariamente, a través de los sitios web.

2.3.2.2. Elementos básicos de la Arquitectura de la Información

Tal como ROSENFELD destaca, la AI agrupa *usuarios* y *contenido* en un determinado *contexto* de uso o negocio.

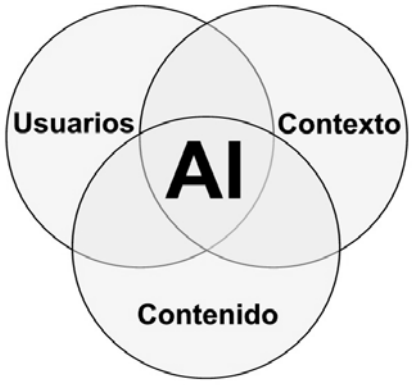


Figura c2_13: Elementos clave de la Arquitectura de la Información

Por tanto, para implementar una AI deben confluir tres elementos claves para los que debemos ser capaces de responder a las siguientes preguntas:

Para los **Usuarios**	- ¿Cuáles son las motivaciones que llevan a los usuarios a visitar nuestro sitio? - ¿Qué quieren los usuarios de este sitio?, y ¿qué necesitan de él? - ¿Quiénes son? y ¿qué audiencias son más importantes? - ¿Cómo navegan[12]? - ¿Qué términos utilizan para navegar, buscar y clasificar la información? - ¿Cuáles son sus necesidades de información?
Para el **Contenido**	- ¿Cómo puedo organizar el contenido que tengo? - ¿Qué contenido tiene valor? - ¿De qué contenido puedo deshacerme? - ¿Cómo pueden emerger las respuestas del contenido que tengo? - ¿Cómo debe el contenido ser organizado y etiquetado?
Y, para el **Contexto**	- ¿Quién, dentro de la organización, tiene poder de tomar decisiones? y ¿qué quieren del sitio? - ¿Qué factores culturales y/o políticos pueden afectar a la arquitectura? - ¿Hay similares experiencias previas?, ¿acabaron bien? ¿por qué? - ¿Con qué recursos contamos (humanos, económicos, tiempo, tecnológicos)? - ¿Cómo la arquitectura será sostenida y mantenida? - ¿Están preparados para la AI?

Tabla c2_2: Elementos clave de la Arquitectura de la Información

Estos tres elementos forman la base del Diagrama en Iceberg [MOR00] (figura c2_14), cuyo autor sostiene que la mayoría de las personas que navegan por Internet sólo ven

[12] El término navegación ha adoptado un nuevo significado con la irrupción de Internet. En este contexto, navegación está asociado con el propio significado del uso de este paradigma: *el usuario va "navegando" en un mar de páginas dispuestas en un océano de servidores que están relacionados por una innumerable cantidad de enlaces.*

la identidad, el esquema, los contenidos y las funcionalidades que la interfaz les proporciona, que tan sólo constituye la punta de un enorme iceberg que esconde "bajo el nivel del agua" una gran cantidad de trabajo realizado por los arquitectos de la información a partir de entender las necesidades y el comportamiento de los usuarios, de estructurar el significado del contenido teniendo presente el contexto (cultural, tecnológico, etc.) relacionado.

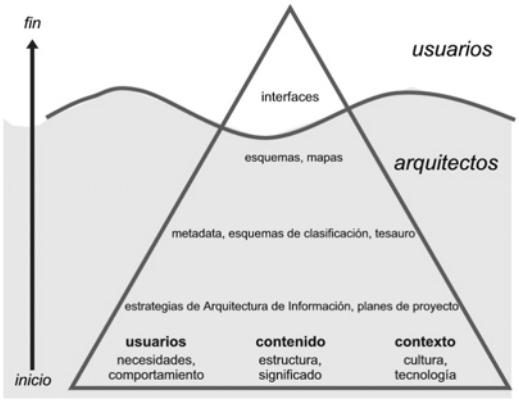


Figura c2_14: Diagrama en Iceberg de la AI

Bajo la superficie los arquitectos de la información crean estrategias organizativas y esquemas de diseño clasificatorios que se comunican con la ayuda de estructuras entrelazadas (*wireframes* y *blueprints*).

2.3.2.3. La Arquitectura de la Información como disciplina

Actualmente la AI es vista como una disciplina con entidad propia que tiene muchos rasgos en común con la IPO. Esto se debe a que a ambas están formadas por grupos interdisciplinares de personas que tratan con los aspectos comunicativos de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC).

Así, podemos indicar campos que nos relacionan con el conocimiento del **usuario,** como la psicología cognitiva, la etnografía, el marketing, la comercialización (*merchandaising*); con el conocimiento de los **contenidos** tenemos el periodismo, la gestión de bases de datos, la comunicación audiovisual, las comunicaciones, la recuperación de información, la bibliotecología o de las ciencias de la documentación. Y en relación al **contexto** tenemos la psicología organizacional, la ingeniería de operaciones, la gestión de negocios o el análisis de las redes sociales.

2.4. Ingeniería de Requisitos

El éxito o el fracaso de un nuevo sistema interactivo depende en gran parte del correcto encaje de la siempre cambiante, y a veces frustrante, definición de los requisitos [BOH01]. Comenta A. SUTCLIFFE en la introducción de [SUT02] que los requisitos son una parte ubicua de nuestras vidas que está completamente relacionada con la comunicación:

> *El problema requisitos-comunicación aparece constantemente cuando nos esforzamos en expresar nuestras propias necesidades a otras personas. (…) Las personas detectamos por primera vez el problema tan sólo unas horas después de nacer. Lloramos para expresar unos requisitos físicos que aunque suelen ser para reclamar alimento los padres no tienen la certeza de que el motivo sea éste. Aparece un problema de comunicación en el que una persona (el bebé) comunica (llorando) a otras personas (sus padres) sus requerimientos. Pero los receptores del mensaje (los padres) no siempre son capaces de interpretarlo; el grito de un bebé es ambiguo* [SUT02].

Los requisitos en la Ingeniería del Software adquieren una importancia relevante al constituir la manera de relacionar las necesidades de los usuarios de los sistemas con los que tienen que construirlos.

2.4.1. Requisitos, ¿qué son?

Lo primero que nos preguntaremos para entender acerca de la Ingeniería de los Requisitos será, precisamente, ¿qué son los requisitos de un sistema interactivo?.

Formalmente se definen como las *descripciones de cómo el sistema debe comportarse, la información acerca del dominio de aplicación, las restricciones operativas del sistema y las especificaciones de las propiedades o atributos del sistema* [KOT97]; con los requisitos se pretende averiguar qué es lo que la gente quiere de un sistema y entender cuáles son sus necesidades en términos de diseño.

En el ámbito de los sistemas basados en ordenadores entender acerca de los requisitos no se limita tan sólo a entender las necesidades de los usuarios sino que se extiende a entender las implicaciones del dominio y conocer aquello que es realizable. Por tanto, analizar los requisitos de un sistema interactivo supone el determinar, enumerar y clasificar todas las características, capacidades y restricciones que este debe cumplir o al que se ve sometido.

Los requisitos de los sistemas interactivos suelen estar enfocados en el **qué** debe hacer el sistema y no en cómo debe hacerlo, por lo que suelen clasificarse básicamente en *requisitos funcionales* y *no funcionales*, aunque también obedecen a criterios de prioridad (esenciales, deseados y deseados pero de baja prioridad —"estaría bien tenerlos"—).

2.4.2. Importancia de los requisitos

Esta fase es tan inmensamente crítica e importante que de ella dependerá la buena continuación del proyecto. Jared SPOOL argumenta en [BAI02] que si se hace un buen trabajo en esta fase repercutirá directamente a disminuir el número de iteraciones necesarias para conseguir el proceso global. Esto en definitiva se trata de dinero, ya que se invertirá menos tiempo y menos recursos.

- **Mitos del desarrollo software**
  El desarrollo del software —como casi cualquier otra disciplina o ámbito de la vida— tiene sus propios *"mitos"* los cuales, cuestionables o no, tienen cierta influencia en el desarrollo de una aplicación interactiva.

  Encontramos mitos tanto desde el punto de vista del desarrollador, del gestor, como del cliente.

  Centrémonos en estos últimos. Los mitos del cliente conducen a que éste se cree una falsa expectativa acerca del producto final, conduciendo irreversiblemente a la insatisfacción hacia la solución aportada por el desarrollador del software.

  Estos son los mitos más relevantes con relación a los clientes [PRE98]:

  Mito: Una declaración general de los objetivos es suficiente para comenzar a escribir los programas. Podemos dar los detalles más adelante.
  Realidad: Una mala definición inicial es la principal causa del trabajo baldío en software.

  Mito: Los requisitos del proyecto cambian continuamente, pero los cambios pueden acomodarse fácilmente, ya que el software es flexible.
  Realidad: Es cierto que los requisitos cambian, pero el impacto del cambio varía según el momento en el que éste se introduzca. La figura c2_15 ilustra perfectamente el impacto que produce al coste final de los cambios con relación a la fase del desarrollo del producto.

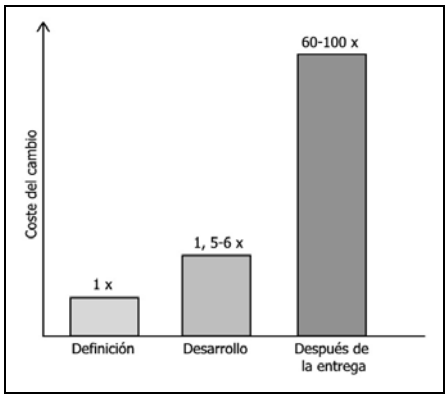


Figura c2_15: Representación del impacto del coste de realizar cambios en función de la fase de desarrollo del sistema en el que éste se produce

2.4.3. Personas, comunicación y requisitos

Una de las principales razones por las que no resulta fácil realizar el análisis de los requisitos simplemente se debe a que el simple hecho de "tratar con personas" es en esencia una tarea difícil. Cada uno tenemos puntos de vista particulares e ideas propias, pues inconscientemente realizamos muchas acciones de manera espontánea o rutinaria mientras que otras, voluntariamente, las ejecutamos en la privacidad [SUT02].

Así pues, la práctica del análisis de requisitos se enfrenta con los problemas propios de la comunicación humana como son:

- El *conocimiento tácito*: Normalmente nos resulta muy difícil o imposible describir el proceso que seguimos para la ejecución de aquellas acciones que realizamos con cierta frecuencia. Ello simplemente se debe a que debido al conocimiento adquirido de las mismas nuestra mente no es consciente de que las estamos llevando a término, se realizan de manera automática.
- La *ambigüedad*: A pesar de que disponemos de suficientes mecanismos de comunicación frecuentemente expresamos nuestras conductas y pensamientos inadecuadamente de manera que obtenemos expresiones ambiguas y enigmáticas que dan lugar a varias posibles interpretaciones.
- Las *actitudes y* las *opiniones particulares*: Las vivencias particulares, las creencias religiosas y/o políticas, la tradición familiar y cultural o las aficiones son algunos de los aspectos que influencian la manera de llevar a cabo determinadas acciones y de dirigir las opiniones sobre las cosas [HOF97].

De ahí que, aunque contemos con usuarios honestos y cooperantes, el equipo encargado de realizar el análisis de los requisitos difícilmente conseguirá un conjunto de necesidades y de requerimientos preciso y "honesto". Consecuentemente este equipo precisará de expertos en campos de conocimiento tan diverso como la psicología y la sociología.

2.4.4. El análisis de los requisitos como disciplina de ingeniería

La Ingeniería de los Requisitos (IR) es un término relativamente nuevo que cubre el conjunto global de las actividades relacionadas con el descubrimiento, la documentación y el mantenimiento del conjunto de requisitos concernientes a un sistema interactivo.

De varias definiciones de la IR [SOM89][DUB83][BUB93] la que, a nuestro parecer, es la que proporciona el mejor enunciado es la propuesta por [ZAV95]: *La IR es la rama de la IS que se preocupa de los objetivos reales del mundo, de las funcionalidades y de las restricciones de los sistemas software. Ésta también se preocupa de la relación entre estos factores precisando especificaciones del comportamiento del software y acerca de su evolución con el tiempo.*

Los **objetivos** principales de la IR pueden resumirse en los siguientes puntos [SUT02]:

- Capturar un conjunto completo de requisitos de los usuarios.
- Analizar detalladamente los requisitos de los usuarios, encontrar todas las implicaciones de los mismos y comprenderlas.
- Especificar cómo estos requisitos deberán manifestarse durante el diseño del sistema.
- Completar el análisis de los requisitos con un conjunto de restricciones aceptable en términos temporales y económicos.

2.4.4.1. Modelos de Proceso de la Ingeniería de Requisitos

A pesar de la que la IR es una disciplina con menos tradición que la IS, existe un conjunto de trabajos interesantes que proponen modelos de proceso con los que afrontar el reto de la ingeniería de los requisitos del desarrollo de sistemas interactivos.

No es objetivo prioritario para este trabajo conocer y detallar ninguno de los modelos de la IR existentes, aunque debido a que una parte importante del trabajo presentado recae en las bases de esta ingeniería sí que resulta útil tener una visión global de los mismos.

A continuación, veremos alguno de los modelos que han influido en la propuesta presentada en esta tesis.

El modelo de POHL

El modelo de POHL [POH97], que puede observarse en la figura c2_16, es un modelo iterativo en el que se definen las cuatro actividades básicas: Se asume una secuencia en la que los requisitos son *elicitados*, a continuación son *negociados* entre los participantes, se *integran* con el resto de la documentación y finalmente se *validan y verifican* para asegurar que no presentan conflictos con los demás requisitos y que se corresponden con las necesidades reales de los clientes y usuarios [DUR00].

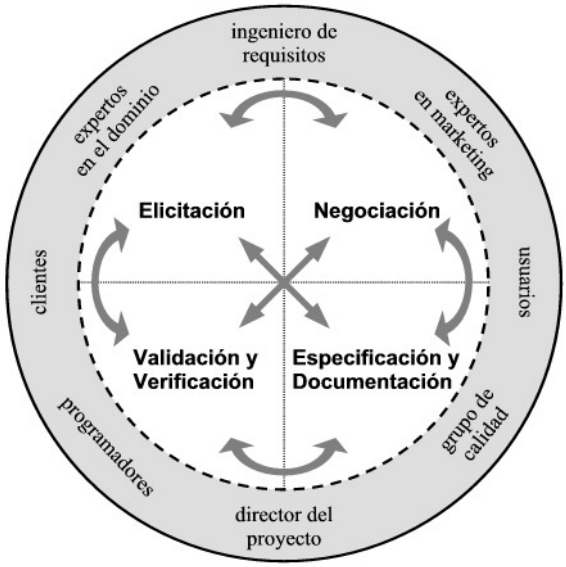


Figura c2_16: Modelo de Proceso de la Ingeniería de Requisitos propuesto por POHL

- **Elicitación de requisitos**
  El objetivo de la elicitación es *hacer explícito el conocimiento oculto sobre las necesidades de clientes y usuarios y el sistema a desarrollar de forma que todos los participantes en el problema sean capaces de entenderlo.*

  En este modelo se asume implícitamente que durante la realización de las actividades de elicitación es necesario *identificar las fuentes de información*, *conocer el dominio del problema*, *reutilizar especificaciones* de requisitos *similares* y utilizar las *técnicas habituales de elicitación* como son las entrevistas, casos de uso, cuestionarios, prototipos, etc.

- **Negociación de requisitos**
  El objetivo de esta actividad es alcanzar acuerdos entre todos los participantes sobre los requisitos elicitados en la actividad anterior, avanzando en la dimensión de acuerdo del proceso.

  Para ello, el método propone tener en cuenta cuatro factores:

  - Hacer explícitos los conflictos y evitar los conflictos emocionales entre los participantes.
  - Hacer explícitos para cada conflicto las alternativas, las argumentaciones y las razones subyacentes que los provocan.
  - Tomar las decisiones correctas a partir de un consenso en los resultados de la negociación entre la mayoría de los participantes.
  - Asegurarse de involucrar a las personas adecuadas en el momento adecuado y evitar las renegociaciones innecesarias.

- **Especificación/Documentación de requisitos**
  En esta actividad deben documentarse los requisitos elicitados y negociados, para lo que POHL propone que no se utilice una sola notación, sino tantas como sea necesario para que todos los participantes lo entiendan.

- **Validación/Verificación de requisitos**
  En esta actividad se *validará* la correspondencia entre los requisitos documentados con las necesidades de los clientes y usuarios y se *verificará* que la especificación cumple los criterios de calidad oportunos.

  El método propone recurrir a los prototipos para los aspectos de validación y verificaciones formales para la verificación.

Modelo Iteración de Actividades

El modelo de proceso de ingeniería de requisitos denominado *Iteración de Actividades* se encuentra perfectamente definido en la memoria de la tesis doctoral desarrollada por A. DURÁN en [DUR00] y, a nuestro parecer, supone uno de los mejores trabajos en este ámbito realizados que aporta la base metodológica necesaria para realizar una correcta ingeniería de requisitos[13].

Esta propuesta, conceptualmente basada en el modelo de POHL y que podemos ver en la figura c2_17, consta de tres actividades principales, *elicitación*, *análisis y validación*, y su principal característica es la *iteratividad*.

[13] En realidad el método presentado en la tesis de A. DURÁN referenciada no menciona explícitamente ningún nombre concreto para su metodología. No obstante, hemos deducido el nombre Iteración de Actividades a partir de algunos comentarios en el texto y el pie de la figura del esquema del modelo.

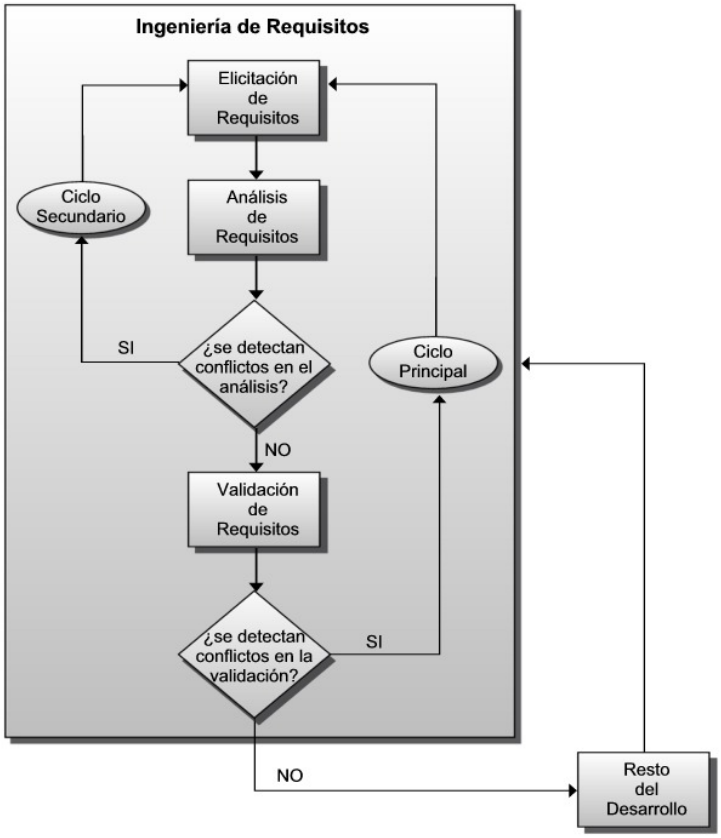


Figura c2_17: Modelo Iteración de Actividades

La **iteratividad** se ofrece mediante tres *ciclos de iteración*: Dos internos al proceso y uno de externo.

- **Ciclo de iteración *elicitación–análisis–validación***
  El ciclo principal elicitación-análisis-validación es un ciclo interno que indica la posibilidad que durante el proceso de validación de los requisitos por parte de los clientes y usuarios aparezcan conflictos o nuevos requisitos que hasta entonces estaban ocultos. En esas circunstancias, es necesario resolver dichos conflictos y consensuar los nuevos requisitos mediante nuevas reuniones de elicitación/negociación, repitiendo a continuación las actividades de análisis y validación.

- **Ciclo *elicitación–análisis***
  El segundo ciclo interno, elicitación-análisis, es un ciclo que indica la posibilidad que durante la realización del análisis de los requisitos elicitados se descubran conflictos o deficiencias en dichos requisitos, lo que puede provocar la necesidad de nuevas reuniones de elicitación-negociación y el posterior análisis de sus resultados.

- **Ciclo ingeniería de *requisitos–resto del desarrollo***
  El tercer ciclo, entre la ingeniería de requisitos y el resto del desarrollo, muestra la posibilidad de que durante el resto del desarrollo sea necesario volver a alguna de las actividades de ingeniería de requisitos, posiblemente porque se detecte la necesidad de renegociar algunos requisitos de difícil implementación, porque aparezcan nuevos requisitos durante el desarrollo, etc.

Y las **actividades** son:

- La **elicitación**
  Esta actividad, considerada por el propio autor como la más destacada, es la que mantiene la interacción entre clientes y usuarios con los ingenieros de requisitos. Los principales objetivos de la misma son *conocer el dominio del problema*, *descubrir las necesidades reales de clientes y usuarios* y *consensuar los requisitos* entre los mismos.

- El **análisis** de requisitos
  Esta actividad, que tradicionalmente ha sido considerada como la más importante, tiene como objetivos principales *detectar conflictos* en los requisitos orientados al cliente (requisitos–C), *profundizar en el conocimiento del dominio del problema* y *establecer las bases del diseño* del sistema.

- La **validación** de los requisitos
  En esta actividad se debe confirmar que los requisitos–C, una vez analizados y resueltos los posibles conflictos, corresponden realmente a las necesidades de clientes y usuarios. Asegurarse de que los requisitos describen el producto deseado es el principal objetivo de esta actividad.

Finalmente los productos que se obtienen al final del proceso son:

- *Requisitos–C*: Requisitos que deben expresarse de forma que todos los participantes en el proceso de ingeniería de requisitos sean capaces de entenderlos, especialmente los clientes y usuarios. Para conseguir ese objetivo se propone utilizar principalmente casos de uso [JAC93] expresados en lenguaje natural, que *a priori* es el único lenguaje común entre todos los participantes. No obstante, para evitar los problemas inherentes al uso del lenguaje natural A. DURÁN propone el uso de plantillas y de patrones que faciliten su uso.

- *Requisitos–D* (requisitos desde el punto de vista del desarrollador): Éstos, junto con el prototipo y los posibles conflictos, son el resultado principal de la actividad de análisis. La forma de expresarlos suele consistir en la elaboración de un modelo del sistema a desarrollar que pueden realizarse mediante técnicas estructuradas, técnicas orientadas a objetos, lenguajes formales o mezclas de varios de ellos.

- *Prototipo*: La construcción de un prototipo del sistema a desarrollar puede facilitar enormemente tanto la validación de los requisitos por parte de los clientes y usuarios como la elicitación de nuevos requisitos.

- *Conflictos*: Es importante registrar los conflictos que vayan surgiendo para poder acometer su resolución de forma organizada, involucrando a los participantes en el proceso de negociación. En el modelo propuesto, se asume que los conflictos aparecerán principalmente durante la actividad de análisis y se resolverán mediante negociación en las actividades de elicitación.

Otros modelos

Existen otros modelos cuyo principal objetivo es aportar metodología que permita desarrollar la Ingeniería de los Requisitos, y que no se mencionan de manera tan explícita por su menor influencia en nuestra investigación.

En este grupo destacamos el **Método KAOS** (*Knowledge Acquisition in Automated Specification of Software*) [LAM91]. Se trata de un método orientado por objetivos (*goal-oriented*) con el que se elaboran constructivamente los requisitos del sistema a partir de los objetivos de más alto nivel.

El método consiste en la identificación de objetivos para realizar sucesivas re-identificaciones en subobjetivos hasta que cada uno de estos subobjetivos puede asignarse a agentes primarios como personas, dispositivos o software. Los objetos referidos por los objetivos se identifican gradualmente a partir de la propia definición de los mismos.

El método apoya la exploración de los refinamientos alternativos para cada objetivo, así como de las asignaciones a los agentes primarios, obteniendo así alternativas del sistema en las que el límite entre el sistema automatizado y su ambiente puede ser absolutamente diferente. También apoya la identificación y la resolución de conflictos entre objetivos, y la identificación y la resolución de comportamientos excepcionales (obstáculos) de los agentes que vulneran los objetivos y las responsabilidades acordadas durante el proceso del refinamiento de cada objetivo.

Finalmente, otros trabajos interesantes directamente relacionados con el ámbito de la ingeniería de los requisitos son la *Metodología de Definición de Requisitos* ***EasyWinWin*** [BOH01], que está relacionada con el modelo de Desarrollo Evolutivo WinWin (anteriormente referenciado en el punto 2.2.2.3 de la Ingeniería del Software). *EasyWinWin*, que no es considerado como un modelo de proceso, define un conjunto de actividades que guían a los implicados del sistema interactivo a desarrollar a través de un proceso de recolección, elaboración, priorización y negociación de requisitos. Esta metodología utiliza técnicas participativas de grupos relacionadas con el trabajo colaborativo o cooperativo.

2.4.4.2. Documentar el Análisis de Requisitos

Todo proceso de ingeniería de requisitos conlleva realizar un conjunto de actividades que tienen como objetivo principal obtener, deducir, validar y mantener los requisitos del sistema, habitualmente reflejados en un documento o documentos de requisitos.

El documento del Análisis de Requisitos es un instrumento formal cuya función es comunicar los requisitos a los clientes, ingenieros, gerentes y, en definitiva, a todo aquél que pueda estar interesado y/o afectado por el sistema interactivo.

Este documento describe:

- Los *servicios y funciones* que el sistema debe proporcionar.
- Las *restricciones* bajo las que debe *operar*.
- *Restricciones* acerca del proceso utilizado al *desarrollar* el sistema.
- El conjunto completo de *propiedades del sistema*, por ejemplo, las restricciones de las propiedades emergentes del sistema.
- Definiciones de *otros sistemas* con los que el sistema a desarrollar debe cooperar o incluso integrar.
- Información acerca del *dominio de la aplicación* del sistema, por ejemplo cómo realizar particulares tipos de computación.
- *Descripción del hardware* sobre el que deberá "correr" el sistema.

Formalizar los requisitos y restricciones del mundo real de manera consistente y precisa para que puedan ser tratados convenientemente no es una tarea fácil. La dificultad principal que encontramos es la *"laguna –gap– de la formalidad"*, y éste es precisamente el aspecto que debemos ser capaces de minimizar [DIX93, pág. 155].

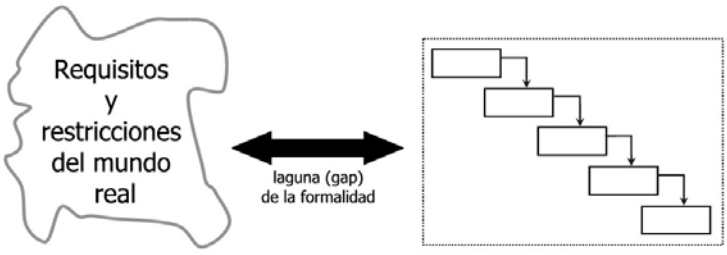


Figura c2_18: La laguna, o el *gap*, de la formalización del mundo real con un diseño estructurado

Esta formalización puede especificarse con *descripciones en lenguaje natural* que, como hemos visto, son propensas a mal interpretaciones, o especificaciones basadas en notaciones o lenguajes formales, que a pesar de ser muy concretos y precisos difícilmente son accesibles para las personas no versadas en la IS.

Particularmente, opinamos que la adopción de técnicas de documentación bien estructuradas y definidas como las propuestas en [DUR02] o por el estándar IEEE 830

[MAZ94] son las más adecuadas, pues generan documentos expresados en lenguaje natural convenientemente organizados evitando tener informes que contienen cantidades extensas de *texto que nadie desea leer* o *no es capaz de comprender*.

También existen herramientas software especialmente diseñadas para gestionar la documentación de los requisitos que proporcionan estructuras de clasificación configurables basadas principalmente en el estándar IEEE 830 o esquemas similares. *RequisitePro* [RRP] o *DOORSrequireIT* [TDO] son algunos ejemplos de estas herramientas.

Particularmente, destaca J. GULLIKSEN [GUL03] que el principal peligro de todo documento técnico es "que nadie se lo mira" y mucho menos si se trata de un documento muy extenso. Por ello a la hora de documentar debemos "encontrar la medida justa" que proporcione sólo la información necesaria y que ésta sea completa.

2.5. Accesibilidad

> *William Loughborough es un compositor musical y cantautor estadounidense que lucha por defender los derechos de las personas discapacitadas y suya es la conocida frase que menciona que "La accesibilidad es un derecho, no un privilegio", cuyo trasfondo está en nuestra mente al desarrollar cualquier sistema interactivo.*

Según la Organización Mundial de la Salud[14], las *deficiencias* se producen como consecuencia de la pérdida o anormalidad de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica. Cuando las deficiencias provocan una restricción o ausencia de la capacidad para realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano, estamos ante una *discapacidad*[15]. Y cuando, como consecuencia de haberse producido un deficiencia o una discapacidad, se produce una situación desventajosa para un individuo determinado, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso (en función de la edad, sexo y factores sociales y culturales), estaremos en presencia de una *minusvalía* [EGE01] [ICF].

La aplicación de la Informática y de la Telemática a los problemas de las personas con discapacidad se sitúa dentro de un entorno más amplio, que reúne un conjunto de métodos y técnicas variadas cuya principal misión es resolver, o al menos paliar, las dificultades a las que se enfrentan esas personas. Todo ello es lo que se conoce con el nombre genérico de accesibilidad.

Esta actividad incluye la aplicación de conocimientos procedentes de diversas

[14] La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha concluido los trabajos de revisión de una de sus clasificaciones, la dedicada a la discapacidad. La nueva versión se llama "Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud, conocida con las siglas CIF. Es la heredera de la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM) del año 1980".

[15] Se considera discapacidad a una diferencia individual que supera un límite más o menos arbitrario.

disciplinas tales como la informática, la telemática, la robótica, la IPO, la domótica, la inteligencia artificial, la tecnología multimedia, las ingeniería del software y mecánica, etc. Esta área de trabajo suele recibir el nombre de Tecnología de la Rehabilitación[16], que presenta aplicaciones de la tecnología que tratan de evitar que una deficiencia o discapacidad dé lugar a una situación de minusvalía.

La denominación de Tecnología de la Rehabilitación proviene de traducir la expresión anglófona *Assistive Technology*. En principio, parece que esta traducción no es la más acertada y debería ser algo así como Tecnología Asistencial, pero se adopta Rehabilitación porque asistiva o asistencial es un término sin ningún arraigo en castellano y porque en el ámbito que tratamos la palabra rehabilitación se refiere tanto a la "recuperación" de las capacidades perdidas como al soporte para la "habilitación" a las personas que no pueden recuperarlas. Ejemplos correspondientes a esta tecnología son las pantallas y lectores en sistema Braille, el software amplificador de pantalla o los dispositivos de *eye tracking*, o incluso "equipos" menos sofisticados como una lupa, un grabador de cinta o un cojín para mejorar una postura.

Los proyectos en Tecnología de la Rehabilitación tienen características propias que pueden hacer fracasar iniciativas que, siendo interesantes desde el punto de vista tecnológico, ignoran los aspectos de usuario. Los puntos que suelen generar las mayores dificultades son [ABA98]:

- *Detección de las necesidades de usuario*. La aparición de determinados avances tecnológicos suele sugerir a los investigadores una serie de beneficios que las personas con discapacidad podrían obtener de su aplicación. Basándose en estas apreciaciones, en ocasiones se organizan costosos proyectos de investigación cuyos resultados son rechazados por los usuarios porque no satisfacen sus necesidades reales. Cualquier proyecto, y especialmente en esta área, exige realizar un estudio previo de necesidades de usuario usando una metodología de estudio y detección seria y rigurosa.
- *Evaluación de los resultados*. A menudo la evaluación de los dispositivos finales se realiza demasiado tarde y al usuario no le queda más remedio que aceptarlos como son. Para evitarlo, los proyectos deben desarrollar prototipos intermedios para que sean evaluados por usuarios reales en una fase en la que sus críticas y sugerencias puedan ser incluidas en el diseño final.
- *Aspectos éticos y sociales*. El investigador no puede ser ajeno a las consecuencias éticas y a los efectos sociales de la solución tecnológica que propone. La tecnología "invasiva", los sistemas que coartan la libertad de decisión del usuario, los sistemas que monitorizan y vigilan sus movimientos, deben ser limitados a lo estrictamente necesario.
- *Uso de tecnología económica*. Las personas con discapacidad no suelen tener capacidad económica como para adquirir equipamiento muy sofisticado. Incluso en los países en los que este tipo de ayudas recaen en los servicios de asistencia social, el precio máximo de los sistemas resultantes condiciona fuertemente el éxito de los proyectos.

[16] Por su parte, ISO define la Tecnología de la Rehabilitación, o *Assistive Technology*, como aquellos productos hardware o software utilizados por personas con discapacidades para que puedan realizar sus tareas [ISO03].

- *Uso de tecnología proporcionada al problema.* La tecnología demasiado sofisticada es difícil de utilizar. Como regla básica, no deben "tecnificarse" aquellos problemas que pueden ser resueltos sin tecnología[17] o con dispositivos más sencillos.

Los tres primeros problemas se resuelven más fácilmente si en el grupo de trabajo hay representación de los usuarios, es decir, las propias personas con discapacidad o personal asistencial. Los dos últimos se pueden enfocar más fácilmente si en el consorcio hay industrias que tengan interés en comercializar el resultado.

No debemos olvidar que, a pesar de ser una área joven, la Tecnología de la Rehabilitación ha desarrollado metodologías propias para poder enfrentarse a los problemas específicos que presentan las personas con discapacidad. Cuando se proyecta un proyecto de investigación en este campo es necesario recurrir a estas metodologías para construir sobre las bases establecidas por proyectos anteriores y para no repetir sus errores.

2.5.1. Iniciativa eEurope: Una Sociedad de Información para todos

La Comisión Europea puso en marcha la iniciativa eEurope el 8 de diciembre de 1999 bajo la denominación "*eEurope. Una Sociedad de Información para todos*", que fue acogida favorablemente en el Consejo Europeo celebrado en Helsinki en diciembre de ese mismo año. A petición de los Jefes de Estado y de Gobierno, la Comisión preparó el plan de acción eEurope 2002, que fue aprobado en el Consejo Europeo celebrado en Portugal en junio de 2000 [EEU00].

Con esta iniciativa se pretende que Europa sea capaz de explotar sus puntos fuertes y superar los obstáculos que aun se oponen a la asimilación de las tecnologías digitales mediante tres **objetivos** clave:

a) Conseguir que todos los ciudadanos, hogares, escuelas, empresas y administraciones estén conectados a la red.
b) Crear en Europa una cultura y un espíritu empresarial abierto a la cultura digital.
c) Garantizar que la Sociedad de la Información no se traduzca en un factor de exclusión social.

Para su consecución se definieron diez áreas prioritarias entre las que, por su directa referencia a la accesibilidad, cabe destacar la "participación de las personas con discapacidad en la cultura electrónica".

La iniciativa eEurope continúa su evolución y en mayo de 2002 aparece una nueva

[17] Aspecto que debe ser aplicado en otros ámbitos aunque no se traten de tecnologías de rehabilitación. Recordemos si no el ejemplo de los astronautas y los cosmonautas del capítulo introductorio.

comunicación de la Comisión presentando el Plan *eEurope 2005* [EEU02] para ser presentada en el Consejo Europeo de Sevilla en junio del mismo 2002. En el mencionado Consejo de Sevilla se aprueba apoyar dicho plan, que, según palabras de Erkki Liikanen, Comisario Europeo para la Empresa y de la Sociedad de la Información, constituye *un paso crucial hacia el objetivo de Lisboa de convertir a Europa en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo para 2010*.

Que la sociedad de la información reporte ventajas para la sociedad en su conjunto es el objetivo general de este plan; difícilmente se conseguirá si se deja atrás a alguien, si se olvida a todos los implicados. La meta es crear una sociedad de la información para todos los europeos para no crear nuevas divisiones en la sociedad. Por ello, todas las líneas de acción de *eEurope 2005* aspiran a facilitar la "*inserción electrónica*", para brindar oportunidades a todo el mundo, aumentar las calificaciones y velar para que la sociedad de la información sea accesible a las personas con necesidades especiales y a las que no estén familiarizadas con los ordenadores [CE02].

Todos los aspectos mencionados en *eEurope 2005* están enfocados hacia la creación de un entorno favorable para que la inversión privada encuentre *los servicios, las aplicaciones y los contenidos* por una parte y, por otra, una *infraestructura de banda ancha que sea segura*. Lo cual **no será posible**, tal como en repetidas ocasiones el propio plan menciona, **sin adoptar y recomendar directrices de accesibilidad** a las aplicaciones para que todas las personas dispongan de las oportunidades referenciadas por el plan.

2.6. Estándares ISO relacionados

En este trabajo se ha pretendido realzar aquellos aspectos referentes a la calidad que garantizan que el proceso de desarrollo software sea competitivo.

Cuando uno hace referencia al concepto de la calidad rápidamente emergen las siglas ISO correspondientes el acrónimo anglófono del Organismo Internacional para la Estandarización (*Internacional Standarisation Organization*). Este organismo constituye una federación internacional que agrupa estándares nacionales creando los estándares internacionales que rigen las normativas de calidad de todo el planeta. El trabajo de preparación de estos estándares internacionales normalmente se lleva a cabo mediante Comités Técnicos (*Technical Committees*, TC) formados por los miembros interesados en la materia para la que se ha establecido el comité, tomando parte también en este trabajo las organizaciones internacionales, gubernamentales o no gubernamentales interesadas en el sujeto concreto de cada comité. Por ello habitualmente encontramos las normativas referenciadas con las siglas ISO/TC xxx, dónde xxx es el número atorgado al comité técnico de la norma redactada.

ISO colabora estrechamente con la Comisión Internacional Electrotécnica, IEC (*International Electrotechnical Comission*) formando en este caso las normas referenciadas

con las siglas ISO/IEC.

En este apartado se enumera la serie de normativas ISO que se relacionan con el trabajo aquí presentado, que han servido para formalizar los aspectos cualitativos de la propuesta presentada. Estas normativas son:

- ISO/IEC 9126: International Standard (1991). Software engineering-Product Quality [ISO91b].
- ISO/IEC 9126-1: International Standard (2001). Software engineering-Product Quality-Part 1: Quality model. [ISO01].
- ISO 13407: International Standard (1999). Human-centred design processes for interactive systems [ISO99].
- ISO 9241-11: International Standard (1999). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)-Part 11: Guidance on usability. [ISO98].
- ISO/TS 16071: International Standard –Technical Specification– (2003). Ergonomics of human-system interaction – Guidance on accessibility for human-computer interfaces. Primera edición [ISO03].

C a p í t u l o 3

LA INTERFAZ DE USUARIO

Durante los últimos años las consideraciones acerca del conocimiento de los factores humanos para aplicarlos al campo de la ingeniería informática han crecido enormemente.

Encontramos uno de los principales motivos de este crecimiento en el hecho que los sistemas basados en ordenadores se utilizan para un espectro cada vez más amplio de actividades humanas, ya que millones de usuarios cada vez más diversos diariamente utilizan, o mejor dicho, *se enfrentan* a estos sistemas sin ser, ni mucho menos, unos entendidos de la tecnología informática.

Otro motivo es que el creciente desarrollo de sistemas de dispositivos portátiles con potenciales de conectividad sin cables (*wireless*) y de reducido tamaño[18] impone severas restricciones en el diseño: Las pantallas son pequeñas con pocos botones y controles reduciendo a la mínima expresión la tolerancia a errores.

La interfaz de usuario es, en la mayoría de los casos, el componente más crítico del sistema. Usuarios y operadores generalmente no entienden acerca del mundo interno de los ordenadores compuestos por bits, bytes, ficheros, circuitos, etc. Es más, conocen el sistema a través de su interfaz, el texto, las imágenes o los sonidos que aparecen en los dispositivos de salida de dicho sistema (pantalla, altavoces…). **En el mundo de los ordenadores para el usuario: *"La interfaz es el sistema"***.

Tras un dilatado trabajo desarrollando sistemas interactivos como los descritos en el primer capítulo, podemos obtener muchas conclusiones, de las cuales queremos destacar una de ellas por encima de todas: ***¡Actualmente sobra tecnología!.***

[18] Debido al continuo progreso del hardware y del desarrollo del software, surgen una serie de dispositivos dotados de capacidad computacional que facilitan la movilidad de sus usuarios. Pequeños asistentes personales portátiles combinan computadores de alta velocidad y bajo consumo con la comunicación sin cables, almacenamiento de datos cada vez mayores en espacios cada vez más reducidos, pequeñas pantallas de color con calidad y resolución cada vez más altas junto a tecnología para el procesamiento de vídeo y habla. Todo ello está configurando el marco de la "*Nueva Generación Informática*", que proporciona una enorme libertad a los usuarios no sólo para comunicarse eficazmente desde cualquier lugar del mundo, sino también para acceder a información, ya sea local o ubicada en Internet, a la que se puede acceder con independencia espacial y temporal.

Constatamos que este cambio viene definido por el factor del paso del paradigma de sobremesa, en el que el usuario interactúa con la información desde un ordenador situado en una mesa de trabajo, al paradigma de la computación ubicua o pervasiva [RIN01], en el que el usuario ya no tiene que estar "sujeto" a un lugar concreto para acceder a la información, sino que dispone de diversos dispositivos que le permiten realizar estas tareas.

Esta afirmación puede parecer contradictoria, aun más viniendo de alguien cuya actividad principal es precisamente conocer la tecnología y trabajar con ella. El problema radica en que los usuarios son incapaces de explotar las posibilidades que dicha tecnología ofrece, hecho que se produce, no porque ésta no esté disponible ni suficientemente desarrollada y probada, sino porque las interfaces que permiten usarla son incapaces de transmitir correctamente las posibilidades interactivas de la misma. Disponemos, por tanto, de mucha tecnología que no va a ser aprovechada o que lo hará de manera totalmente ineficiente: *Los usuarios sólo son capaces de explotar las posibilidades que la tecnología ofrece si sus interfaces transmiten dichas posibilidades.*

Habitualmente se incide en el avance de la tecnología sin realizar el mismo esfuerzo en ver cómo ésta va a ser presentada a las personas para que puedan complacerse de ella. De ahí que reivindiquemos la necesidad de incidir en el aprovechamiento de los conocimientos humanos que complementen a los tecnológicos para un diseño de interfaces correcto, que sea capaz de ofrecer aspectos tangibles y no estresantes a sus usuarios.

Una de las principales motivaciones de este trabajo de investigación (como ya se ha apuntado en el primer capítulo) es precisamente estudiar y dar una respuesta a dicha reivindicación.

3.1. El usuario

A lo largo de todo este documento aparece un concepto al que se hace referencia constantemente y de alguna manera es el punto sobre el que pivota todo el trabajo: *El usuario*. Veamos pues que se entiende por el término usuario en el contexto de los sistemas interactivos.

Consideraremos, pues, que un usuario de un sistema interactivo es aquella persona que interactúa con el sistema, lo controla directamente y utiliza los recursos (información, resultados, etc.) del mismo [SHA99]. En definitiva, la persona que utiliza el sistema.

3.2. El concepto de interfaz

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

Constantemente encontramos ejemplos de interfaces en la vida cotidiana: En el caso de una puerta, el pomo es la interfaz entre ésta y la persona. En una bicicleta, el manillar, el sillín y los pedales son la interfaz entre la bicicleta y el ciclista.

Es muy importante darse cuenta en un primer nivel de que la interfaz refleja (o debe reflejar) las cualidades físicas de las dos partes de la interacción.

En el ejemplo de la puerta, el pomo está hecho de un material sólido y está bien pegado a ella, el cual, por otra parte, como tiene que interaccionar con la mano, está perfectamente visible y puesto a la altura de ésta, y tiene una forma que se le adapta.

Encontramos, pues, dos conceptos básicos a tener en cuenta a la hora de diseñar una interfaz:

a) La *visibilidad*: Para poder realizar una acción sobre un objeto ha de ser visible.
b) La *comprensión intuitiva*, o propiedad de ser evidente la parte del objeto sobre la que hemos de realizar la acción y cómo hacerlo. Este principio se conoce como *affordance*[19] [NOR90] y constituye un concepto básico de vital relevancia en el diseño de cualquier tipo de interfaz.

3.3. La interfaz de los sistemas interactivos

En el uso de sistemas interactivos utilizados por personas las entidades anteriormente mencionadas por LAUREL [LAU92] son precisamente la persona y el ordenador.

Encontramos ejemplos de interfaces entre personas y ordenadores en muchas situaciones de nuestra vida cotidiana: En los teléfonos móviles, en el cajero automático, en algunos supermercados, en la balanza de la farmacia, en una cámara fotográfica, en dispositivos médicos, en el horno microondas de la cocina, en el termostato programador de la calefacción, en el navegador GPS del automóvil, etc. y, en situaciones especiales, como en la realidad virtual, en el futuro llegará a estar en perfecta simbiosis con nuestro cuerpo.

Además de la interacción física entre usuario y ordenador, debe añadirse el nivel cognitivo necesario para que la persona comprenda el protocolo de interacción y actúe sobre la interfaz interpretando sus reacciones adecuadamente. Podemos decir, por tanto, que:

> *La interfaz de usuario de un sistema consiste en aquellos aspectos del sistema con los que el usuario entra en contacto, física, perceptiva o conceptualmente, mientras que los aspectos del sistema que están escondidos para el usuario se denominan implementación* [MOR81a].

Para ampliar la comprensión del término se adjuntan definiciones de otros reconocidos autores como NEGROPONTE que indica que *la interfaz es el sitio donde los bits y las personas se encuentran* [NEG94] y Gerrit van der VEER quien define *la interfaz como el conocimiento que los usuarios pueden y deberían tener para poder utilizar satisfactoriamente el sistema* [VEE97].

Y para estar de acuerdo con los principios de diseño anteriormente mencionados, esta

[19] El término *affordance*, por su destacada importancia, es uno de los que más ha dado que hablar entre los profesionales relacionados con el diseño de interfaces de usuario. Hablaremos de este concepto al tratar los factores humanos más adelante en este mismo capítulo.

interfaz debe ser visible y tener la capacidad de comprenderse intuitivamente.

Desde el punto de vista del usuario —como ya se ha apuntado antes— la interfaz de usuario es todo el sistema: La parte que el usuario ve, oye, toca y con la que se comunica; para él no existe nada más, no le importa cómo éstas se llevan a cabo, sólo está interesado en las funcionalidades que utiliza y no es consciente de aquellas que la interfaz le esconde. Tan sólo interacciona con el ordenador para poder realizar una serie de tareas y solamente está interesado en los resultados de las mismas, mostrados precisamente por dicha interfaz.

Así, una *interfaz de usuario pobre* origina un tipo de problemas que incluye la reducción de la productividad, un incremento del tiempo de aprendizaje y niveles de errores inaceptables.

Otro aspecto importante a tener en cuenta de *la interfaz* es que ésta *debe ser para todos los usuarios*, sin marginar a las personas que por alguna que otra razón tienen algún tipo de discapacidad, temporal o permanente, que les impida acceder a las características de la misma [TCU97].

En la interfaz tendremos también en cuenta aspectos relacionados con la ergonomía[20], o de la organización de la que forma parte el usuario, de los aspectos culturales, o con problemas físicos o cognitivos que pueden dificultarle el acceso al sistema.

Finalmente, tampoco podemos olvidar que, aunque no suele caerse en esta reflexión, también forma parte de la interfaz entre la persona y el ordenador cómo está sentada o cómo es la organización de la que forma parte, su ámbito cultural, su entorno, etc.

Nuestra idea de ordenador hasta hace poco era la de un dispositivo con el que interaccionamos a través de una pantalla con un teclado y un ratón, sentados en una silla. Esta situación ha cambiado radicalmente, ahora el ordenador se ha incrustado en todas nuestras actividades cotidianas y se encuentra prácticamente en cualquier situación. Esta reflexión es fundamental para que investigadores del ámbito de una disciplina como la Interacción Persona-Ordenador sean capaces de abordar es estudio y el desarrollo de las interfaces de usuario con una perspectiva suficientemente amplia.

3.3.1. ¿Por qué es tan importante estudiar la interfaz de usuario?

El diálogo con el usuario constituye uno de los aspectos más importantes de cualquier sistema interactivo y es precisamente la interfaz la parte (hardware y software) del sistema que facilita dicho diálogo para permitir que el usuario acceda a los recursos del ordenador. En este sentido, THIMBLEBY [THI90] sugiere que la interfaz determinará

[20] El *Diccionario General de la Lengua Española* define el término *ergonomía* como *el estudio de las condiciones de adaptación recíproca del hombre y su trabajo, o del hombre y una máquina o vehículo.*

en gran medida la percepción e impresión que el usuario poseerá de la aplicación.

Las personas no utilizan sistemas interactivos, sino que utilizan las interfaces que éste les proporciona, por tanto, tal como se ha comentado antes, una parte muy importante del éxito o fracaso de una aplicación interactiva depende de dicha interfaz.

Existen estudios científicos como el realizado por MYERS y ROSSON [MYE92], que a través de una encuesta hecha a desarrolladores demuestran que alrededor de un 48% del código de una aplicación está dedicado a la interfaz[21].

Otros estudios[22] demuestran que el 80% de los costes de mantenimiento de un sistema interactivo son debidos a problemas del usuario con el sistema y no con errores de código o *bugs*. Entre ellos, alrededor del 64% son problemas de usabilidad[23].

3.4. La Interacción Persona-Ordenador

La disciplina de Interacción Persona-Ordenador (IPO) se conoce en la comunidad internacional como *Human-Computer Interaction* (HCI) o *Computer-Human Interaction* (CHI), y para el mundo hispanohablante se ha adoptado la expresión de Interacción Persona-Ordenador (IPO) [LOR02].

ACM, *Association for Computer Machinery*, es actualmente la organización científica internacional más importante que agrupa a investigadores, docentes y profesionales interesados en todos los aspectos de la informática. Esta asociación tiene un grupo especial de trabajo en temas de IPO denominado SIGCHI, *Special Interest Group in Computer Human Interaction*, que propuso la siguiente definición de Interacción Persona-Ordenador:

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

Además de ACM encontramos organizaciones y grupos de investigación interesados en la interacción entre las personas y los ordenadores distribuidos a lo largo de todo el planeta. En España y para todo el mundo hispanohablante nació a finales del 1999 AIPO[24], acrónimo de Asociación Interacción Persona-Ordenador, que sin perder su

[21] El estudio mencionado data de hace más de 10 años y el desarrollo de software ha evolucionado muchísimo desde entonces, sobre todo en el aspecto visual de los sistemas, que no hace sino incrementar los porcentajes de este estudio.

[22] Información obtenida del sitio web del proyecto *The CHISE Bridge: HCI, Usability and Software Engineering Integration and Cross-Pollination* [CHISE].

[23] La usabilidad de los sistemas interactivos se trata en profundidad más adelante en este mismo capítulo.

[24] El sitio web de la organización AIPO es http://www.aipo.es.

identidad propia dispone también de un enlace legal con ACM (CHISPA, *Computer-Human Interaction in SPAin*). Su principal motivación es la promoción, investigación y difusión de la IPO[25] en todas sus vertientes, así como la organización de actos, jornadas científicas y técnicas y otro tipo de actividades relacionadas con dicha temática.

Otras organizaciones destacadas son el comité técnico *IFIP TC.13, IFIP Technical Committee on Human Computer Interaction,* de la organización internacional no gubernamental IFIP (*International Federation for Information Processing*) que trabaja en el procesamiento de la información, u organizaciones de carácter "local" como *British HCI* (en el Reino Unido), *Nord-CHI* (que aglutina los países nórdicos de Europa), *ISTI-CNR* (en Italia), *IRI-SA/INRIA* (en Francia), *HCIG* (en Grecia), *ETH Zurich "Man-Machine-Interaction"* (en Suiza), *IDG* y *SCHIL* (en Australia), *HCI program at NRC-IIT* y *UPA Montreal* (en Canadá), *IHC-Brasil* (en Brasil), *i'CHI* y *CHI South India* (en la India), por poner algunas de las más representativas.

3.4.1. Principal tema de la IPO

De forma genérica, la disciplina Interacción Persona-Ordenador está interesada en *todos los aspectos relacionados con el proceso de interacción que se produce cuando una o más personas entran en comunicación con uno o más ordenadores o sistemas interactivos*. Ello conlleva estudiar y conocer los *individuos* como parte integrante de grupos u organizaciones, las *condiciones* bajo las cuales el sujeto puede querer utilizar su dispositivo —no es lo mismo consultar la agenda sentado frente al ordenador personal que hacerlo mientras éste camina hacia una reunión—, así como también las *características físicas* que intervienen en dicha interacción —el usuario puede tener la visión o la movilidad disminuida y utiliza un software de lectura de la pantalla o de reconocimiento de la voz para manejar su ordenador.

La manifiesta importancia de la IPO incluso está recogida en un apartado de las normas ISO, en concreto en la ISO 13407 [ISO99], que describe como un proceso de diseño de sistemas basados en ordenadores centrado en el usuario para conseguir sistemas fáciles de utilizar y de aprender.

Este estándar proporciona un marco de trabajo (*framework*) para aplicar las técnicas en el diseño y la evaluación del Diseño Centrado en el Usuario, DCU (ver el siguiente apartado 3.5), especificando los tipos de actividades que deben realizarse durante el desarrollo de un sistema interactivo, aunque no pide, sino que recomienda técnicas o

[25] AIPO ha adoptado la expresión de Interacción Persona-Ordenador, e IPO como acrónimo, siguiendo el siguiente razonamiento: *Human* podría ser traducido como *hombre*, pero tiene connotaciones sexistas. Por otro lado, *ser humano* es demasiado largo, así que se pensó que *persona* (término que el diccionario define como individuo de la especie humana) sería más conveniente. En cuanto a la segunda parte, *Computer*, aunque en ocasiones ha sido traducido por *máquina* se pensó que era un término demasiado amplio y, por tanto, computadora u ordenador era más adecuado. De entre ambos, parece que *ordenador* es un término que se ha impuesto con más claridad en el mundo hispanohablante, por lo que al optar por él se llega a la expresión Interacción Persona-Ordenador.

métodos particulares [BEV98].

No obstante, a pesar de su importancia, la IPO es una de las disciplinas que cuenta con menos dedicación en los estudios universitarios de Informática, por no mencionar otras disciplinas.

De todas formas, este aspecto parece que en un futuro muy próximo va a cambiar considerablemente. Actualmente (a marzo de 2004) y dentro del Programa de Convergencia Europea de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) se está desarrollando el proyecto *EICE: Estudios de Informática y Convergencia Europea* que tiene entre sus objetivos desarrollar el *Libro Blanco Convergencia Europea* para adaptar los planes de estudio de la educación superior al Espacio Europeo de Educación. Concretamente, en cuanto a los estudios de Ingeniería en Informática, el borrador del mencionado libro incluye el descriptor Interacción Persona-Computadora dentro de la categoría de contenidos específicos u obligatorios[26].

3.4.2. La interdisciplinariedad de la IPO

El excelente esquema, extraído del Capítulo *2* del *Curricula for HCI de ACM SIGCHI*, y que podemos ver en la figura c3_1, resume gráficamente todos los aspectos relacionados con la IPO [HEW97].

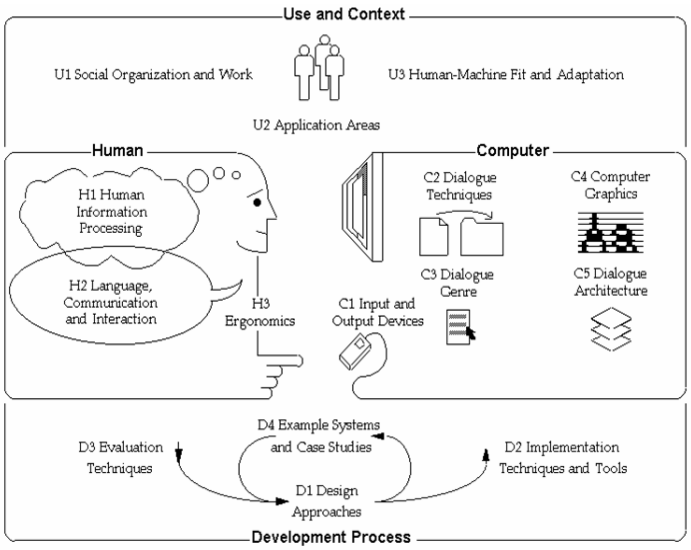


Figura c3_1: Imagen que resume la IPO y deja entrever la importancia de implicar personas procedentes de diferentes disciplinas o áreas de conocimiento

[26] En este momento aún no existe un documento formal al cual poder hacer referencia, no obstante esta información procede de la documentación del delegado de la Escuela Politécnica Superior de la Universitat de Lleida que asiste a las reuniones del grupo ponente del mencionado proyecto EICE.

Por un lado, tenemos una persona con sus características del procesamiento de la información, de comunicación (lenguaje, comunicación, interacción) y físicas (ergonomía) que interactúa con un ordenador que tiene sus propias características tecnológicas que soportan dicha interacción. En medio están los dispositivos de entrada y de salida que "conectan a la persona con este ordenador" y se comunican mediante unas determinadas técnicas o reglas de diálogo que manejan diversos elementos de diseño (como por ejemplo las metáforas), todo ello soportado por la arquitectura interna del diálogo y por diversas técnicas de computación gráfica.

El esquema refleja además la idea de que *el individuo no está solo*, sino que realiza su trabajo dentro de una determinada organización social y para que ello sea posible existe un complejo proceso de desarrollo en el que *cada uno de estos componentes debe ser abordado con igual grado de implicación* y no caer en el error frecuente de centrarse solamente en la parte tecnológica y obviar la parte humana.

Todo ello conlleva inevitablemente a implicar a personas relacionadas con diferentes áreas de conocimiento en el proceso de desarrollo interfaces de usuario. Necesitamos trabajar los aspectos psicológicos del usuario, la ergonomía del equipamiento, los aspectos sociales, temas de diseño del sistema, de diseño gráfico, de comunicación, etc. En definitiva, tenemos que pensar en equipos interdisciplinarios que trabajen conjuntamente para desarrollar dichos sistemas.

Por la importancia que este aspecto ha supuesto (y supone) para los desarrollos realizados en nuestro grupo de investigación el Capítulo 4 está íntegramente dedicado a dicha multidisciplinariedad de los equipos de desarrollo.

3.5. Diseño Centrado en el Usuario (DCU)

Anteriormente se ha mencionado que el diseño de la interfaz está, o mejor dicho debe estar, centrado en el usuario. Pero ¿qué significa estar "centrado en el usuario"?.

Para responder a esta pregunta reflexionemos primero con los casos de uso presentados como ejemplos reales de esta tesis:

Los elementos de control de los equipos de pesaje de la empresa PAYPER van a ser utilizados por personas de muy diversa procedencia con realidades culturales totalmente diferentes quienes, a parte de estar interesadas en conocer el peso de algún material o sustancia como parte de su proceso de trabajo, pocas cosas más esperarán del sistema.

A la recepcionista de la empresa de prefabricados podemos crearle un trauma, que podría incluso llevarle a presentar la dimisión, si no somos capaces de proporcionarle un sistema intuitivo y fácilmente operable desde su punto de vista con el que ser capaz de aprovechar su conocimiento adquirido.

Los visitantes, de muy diversa procedencia, del sitio web del centro excursionista cuando acceden a éste tienen un determinado contexto socio-cultural común que de reflejarlo la interfaz seguramente facilitará

la interacción de éstos con el sistema.

Crear el sitio web interactivo para los jóvenes de Lleida puede ser un fracaso total si no somos capaces de utilizar el lenguaje comunicativo que utilizan los niños y niñas de las edades abarcadas. El sitio podría funcionar perfectamente… ¡para usuarios mayores!.

Ningún visitante de un yacimiento arqueológico está acostumbrado a disponer de un sistema interactivo ubicuo para realizar dicha visita, por tanto, el sistema debe presentar un diseño y unas características ergonómicas que, en la medida de lo posible, le hagan olvidar que está interactuando con un sistema que nunca ha visto antes.

El usuario del sistema de comunicación aumentativa y alternativa será incapaz de utilizar el sistema si este no es accesible, pero esto no es suficiente. Las características de facilidad de uso deben extremarse al máximo; no basta con que el sistema ofrezca características relacionadas con la accesibilidad, el sistema debe ofrecer además facilidad de uso adaptada a la discapacidad en cuestión.

…y podríamos seguir así con todos los casos presentados.

Un mismo equipo de desarrollo, en el mismo lugar y con las mismas herramientas, es capaz de implementar toda esta variedad de sistemas. Sus respectivas interfaces podrían incluso parecerse y tener rasgos comunes. No obstante, parece evidente que si no se realiza un enorme esfuerzo en conocer las particularidades de los usuarios para cada caso en particular y reflejarlas en la interacción que ofrece la interfaz, éstos de ninguna manera podrán percibir la familiaridad necesaria que les proporcione seguridad y relajación durante la manipulación del sistema.

Este equipo de desarrollo pretenderá además que ese usuario encuentre una interfaz fácil de utilizar y de aprender, aspecto que no puede únicamente determinarse, como suele suceder, por los diseñadores o por los programadores del sistema interactivo, sino tendrán que determinarlo realizando una estrecha colaboración con los usuarios. Conseguir *este objetivo sólo es posible si implicamos a los usuarios en el proceso de desarrollo de los sistemas interactivos, implicación que debe realizarse desde el inicio de dicho desarrollo.*

Y no debemos confundir "implicar al usuario en el diseño del sistema" con "realizar el diseño del sistema pensando en el usuario". Mientras la primera frase conlleva trabajar codo a codo con usuarios participando activamente en dicho diseño (diseño participativo [GAF99]), en la segunda estos usuarios no intervienen hasta el momento de la implantación definitiva del sistema. En definitiva, de poco sirve pensar en el receptor mientras se realiza algo para otra persona si solo "pensamos en ella", sin conocer su opinión de primera mano.

Por tanto, y respondiendo a la pregunta anteriormente planteada, los sistemas interactivos son utilizados por usuarios, por lo que no podemos olvidarlos y relegarlos a la fase final de un proyecto —tras la instalación del producto— cuando ya poco puede hacerse en su beneficio. El diseño de sistemas interactivos implica realizar un diseño en el que el usuario pasa a ser el foco de atención y la implementación de las funcionalidades del sistema se implementan de acuerdo a las características de los mismos.

En todo este discurso no debemos olvidar nunca que centrarse en el usuario significa centrarse en *todos los usuarios*, sin que ello indique que debamos incorporar a todos los posibles usuarios de un determinado sistema, sino que debemos contemplar todos los rasgos diferenciales entre ellos, pensando incluso en aquellos que adolecen de alguna discapacidad [STE95].

3.5.1. Principios del Diseño Centrado en el Usuario

El Diseño Centrado en el Usuario de sistemas interactivos puede regirse por muchos y muy diversos principios. A continuación, se presenta una serie básica de dichos principios [USN03] que pueden ser vistos como una reformulación de los principios básicos de la ergonomía clásica y sobre los que reflexionaremos más adelante:

- Diseño para los usuarios y sus tareas.
- Consistencia.
- Diálogo simple y natural.
- Reducción del esfuerzo mental del usuario.
- Proporcionar realimentación adecuada.
- Proporcionar mecanismos de navegación adecuados.
- Dejar que el usuario dirija la navegación.
- Presentar información clara.
- El sistema debe ser amigable.
- Reducir el número de errores.

3.5.2. ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems

El estándar ISO 13407 [ISO99] constituye un marco que sirve de guía para conseguir el desarrollo de sistemas interactivos usables incorporando el DCU durante el ciclo de vida del desarrollo [BEV03].

El estándar describe las siguientes cuatro actividades que se necesitan desde un principio:

a) Entender y especificar el contexto de uso.
b) Especificar los requisitos de los usuarios y organizativos.
c) Producción de soluciones de diseño.
d) Evaluar los diseños confrontándolos con los requisitos.

Y la naturaleza iterativa de estas actividades está ilustrada en la siguiente figura:

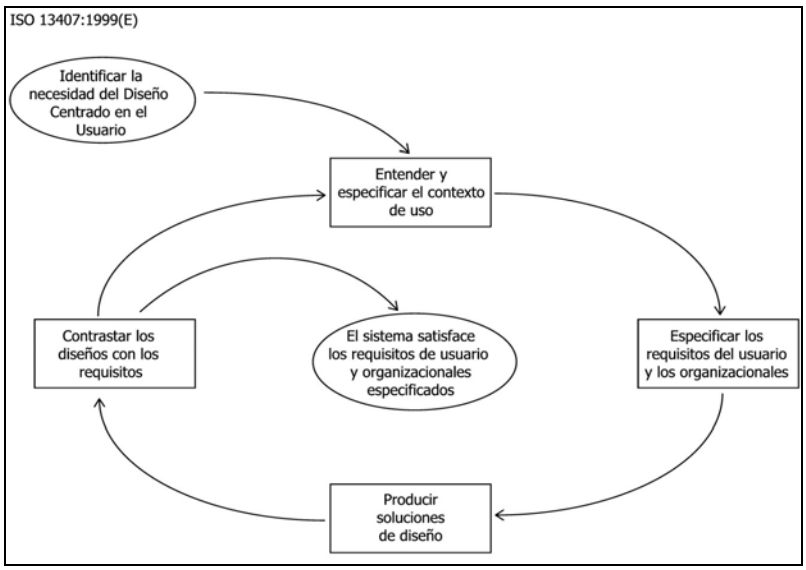


Figura c3_2: Interdependencia de las actividades del diseño centrado en el usuario (imagen del estándar ISO 13407 [ISO99, pág. 6])

El proceso implica iterar hasta satisfacer los objetivos marcados, para lo que ISO 13407 describe los principios básicos sin estipular métodos específicos. La secuencia de realización o seguimiento de las actividades y el nivel de esfuerzo y detalle apropiado a cada proyecto varia dependiendo del entorno de diseño y el estado del proceso del mismo.

3.5.3. Diseño Contextual

El diseño contextual es un método de diseño centrado en el usuario que permite entender mejor el entorno de trabajo de los usuarios y las necesidades que tendrán que cumplir los sistemas interactivos que para ellos se desarrollen.

Situarse en el contexto, entendiéndolo como el sitio donde tiene lugar la acción, permite disponer de *información sobre la experiencia actual en vez de la experiencia resumida* y *datos concretos en lugar de datos abstractos* que terceras personas pueden proporcionarnos.

Empieza por reconocer que cualquier sistema incluye una forma innata de trabajar, y así las funcionalidades y la estructura de un sistema fuerzan a los usuarios a aceptar ciertas estrategias, lenguajes y flujos de trabajo particulares.

En el diseño contextual se empieza investigando precisamente el contexto de uso en el que los desarrolladores del software se entrevistan con personas que utilizarán su producto (serán sus usuarios) para entender su particular manera de trabajar. El objetivo es captar la "empatía del cliente" para buscar la afinidad de ésta con el sistema en fases más avanzadas del proceso de diseño.

H. BEYER y K. HOLTZBLATT [BEY98], que probablemente son los máximos exponentes del diseño contextual, describen el proceso que guía a los equipos de diseño en el mencionado conocimiento y comprensión para rediseñar el trabajo de las personas mediante la ayuda de nuevos sistemas software. Proporcionan una serie de actividades focalizadas en los clientes y en su trabajo para no dejar las decisiones del sistema únicamente en las manos de las opiniones, anécdotas e intuiciones de los miembros del equipo de desarrollo.

El proceso de los autores anteriores incorpora una gran cantidad de técnicas centradas en el usuario en un proceso de diseño integrado que dividen en seis partes diferenciadas:

a) *Indagación contextual* (*contextual inquiry*): Revela los detalles y las motivaciones implícitas en el trabajo de las personas, hace del cliente y su trabajo necesidades reales de los diseñadores y crea un conocimiento compartido para el equipo.

b) *Modelado del Trabajo* (*work modeling*): Proporciona un lenguaje para hablar sobre el trabajo a compartir por los equipos y por medio de una serie de modelos se representa el trabajo de los clientes que ayudan a analizar los datos recogidos. Estos modelos son:

   - El *modelo de Flujo* define cómo se divide (comunica) el trabajo entre varias personas y cómo éstas se coordinan para realizar dicho trabajo. Con él se ofrece una visión global de la organización, se destacan los caminos de comunicación y se precisa la información que se comunica.
   - El *modelo Cultural* identifica procesos culturales y políticas de actuación que condiciona el trabajo. La influencia cultural impone restricciones, influye en las decisiones de las personas y determina la estructura de la organización.
   - El *modelo de Secuencias* muestra detalladamente los pasos seguidos para la consecución de las diferentes tareas.
   - El *modelo Físico* representa el entorno físico en el que se realiza el trabajo incluyendo el espacio de trabajo, las pautas de movimiento, el posicionamiento de los objetos y como todo ello en conjunto influye en el trabajo.
   - El *modelo de Artefactos* muestra como se utilizan y estructuran los diferentes objetos durante el transcurso del trabajo.

c) *Consolidación* (*consolidation*): Proporciona un mapa de la población de clientes o usuarios, permite un afloramiento muy rápido de una gran cantidad de datos cualitativos, facilita la identificación de las necesidades del cliente mostrando la estructura organizacional subyacente que utilizan los usuarios mientras realizan su trabajo.

d) *Rediseño del trabajo* (*work redesign*): Orienta al equipo para mejorar el trabajo evitando que este se "deje llevar" por la tecnología, asegura el encaje de los sistemas, las alianzas de negocio y los servicios con el trabajo práctico de los clientes.

e) *Diseño del Entorno del Usuario* (*user environment design*): Mantiene la coherencia del sistema desde el punto de vista del usuario capturando la estructura, la funcionalidad y el flujo del sistema. A su vez orienta al equipo de diseño en el uso del sistema y no tanto en la interfaz de usuario o en la implementación. También resulta útil para planificar las tareas del equipo de diseño y para dar una perspectiva de todo el sistema y no sólo de una parte del mismo.

f) *Maquetas y tests con clientes* (*mockup and test with customers*): Las principales virtudes de esta parte son que permite determinar errores en el nuevo diseño incluso antes de empezar con la codificación a la vez que crea el clima necesario para que los usuarios se involucren en el diseño del sistema como si de unos socios tecnológicos se tratara.

3.5.4. No confundir DCU con Diseño Centrado en el Uso

Hace unos años los ingenieros de desarrollo software Larry L. CONSTANTINE y Lucy A. D. LOCKWOOD propusieron el Diseño Centrado en el Uso [CON99] como una aproximación sistemática dirigida por modelos (*model-driven*) para el diseño visual y de interacción de interfaces de usuario en aplicaciones software y basadas en el paradigma web.

Como su nombre sugiere, el diseño centrado en el uso difiere del diseño centrado en el usuario (DCU) que aquí se está tratando, primeramente porque en esta aproximación el foco de atención ya no es directamente el usuario, sino el *uso que éste hace del sistema*, o sea en las tareas que éste desea realizar [CON03].

Este enfoque, aunque parece sólo una simple connotación semántica, pretende diferenciar en el énfasis de las prácticas con un impacto significativo en el ciclo de vida del desarrollo y en la integración con la ingeniería del software y su desarrollo.

El aspecto más importante del diseño centrado en el uso radica en que el diseño renuncia al tradicional modelo iterativo de las aproximaciones del DCU en favor de un proceso de diseño en el que las soluciones finales se derivan directamente de la definición de modelos robustos y precisos que reflejan las verdaderas necesidades de los usuarios. El objetivo es un diseño inicial que requiere una limitada fase de prueba o test de usabilidad a partir de un mínimo refinamiento. La siguiente tabla resume las diferencias más notables existentes entre ambas aproximaciones [CON03]:

	Diseño Centrado en el **USUARIO**	Diseño Centrado en el **USO**
Enfoque principal	• Los usuarios (experiencia y satisfacción del usuario).	• El uso (mejora de las herramientas para el cumplimiento de las tareas).
Dirigido por	• *Input* del usuario.	• Modelos.
Implicación del usuario	• Alta (estudio de los usuarios, diseño participativo, *feedback* del usuario, usuarios en las pruebas).	• Selectiva (modelado exploratorio, validación de modelos, evaluación de la usabilidad con métodos de inspección —estructurada).
Descripciones	• Usuarios y sus características.	• Modelos de relaciones entre usuarios y sistemas.
Diseño por	• Prototipado iterativo.	• Modelado.
Proceso	• Variado, a menudo informal (bajo nivel de especificación).	• Sistemático y completamente especificado.
Proviene de	• Una evolución mediante métodos de prueba-y-error.	• Una derivación de la ingeniería del software.

Tabla c3_1: Diferencias entre el Diseño Centrado en el Usuario y el Diseño Centrado en el Uso

Sus autores y defensores respaldan la teoría de que el DCU surgió como una disciplina separada de la Ingeniería del Software (como ciertamente es), mientras que el diseño centrado en el uso emerge de las bases de la misma utilizando extensiones de modelos y técnicas como los casos de uso y los actores [CON01].

3.5.5. Diseño de Sistemas Centrados en los Usuarios vs Diseño de Sistemas Dirigidos por la Tecnología

Desarrollar sistemas siguiendo una aproximación DCU no es fácil, menos si pensamos en que el diseño de los sistemas que hasta ahora se han realizado ha seguido los principios de la Ingeniería de Software, cuyos enfoques están principalmente dirigidos por la tecnología.

Sabemos que este cambio de mentalidad no puede materializarse de la noche al día. Aun así es conveniente conocer las características de cada una de las dos aproximaciones para poder decidir cuál es la que más nos conviene utilizar. El siguiente cuadro, que resume comparativamente las características de ambas aproximaciones, nos será de utilidad cuando nos planteemos tal decisión:

Diseño de sistemas **Centrados en el Usuario**	Diseño de sistemas **Dirigidos por la Tecnología**
• Dirigido por el usuario.	• Dirigido por la tecnología y los desarrolladores.
• Enfocado por la solución.	• Enfocado por los componentes tecnológicos.
• Equipos de trabajo multidisciplinares que incluyen a usuarios, desarrolladores, clientes, expertos en usabilidad…	• Contribución individualista o grupos de técnicos.
• Enfocado por los atributos de usabilidad: efectividad, eficiencia y satisfacción.	• Enfoque principal: La arquitectura interna y tecnológica del sistema.
• Calidad definida por la usabilidad (calidad en el uso).	• Calidad medida por los defectos del producto y de rendimiento (calidad del sistema).
• Las soluciones se implementan a partir de validaciones de usuarios.	• Implementación previa a cualquier validación de usabilidad (sólo respecto a validación funcional).
• Soluciones acordes a la comprensión del contexto de uso: Usuario, tarea y entorno.	• Soluciones dirigidas por requisitos funcionales.

Tabla c3_2: Tabla comparativa de las características del Diseño de Sistemas Centrados en los Usuarios con el Diseño de Sistemas Dirigidos por la Tecnología [GUL03]

3.6. El factor humano

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

Al mismo tiempo, podemos protagonizar hechos remarcables, percibir y responder rápidamente a estímulos, resolver problemas complejos, crear obras de arte y coordinar acciones con otras personas en una orquesta, pilotar aviones o protagonizar una película.

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

No debemos olvidar que en todo proceso interactivo una parte, la más importante, la constituye la persona que interactúa con el sistema, por lo que esta no puede pasar desapercibida. Es importante comprender los aspectos humanos de la informática y

dentro de los mismos el sistema cognitivo[27], porque nos puede ser muy útil para definir modelos de interfaces que se adapten más fácilmente a los modelos cognitivos del ser humano.

NORMAN [NOR86] ha señalado que un modelo psicológico de la interacción debe servir para especificar cómo las variables psicológicas se relacionan con las variables del sistema. Según este autor, un usuario realiza siete actividades cuando interactúa con un sistema (figura c3_3).

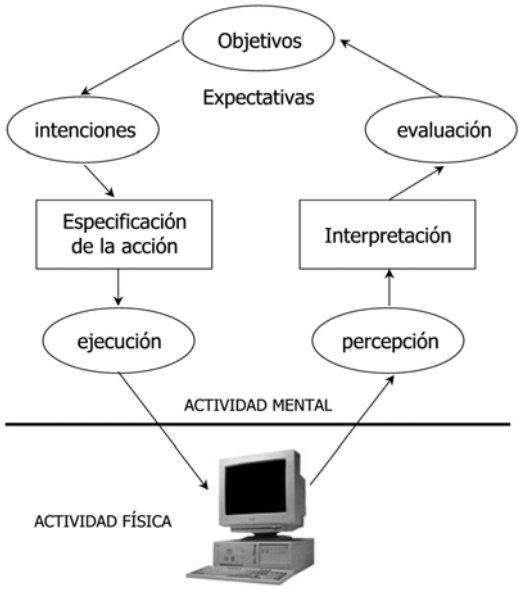


Figura c3_3: Actividades cognitivas de un usuario [NOR86]

3.6.1. Sensación y percepción

En psicología se suele distinguir entre sensación y percepción.

Se habla de *sensación* refiriéndose al proceso de captación del estímulo físico del ambiente (luz, sonido, etc.) y su conversión en estímulos nerviosos que recorrerán los canales sensoriales hasta llegar al sistema nervioso central.

Por otra parte, se reserva el término *percepción* para referirse al proceso por el que asignamos significado a los estímulos que han entrado a nuestro sistema cognitivo captados por nuestros sistemas sensoriales. En definitiva, al hablar de percepción ya no hablamos de ondas electromagnéticas que llegan a la retina, sino de "objetos con colores y formas".

[27] Se define cognición como la adquisición, mantenimiento y uso del conocimiento.

3.6.1.1. Sensación: los canales de entrada

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

Consecuentemente para comprender dicho proceso interactivo pasa inevitablemente por considerar y entender el funcionamiento de los sistemas sensoriales humanos.

El sistema visual. Interpretación de la imagen

Ver es obtener información a partir de la energía electromagnética que llega a los ojos desde la estructura espacial del mundo que nos rodea y los distintos aspectos que pueden distinguirse en él. Y lo que vemos es la imagen, que es producto de la luz definida como la porción del espectro electromagnético que puede ser detectado por el sistema visual humano.

El proceso entero de la interpretación de la imagen sigue todavía sin comprenderse completamente hoy en día; no obstante, sus principios básicos fueron analizados por D. MARR [MAR82], quien describiendo el proceso de extracción de formas de una imagen para construir viñetas de creciente complejidad descubrió que, a partir de la "masa de información" que la corteza óptica del cerebro humano recibe, crea su significado visual, que no es otro que la imagen que vemos.

El proceso interno de identificación, que por lo general trabaja correctamente, en ciertas ocasiones falla proporcionando una ilusión visual ambigua. En este caso, el cerebro realiza la interpretación a partir de la correspondencia con objetos almacenados en la memoria, que son distintos para cada persona; de ahí la ambigüedad.

Otro proceso que interviene en la interpretación de la imagen es la atención de la misma que realicemos. Una imagen puede tener puntos de mayor interés atencional que tendrán mayor importancia en nuestra memoria. El movimiento es el efecto más remarcable que automáticamente atrae nuestra atención.

Por tanto, la interpretación visual de las imágenes radica en que una mala interpretación de las mismas proviene normalmente del significado que cada uno le da. En resumen, "*lo que usted ve depende de lo que usted mira y lo que usted conoce*" [SUT03b].

El sistema auditivo. Interpretación del sonido y del habla

Mientras que la visión es actualmente el sentido dominante para la comunicación entre los sistemas interactivos y las personas, el oído está asumiendo un grado de importancia cada vez mayor. Como hemos visto con la visión, lo que oímos no se trata

sólo del sonido que recibimos, sino de la interpretación que del mismo realizamos.

El aspecto más importante del sonido desde el punto de vista humano es el habla y la lengua. El sistema auditivo para interpretar el sonido realiza un proceso de clasificación de la entrada en tres categorías [SUT03b]:

- El ruido y los sonidos sin importancia, que tienen que discriminarse.
- El ruido significativo, que es el que realmente contiene el cuerpo del mensaje.
- Las expresiones significativas que componen la lengua.

El sistema auditivo, como pasaba con el visual, utiliza la experiencia pasada almacenada en la memoria para interpretar la entrada. La lengua hablada está llena de palabras mal pronunciadas, de oraciones inacabadas e interrupciones que aun así el mecanismo de interpretación es capaz de tener como una entrada correcta.

Además, el discurso hablado tiene diferentes connotaciones en función de la tonalidad o el volumen con el que éste es emitido, aspectos que los ordenadores actuales son incapaces de emitir, y ni mucho menos de reconocer e interpretar.

El tacto

Es evidente que los dos sistemas sensoriales anteriores tienen una implicación determinante a tener en consideración en los procesos interactivos. Planteémonos ahora la siguiente pregunta: ¿Por qué nos debemos preocupar por el sentido del tacto en IPO?

- En primer lugar, el tacto se está convirtiendo en un canal sensitivo importantísimo en el diseño de sistemas de realidad virtual en el que el usuario explora mundos virtuales con su cuerpo, principalmente con las manos. En este sentido, el diseñador debe saber como el tacto activo [28] funciona cuando exploramos objetos y tratamos de descubrir sus propiedades.
- En segundo lugar, para personas con discapacidades visuales o auditivas es muy útil el sistema táctil. En este sentido, los diseños de interfaces son un desarrollo que se basa en la larga historia de sistemas alternativos de comunicación (ejemplo: Braille).

El sentido del tacto es mayoritario en nuestro cuerpo (la piel es nuestro sistema sensorial más grande) y contrariamente es al que normalmente dedicamos menor atención. Contiene muchas clases de receptores, que tienen terminaciones nerviosas libres o encapsuladas, aunque no existen unas claras divisiones entre todos los tipos de receptores de la piel y sus funciones.

[28] Al tacto activo también se le llama percepción táctil y es más preciso y útil que el tacto pasivo.

Sistema cenestésico y vestibular

El sentido cenestésico es uno de los sentidos somáticos, llamados así porque proporcionan información sobre lo que está ocurriendo en nuestro cuerpo, tanto a nivel superficial como a nivel interno. Y el sistema conocido con el nombre de vestibular es el que nos proporciona información acerca de la orientación, el movimiento y la aceleración del cuerpo humano.

Estos sentidos son similares en el hecho de que raramente somos conscientes de ellos. Sus funciones incluyen básicamente el equilibrio, el mantenimiento de la cabeza en una posición erguida y el ajuste de los movimientos de los ojos para compensar los movimientos de la cabeza.

La importancia de este sentido en IPO está sobre todo en el contexto del diseño de sistemas de realidad virtual, en el que si no se tienen en cuenta sus características encontraremos problemas como mareos, náuseas o desorientación espacial.

El sistema olfativo

El sentido del olfato ha comenzado a ser explorado en IPO por las posibilidades que ofrecen los olores para crear mundos virtuales parecidos a los reales y las investigaciones sobre este sentido en IPO están comenzando tímidamente debido a las grandes dificultades que tiene para ser utilizado en el diseño de interfaces.

Además, en el contexto de las "interfaces emocionales", el sentido del olfato adquiere una gran importancia porque tiene conexiones nerviosas directas con el sistema límbico, que es el encargado de procesar las emociones.

El olfato, que como el gusto es un sentido químico detectado por receptores a partir de la presencia de moléculas en el aire, tiene las siguientes importantes características que los hacen tan difíciles de tratar en IPO:

- Adaptación, si los receptores son expuestos durante mucho tiempo a un mismo olor pierden selectivamente la sensibilidad a ese olor.
- Existe una gran variación individual en la sensibilidad al olor, dificultando el diseño de interfaces olfativas para que sean usadas universalmente.

3.6.1.2. Percepción

La percepción comienza al recibir la información de las células receptoras, que son sensibles a uno u otro tipo de estímulos. Las vías sensoriales conectan al receptor periférico con las estructuras centrales de procesamiento. Existe, así, un procesamiento en paralelo de la información sensorial que es esencial para el modo en el que el cerebro forma nuestras percepciones del ambiente.

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

Organización perceptual de objetos y escenas

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

Este fenómeno ha dado pie a que se estudien qué principios rigen la organización perceptual, cuyo máximo exponente han sido las llamadas *Leyes* o *Principios de Agrupación*, que dan como resultado el que varios elementos de la escena se perciban conjuntamente:

a) *Proximidad*: Si dos objetos están cerca el uno del otro y alejados de los otros, tienden a ser percibidos conjuntamente.
b) *Similitud*: Los objetos que comparten alguna característica perceptual (color, tamaño, orientación, textura...) tienden a ser percibidos conjuntamente.
c) *Destino común*: Los elementos que se mueven en la misma dirección se percibirán agrupados.
d) *Buena continuación*: Los elementos que pueden ser vistos como buenas continuaciones del otro tienden a ser percibidos como conjuntamente.
e) *Cierre*: Los elementos formando una figura cerrada tienden a ser percibidos como agrupados.
f) *Región común*: Los objetos colocados dentro de una misma región cerrada se percibirán agrupados.
g) *Conexión entre elementos*: Objetos que están conectados por otros elementos tienden a ser agrupados conjuntamente.
h) *Sincronía*: Los elementos visuales que ocurren al mismo tiempo tienden a ser vistos como un conjunto.

Organización perceptual y la tarea del usuario

La organización de los elementos puede facilitar o entorpecer el trabajo de un usuario sobre la misma. Una idea principal para un buen diseño propuesta por WICKENS [WIC92] es que la organización perceptual de la información debe estar supeditada a como el usuario lleve a cabo la tarea sobre la misma.

Por ejemplo, para encontrar información a través de un buscador, el usuario utilizará al menos un cuadro de texto y un botón que inicie la búsqueda. Siguiendo la idea de

hacer compatibles la organización perceptual y la de la tarea, ambos elementos deberían estar juntos y acorde con la operación mental que el usuario desarrolle sobre las mismas: Si se escribe de izquierda a derecha, el botón de inicio debería aparecer a la derecha.

Percepción y atención

Al trabajar con una interfaz el usuario recibe con frecuencia mayor cantidad de información de la que puede procesar al mismo tiempo.

El proceso de la atención, en cuanto a la acción de fijar el pensamiento en una determinada cosa, funciona a modo de filtro que permite restringir qué información va a ser analizada en cada momento, evitando así una posible saturación del sistema cognitivo.

La relación entre la atención y la percepción es muy estrecha, en la medida en que solemos atender aquello que nos interesa percibir y normalmente se percibe aquello a lo que se atiende.

Se sabe que la atención se puede modular tanto desde el ambiente como por el propio usuario. Así, lo que entendemos por un estímulo "llamativo" (por ejemplo, una imagen con colores brillantes) nos atraerá más la atención que otro más sobrio. Pero incluso más importante puede llegar a ser la atención que venga dirigida por la persona. La medición de ésta última en entornos informáticos se suele realizar mediante el registro de los movimientos oculares del usuario mientras navega por la interfaz.

El dato más sorprendente es que las personas no rastreamos la totalidad de la imagen, sino que normalmente nos centramos en aquellas áreas de alto contenido informativo.

A partir del análisis particular de esas regiones, la persona se hace una idea de lo que tiene en frente. Por ello, es normal que el usuario pueda dejar de percibir grandes áreas de la imagen que han resultado ser poco informativas.

Un ejemplo de este fenómeno lo encontramos en la "*Ceguera al banner*": Los usuarios con frecuencia no prestan atención a los *banners* que normalmente aparecen en la parte superior de las páginas web.
En un experimento, BENWAY [BEN98] pidió a los usuarios que buscaran información de unos cursos sobre Internet en una página concreta. Se pudo comprobar que las personas pasaban por alto un *banner* colocado en lo alto de la página que les informaba sobre el tema que debían buscar. La acción más común fue rastrear las opciones de los menús de la página, que aunque también conducían a la misma información llevaban más tiempo que mediante el uso del *banner*.

Por otro lado, la atención puede optar por dos formas dependiendo de la cantidad y tipo de estimulación y los objetivos de la persona. En lo que se entiende como **atención selectiva**, un usuario puede focalizar toda su atención en un elemento obviando la información que provenga de otros canales perceptivos.

En segundo lugar, se habla de **atención dividida** para hacer referencia a la posibilidad de prestar atención por dos canales perceptivos o a dos elementos dentro del mismo simultáneamente.

Percepción y acceso al conocimiento

Conocimiento a través de las imágenes: el uso de iconos.

Cuando una persona lee un texto accede al conocimiento que tiene almacenado en la memoria semántica a través de la transformación fonológica de las palabras.

Este proceso lleva un tiempo determinado y puede verse interferido por numerosos factores, como por ejemplo que la codificación fonológica produzca una salida de sonido similar pero de significado distinto (ejemplo, leer "BOTA" y acceder al conocimiento de "BOLA").

Las personas también podemos acceder a la información almacenada en la memoria a través de otras vías, como por ejemplo a través de imágenes (por ejemplo, al percibir un dibujo representando una impresora no es necesario acceder al código fonológico de la misma para recuperar su significado) [PAI80].

Por ese motivo las representaciones icónicas permiten un acceso directo y más rápido a la información semántica del objeto representado.

De hecho, con frecuencia la presentación de un icono para representar un objeto sencillo es mejor incluso que la inclusión del mismo icono y la palabra correspondiente. En este último caso, los procesos de codificación de la palabra ralentizan el acceso a la información representada y entorpecen la tarea.

La superioridad de la imagen sobre la palabra ha hecho que se investigue su uso en contextos informáticos a través de los iconos, llegando a conclusiones en forma de listas de recomendaciones para su utilización que no vamos a enumerar (no por carecer de importancia, sino por no ser relevante en el trabajo actual).

Conocimiento de la función de los objetos: las Affordances.

Cuando se elabora una interfaz, el diseñador desea que los usuarios conozcan la función que van a desempeñar los distintos objetos de la misma. Por ejemplo, en una interfaz tipo web de nada sirve incluir un hipervínculo a través de una imagen si el usuario desconoce que pinchando sobre ella va a poder acceder a una nueva pantalla.

Tradicionalmente se ha pensado que las personas únicamente percibimos la función de un objeto a partir de lo que se podría llamar una inferencia: *Primero se reconoce el objeto* (p.e. la barra espaciadora), *a continuación se categoriza* (p.e. elemento de un teclado) *para acabar accediendo al conocimiento de su función* (p.e. pulsarlo para obtener un espacio en

blanco en el texto).

Pero ésta, aunque cierta en muchos casos, no es la única forma de acceder a la información de la función de un elemento. Una forma de acceso más rápida es la que se conoce con el nombre de *affordances* (o captación intuitiva) *que son las funciones de un objeto que el observador percibe directamente a partir de su imagen* [NOR90], y constituyen un aspecto de importancia capital a la hora de diseñar las interfaces de los usuarios de los sistemas interactivos.

De esta manera, el objeto no tiene que ser ni reconocido ni categorizado para que su función se haga manifiesta. Así, para seguir con el ejemplo anterior, un usuario, al percibir una barra espaciadora, la primera impresión que tiene es la de estar ante un objeto "para ser presionado".

Para maximizar la efectividad de las *affordances* es necesario que éstas cumplan una serie de requisitos que podemos ver resumidos en la siguiente tabla:

	Descripción
Forma funcional	La correspondencia entre la forma del objeto y su función debe ser lo más transparente posible. Ejemplo: Para que un objeto presente la *affordance* de "ser presionado" debe estar representado de tal forma que dé la sensación de tener volumen sobre una superficie.
Visibilidad al usuario	Elementos como los "links emergentes" que tan sólo aparecen cuando el usuario sitúa encima de los mismos el puntero del ratón, no son aconsejables en la medida en que no hacen visible su función a primera vista.
Acción coherente	La acción que siga al accionamiento de un objeto debe ser coherente con su *affordance* para facilitar su aprendizaje y uso. Ejemplo: Un botón para acceder a un menú oculto que se identifique con una flecha señalando hacia abajo, deberá presentar el menú desde ese punto y hacia abajo.
Relatividad del observador	Un problema de las affordances es que no suscitan la misma función a todo tipo de población. Ejemplo: Un banco en un parque puede presentar el affordance "sentarse en él" para un anciano, y "escalarlo" para un niño pequeño.

Tabla c3_4: Requisitos que favorecen las *affordances* de los objetos

3.6.2. La memoria

La memoria humana participa prácticamente en todos los actos de la interacción de la persona con el ordenador. Un ejemplo muy común lo encontramos cuando un usuario quiere seleccionar una opción en un menú y debe recordar primero el nombre que recibe esa opción en la interfaz, y después en qué menú de los disponibles se encuentra (mientras mantiene activo el nombre de la opción).

Que la interfaz esté diseñada a partir del estudio derivado de las estructuras y procesos de la memoria humana podrá agilizar el trabajo que el usuario realice sobre la misma.

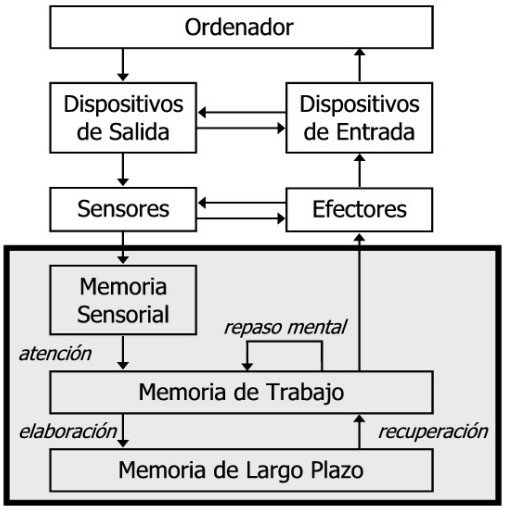


Figura c3_4: Componentes del sistema de memoria dentro del *modelo de Procesamiento de la Información Humano* [AND95]

La memoria se divide en una serie de sistemas [TUL83], cada uno con diferentes funciones, como por ejemplo almacenar información por unos pocos segundos o para toda la vida, información conceptual o eventos de la vida cotidiana, etc. Comprender los sistemas de memoria, encuadrados en la figura anterior, resulta de importancia capital a la hora de distribuir los elementos en las interfaces de los sistemas interactivos.

3.6.2.1. La memoria sensorial

Los procesos encargados de analizar la información que, de una forma rápida y continuada, llega a nuestros sentidos necesitan tiempo para realizar su función, pudiendo provocar pérdidas antes de su almacenamiento. Por esta razón, los canales sensoriales (o canales de entrada vistos anteriormente) tienen asociadas memorias donde la información se almacena por cortos períodos de tiempo (milésimas de segundo), y la función de estas memorias, sensoriales, es retener la información para que pueda ser transferida a la memoria de trabajo antes de que desaparezca.

Por poner un ejemplo, el recuerdo del color establecido por medio de la memoria visual, aquella cuya fuente de información es el sentido de la vista, es muy pobre en comparación con la memoria auditiva, cuya información proviene del oído. A menudo es posible repetir una melodía (almacenada en la memoria auditiva) que sólo se ha oído una o dos veces, mientras que si decimos "rojo" ante cincuenta personas cabe esperar que haya cincuenta rojos distintos en sus mentes; incluso aunque especifiquemos un rojo específico la percepción de todos ellos será distinta [ALB87].

La memoria sensorial se guarda básicamente en dos "almacenes":

a) El **almacén icónico**: Es el encargado de recibir la información visual. Se considera un almacén de gran capacidad en el que la información almacenada es una representación isomórfica de la realidad de carácter puramente físico (perceptual) y no categorial (aún no se ha reconocido el objeto).

   Esta estructura es capaz de mantener 9 elementos aproximadamente por un intervalo de tiempo muy corto —alrededor de 250 milisegundos— [SPE60].

   Los elementos que finalmente se transferirán a la memoria operativa serán aquellos a los que el usuario preste atención.

b) El **almacén ecoico**, por su parte, mantiene almacenado los estímulos auditivos hasta que el receptor haya recibido la suficiente información para poder procesarla definitivamente en la memoria operativa.

   Este intervalo temporal es de corta duración, pudiendo diferenciarse entre el almacenamiento de sonidos —250 milisegundos— y de palabras con significado —2 o más segundos.

3.6.2.2. La Memoria Operativa

La Memoria Operativa, llamada también Memoria de Trabajo o Memoria a Corto Plazo, es el sistema en el que el usuario maneja la información a partir de la cual está interactuando con el ambiente. Sus *funciones generales* abarcan:

- La retención de información.
- El apoyo en el aprendizaje de nuevo conocimiento.
- La comprensión del ambiente en un momento dado.
- La formulación de metas inmediatas.
- La resolución de problemas.

La información almacenada en esta memoria, aunque es más duradera que la almacenada en las memorias sensoriales, tiene ciertas limitaciones que se ponen de manifiesto en los efectos de primacía y recencia[29].

La siguiente característica es una de las más significativas para el desarrollo de las

[29] Cuando a las personas se les presenta una lista de elementos (palabras, dibujos, acciones...) para que sean memorizados, al cabo de un breve lapso de tiempo recuerdan con mayor facilidad aquellos ítems que se presentaron al principio (primacía) y al final (recencia) de la lista, pero no aquellos intermedios. El efecto de primacía disminuye al aumentar la longitud de la lista, pero no así el de recencia. La explicación que se da a estos datos es que las personas pueden repasar mentalmente los primeros elementos hasta almacenarlos en la memoria a largo plazo (que se explicará a continuación), a costa de no poder procesar los elementos intermedios. Los últimos ítems, por su parte, permanecen en la memoria operativa tras finalizar la fase de aprendizaje, por lo que estarían accesibles a la hora de recordar la lista.

interfaces de los sistemas interactivos: La memoria operativa está limitada a aproximadamente 7±2 elementos con un tiempo de acceso, si no se repasa, de 70 mseg durante 20 seg. Característica que se conoce como el *número mágico de Miller* [MIL56].

3.6.2.3. La Memoria a Largo Plazo

Este almacén hace referencia a lo que comúnmente se entiende por *memoria*, la estructura en la que se almacenan recuerdos vividos, conocimiento acerca del mundo, imágenes, conceptos, estrategias de actuación, etc.

Se trata de un almacén de capacidad ilimitada (o al menos desconocida) que contiene información de naturaleza muy diversa. Se considera como la "base de datos" en la que se inserta la información a través de la memoria operativa para poder posteriormente hacer uso de ella. Su acceso es más lento —entre 1 y 10 seg.—, aunque a su favor debe indicarse que ocurre lo mismo con el proceso de pérdida.

La Memoria a Largo Plazo, MLP, a su vez se subdivide entre Memoria Declarativa y Procedimental.

- La **Memoria Declarativa** es la que contiene información referida al conocimiento sobre el mundo y experiencias vividas por cada persona (memoria episódica), así como información referida al conocimiento general, más bien referido a conceptos extrapolados de situaciones vividas (memoria semántica).
- La **Memoria Procedimental** nos sirve para almacenar información basada en procedimientos y estrategias que permiten interactuar con el medio ambiente, pero que su puesta en marcha tiene lugar de manera inconsciente o automática, resultando prácticamente imposible su verbalización. Puede considerarse como un *sistema de ejecución*, implicado en el aprendizaje de distintos tipos de habilidades que no están representadas como información explícita sobre el mundo.

3.6.3. Representación del conocimiento

En psicología se usa la palabra *conocimiento* haciendo referencia a la información que nuestro sistema cognitivo tiene almacenada.

Durante el proceso de interacción con el mundo las personas hacemos uso de información adquirida por nuestros procesos perceptuales y que tenemos almacenada en nuestra memoria a largo plazo.

El conocimiento no está almacenado de forma caótica, sino que está organizado en estructuras semánticas que facilitan su adquisición y su posterior recuperación.

3.6.3.1. Modelos mentales

Cuando una persona aprende a interactuar con un sistema (en el sentido más amplio del término no tiene porque ser interactivo) adquiere conocimiento sobre su funcionamiento y de las relaciones estructurales entre sus componentes. Los investigadores han llamado a este conocimiento "modelo mental" del sistema [MOR81b][GEN83], cuya representación presenta las siguientes características:

a) Es *incompleta*.
b) Es *ejecutable mentalmente*, es decir, el usuario puede mentalmente simular su funcionamiento.
c) Es *inestable* en el sentido de que el usuario olvida sus detalles fácilmente.
d) *No tiene* unos *límites claros* y se confunde con los modelos mentales de sistemas físicos similares.
e) Es *acientífica* e incluye supersticiones y creencias erróneas sobre la conducta del sistema.
f) Es *parsimoniosa* porque los usuarios prefieren reducir su complejidad.

La existencia de los modelos mentales y su importancia durante la interacción con los sistemas físicos ha sido demostrada en numerosos experimentos.

Por ejemplo, KIERAS y BOVAIR [KIE84] han estudiado cómo la comprensión del modelo de un sistema (panel de control de un circuito eléctrico) que describe el mecanismo interno del mismo afecta al aprendizaje y la ejecución de tareas con dicho sistema. En sus investigaciones, estos autores encontraron que un grupo de personas que dispone durante la fase de aprendizaje del modelo interno del sistema aprendía más rápido, recordaba de forma más exacta el funcionamiento del sistema, realizaba en menos tiempo las tareas que se le proponían y simplificaba con más facilidad procedimientos que eran poco eficientes.

Por otra parte, en las investigaciones llevadas a cabo por CAÑAS, BAJO y GONZALVO [CAÑ94], en las que se estudiaba el aprendizaje de lenguajes de programación, se encontró que los estudiantes de programación que recibían ayudas gráficas que facilitaban la adquisición del modelo mental del ordenador durante el aprendizaje mostraban una mejora en la representación del conocimiento sobre el sistema con relación a otros estudiantes que no recibían dichas ayudas.

El concepto de modelo mental es fácil de comprender si pensamos en ejemplos de nuestra vida cotidiana. Cuando interactuamos con los objetos que hay en nuestra casa lo hacemos con un modelo mental determinado: Por ejemplo, cuando encendemos la televisión tenemos un conocimiento de cómo funciona ésta. El conocimiento no tiene que ser perfecto ni amplio. Si sólo queremos encenderla y ver un programa, necesitamos saber que funciona con corriente eléctrica y que hay un interruptor, que las imágenes llegan a través de la antena, etc. Sin embargo, si somos técnicos que tenemos que reparar televisores, nuestro conocimiento sobre su estructura y funcionamiento debe ser más profundo, es decir, necesitamos tener un modelo mental más completo.

El modelo mental en el sistema cognitivo humano: relación con la memoria a largo plazo y la memoria operativa

Durante la ejecución de una determinada tarea la persona forma una representación mental en la memoria operativa o de trabajo que se combina con la información almacenada en la memoria a largo plazo, junto a información de características de la propia tarea extraídas de los procesos perceptuales, representación conocida como modelo mental del contexto determinado, que es, por naturaleza, dinámico.

El término modelo mental, anteriormente explicado, se ha matizado de diferente manera dependiendo del área desde la cual se ha estudiado. De todas formas, la principal diferencia radica en que mientras que para algunos investigadores el modelo mental dispone de una representación almacenada en la memoria operativa para otros la representación está en la memoria a largo plazo.

Para resolver este problema de definición CAÑAS, ANTOLÍ y QUESADA [CAÑ01a] reservan el término modelo mental para la representación dinámica que se forma en la memoria de Operativa, combinando la información almacenada en la memoria a largo plazo y la extraída del entorno de la tarea, y utilizan la denominación de modelo conceptual [YOU83] cuando se refirieren a la información que está almacenada en la propia memoria de largo plazo.

Los mismos autores proponen un modelo que intenta establecer una única definición de modelo mental y su localización en memoria. En la figura c3_5 se refleja la conceptualización de la definición de modelo mental y su papel en relación con los componentes del sistema cognitivo.

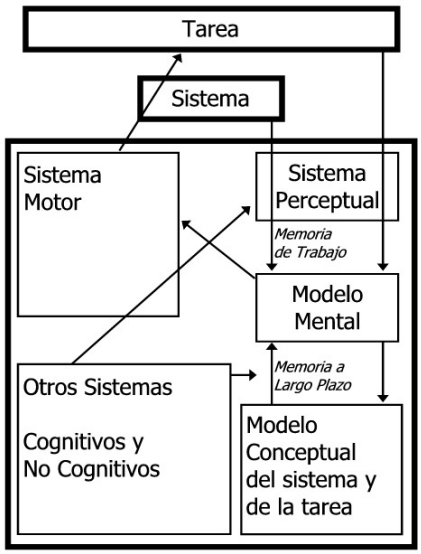


Figura c3_5: El papel y la situación de los modelos mentales durante la interacción con un sistema físico

El modelo distingue los dos tipos de representaciones anteriormente referidos, una almacenada en la memoria a largo plazo, el modelo conceptual, y otra, el modelo mental, que está almacenada en la memoria operativa.

A la hora de realizar una tarea, razonar o interactuar con un sistema físico es necesario disponer de una representación que contenga información general y duradera, y que estuviera almacenada en la memoria a largo plazo. Por otra parte, necesitamos también un tipo de representación más dinámica que sea capaz de adaptar esta información almacenada en la memoria a largo plazo a las características específicas de la tarea que en ese momento esté realizando la persona y que debe ser, por tanto, una información más específica y que está almacenada en la memoria operativa.

Evaluación del modelo mental que un usuario tiene y sus aplicaciones

Desde una perspectiva psicológica, el aprendizaje de una herramienta informática requiere la adquisición de una representación mental de los conceptos relacionados con dicha herramienta.

Como se ha visto en esta representación mental, la información está organizada y parte de esta organización está basada en las relaciones de similitud o proximidad conceptual que se establecen entre los conceptos.

Así, una persona que usa una herramienta informática, por ejemplo, un procesador de textos, tendrá una representación mental de los conceptos cuya relación o proximidad refleje su conocimiento de dicha herramienta.

Debido a esta relación entre aprendizaje y representación conceptual, es posible evaluar el nivel de aprendizaje estimando el grado en el que se ha adquirido esta representación conceptual mediante el uso de técnicas de evaluación que examinan cuál es la organización que tiene el usuario de los conceptos de una herramienta informática.

La idea que subyace al uso de estas técnicas es que si dos conceptos están relacionados porque se utilizan juntos para realizar una tarea, esta relación estrecha debe estar reflejada en la memoria del usuario. Las tareas que se realizan con la herramienta (escribir un texto, almacenarlo, recuperarlo, imprimirlo) requieren un conocimiento de los conceptos (partes del documento, organización del documento, localización del documento, etc.) que se manejan en la herramienta. Estos conceptos están relacionados entre sí por su afinidad en la realización de tareas.

3.7. Usabilidad y accesibilidad

Durante la implementación de todos los casos de las aplicaciones expuestas en la introducción de la tesis hemos realizado un esfuerzo especial en intentar que las

interfaces de las mismas sean para sus respectivos usuarios lo más transparentes posible. Transparencia en el sentido de que es una propiedad que "no se ve, que pasa inadvertida", que aplicada a una interfaz significa que el usuario sólo debe preocuparse de realizar su trabajo y no en cómo debe hacerlo.

Queremos proporcionar a los camareros de la cafetería, a los excursionistas, a la recepcionista de la empresa de prefabricados, a los operarios que utilizan los equipos de pesaje de Payper, a los jóvenes de Lleida que acceden a "su web", a los futuros visitantes del yacimiento arqueológico con el nuevo sistema, al adolescente discapacitado… y, en definitiva, a todos los posibles usuarios de nuestros sistemas interactivos unas herramientas cuyas interfaces se manipulen de manera tan diáfana como la bicicleta, la silla de ruedas o el volante y el cambio de marchas del coche que habitualmente utilizan para desplazarse. Ejemplos en los que la mente del conductor está centrada en el tráfico, el estado de la calzada y las indicaciones hacia su destino, mientras sus manos y pies utilizan *la interfaz* de manera inconsciente.

Es de especial interés que estas interfaces sean lo más fáciles de usar y de aprender posible sin perder el horizonte acerca de la universalidad de las mismas; o sea que aplicando los principios conocidos como del *diseño universal* [TCU97] procuraremos además implementar unas interfaces para todas las personas, sin barreras (tecnológicas) de ningún tipo que interfieran su utilización.

La Sociedad de la Información y de la Comunicación (SIC) constituye un factor determinante que marca el desarrollo y la evolución de la sociedad actual. Contrariamente, esta SIC, la mayoría de las veces, no avanza en función de las necesidades de dicha sociedad a la que da servicio.

No todos tenemos las mismas capacidades ni aptitudes. Para personas con algún tipo de limitación funcional, manipular productos o utilizar los servicios que la vida diaria impone supone un reto muchas veces imposible de superar. Conceptos como ayudas técnicas, accesibilidad integral o diseño para todos son cada vez más utilizados para asegurar la independencia y participación social de las personas con movilidad o fuerza reducida, deficiencias en la visión o en la audición, dificultades para hablar u otras limitaciones funcionales.

Internet, por poner el ejemplo actual más paradigmático, ofrece acceso a todo tipo de recursos, servicios, cultura, educación, etc. Pero su desarrollo está manifestando que una vez más estamos tropezando de nuevo con la misma piedra al haber trasladado al mundo virtual problemas ya detectados en el mundo real. Y estamos en la obligación de evitar que se repitan los errores que suponen las barreras arquitectónicas habituales en las calles de nuestros pueblos y ciudades, tanto en Internet como en cualquier otro sistema interactivo.

3.7.1. Usabilidad

El concepto usabilidad, introducido por J. NIELSEN [NIE93], de un sistema software tiene dos componentes principales, una hace referencia al aspecto *funcional* del sistema

—las acciones u operaciones que el sistema realiza— y otra a *cómo los usuarios pueden usar dicha funcionalidad*, siendo esta segunda la que nos interesará en este apartado.

Los factores principales que deben considerarse al hablar de usabilidad son la *facilidad de aprendizaje*, la *efectividad de uso* y la *satisfacción* con las que las personas son capaces de realizar sus tareas gracias al uso del producto con el que está trabajando, factores que descansan en las bases del Diseño Centrado en el Usuario que hemos visto anteriormente.

El *grado de usabilidad* de un sistema interactivo es un aspecto relacionado con la interfaz de usuario que *es inversamente proporcional al tiempo que malgastan los usuarios de dicho sistema intentando averiguar el alcance de qué hace o dónde está una determinada funcionalidad*[30]. Esta característica hace, por tanto, referencia a la rapidez y facilidad con que las personas llevan a cabo sus tareas a través del uso del producto con el que están trabajando, idea que descansa en cuatro puntos:

a) Una **aproximación al usuario**: Usabilidad significa centrarse en los usuarios. Para desarrollar un producto usable se tiene que conocer, entender y trabajar con las personas que representan a los usuarios actuales o potenciales del producto.
b) Un **amplio conocimiento del contexto de uso**: Las personas utilizan los productos para incrementar su propia productividad. Así pues, un producto se considera fácil de aprender y de usar en términos del tiempo que toma el usuario para llevar a cabo su objetivo, el número de pasos que tiene que realizar para ello y el éxito que tiene en predecir la acción apropiada para llevar a cabo. Para desarrollar productos usables hay que entender los objetivos del usuario, hay que conocer los trabajos y tareas del usuario que el producto automatiza o modifica.
c) El producto ha de **satisfacer las necesidades del usuario** y **adaptarse a sus modelos mentales**: Los usuarios son gente muy diversa y ocupada intentando llevar a cabo una tarea. Se va a relacionar usabilidad con productividad y calidad. El hardware y el software son las herramientas que ayudan a la gente ocupada a realizar su trabajo y a disfrutar de su ocio.
d) Son **los usuarios** y no los diseñadores o los desarrolladores, los que **determinan cuándo un producto es fácil de usar**.

Puntos en los que puede intuirse su estrecha relación con alguno de los apartados anteriores. Por ejemplo, la aproximación al usuario con el DCU o satisfacer las necesidades de éste con el factor humano, concretamente con la memoria y los modelos mentales.

[30] Cita no referenciada pero muy acertadamente frecuentemente menciona el Dr. Júlio Abascal de la Universidad del País Vasco, director del Laboratorio de Interacción Persona-Computador para Necesidades Especiales, de la Universidad del País Vasco.

3.7.1.1. Definición

Coloquialmente suele definirse usabilidad como la propiedad que tiene un determinado sistema para que sea "fácil de usar o de utilizar y de aprender"; tratándose de una propiedad que no es sólo aplicable a los sistemas software, sino que, como muestra D. NORMAN en [NOR90], es aplicable a los elementos de la vida cotidiana.

Esta definición, que en esencia es correcta, no deja de ser incompleta ya que el término engloba muchas más connotaciones. Veremos a continuación una serie de definiciones propuestas por prestigiosas organizaciones y autores que nos ayudarán a comprender la usabilidad como concepto.

Definiciones ISO

El organismo de estandarización ISO (*International Standarisation Organization*) propone dos definiciones del término usabilidad, definidas dependiendo de los términos que considera en el momento de especificar o evaluar dicha usabilidad:

- **ISO 9241-11** (Guidance on Usability - 1998) [ISO98] [31]

Este estándar (que es parte de la serie ISO 9241) proporciona la definición de la usabilidad que se utiliza en estándares ergonómicos:

> *La medida en la que un producto se puede usar por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado.*

La efectividad es la precisión y la plenitud con la que los usuarios alcanzan los objetivos especificados. A esta idea van asociadas la facilidad de aprendizaje (en la medida en la que éste sea lo más amplio y profundo posible), la tasa de errores del sistema y la facilidad del sistema para ser recordado (que no se olviden las funcionalidades ni sus procedimientos).

Por eficiencia se entenderán los recursos empleados en relación con la precisión y plenitud con que los usuarios alcanzan los objetivos especificados.

Y por satisfacción se entenderá la ausencia de incomodidad y la actitud positiva en el uso del producto. Se trata, pues, de un factor subjetivo.

Esta norma explica cómo identificar la información que se necesita considerar en el momento de especificar o evaluar la usabilidad en **términos** de **medidas de funcionamiento** y de **satisfacción del usuario**. La dirección se da en cómo describir el contexto de uso del producto y de las medidas de usabilidad en una manera explícita. Incluye una explicación de cómo la usabilidad de un producto se puede especificar y evaluar como parte de un sistema de calidad, por ejemplo, uno que sea conforme con el estándar ISO 9001.

[31] La ISO 9241 es un borrador de estándar internacional para los requisitos ergonómicos aplicable a los terminales visuales en entornos de trabajo de oficinas. En la parte 11 de este estándar se discute la usabilidad para los propósitos de las especificaciones de requisito del producto y de la evaluación del producto.

También explica cómo las medidas de funcionamiento y de satisfacción del usuario se pueden utilizar para medir como un componente cualquiera de un sistema afecta la calidad del mismo dentro del contexto de su uso.

- **ISO/IEC 9126** (Software engineering—Product quality. Product evaluation—Quality characteristics and guidelines for their use, 1991) [ISO91b].

En la comunidad de la ingeniería del software el término usabilidad se ha asociado más comúnmente al diseño de la interfaz del usuario. La ISO/IEC 9126 (desarrollada como un estándar de la ingeniería del software) define la usabilidad como una contribución relativamente independiente a la calidad del software asociado con el diseño y la evaluación de la interfaz del usuario y su interacción. Dicha definición es la siguiente:

> *Un conjunto de atributos que influyen en el esfuerzo necesario para el uso, y en el asesoramiento individual de cada uso para un conjunto de usuarios definido o implicados.*

Podemos observar que esta definición responde más a criterios en **términos cualitativos**.

Recientemente la ISO/IEC 9126 (2001) [ISO01] ha sido readaptada en el marco del nuevo modelo de calidad del año 2000. Así encontramos una nueva variación en la definición del término usabilidad (aunque es muy similar a la anterior):

> *La capacidad que tiene un producto software para ser atractivo, entendido, aprendido, usado por el usuario cuando es utilizado bajo unas condiciones específicas.*

Observamos que se ha añadido la coletilla "…*usado bajo unas condiciones específicas*" [32] para dejar claro que un producto no dispone de usabilidad intrínseca, sino que tiene la capacidad de ser usado en un contexto particular.

Definiciones de autores destacados

Además de las definiciones "oficiales" ofrecidas por los estándares disponemos de otras definiciones con el mismo significado profundo pero con matices diferentes de varios autores e investigadores de reconocido prestigio internacional. Veamos, desde nuestro punto de vista, algunas de las más determinantes:

> **Jakob NIELSEN,** pionero en la difusión de la usabilidad, sugiere que la usabilidad es un término multidimensional. Indica que un sistema usable debe poseer los siguientes atributos: Capacidad de *aprendizaje*, *eficiencia* en el uso, facilidad de *memorizar*, *tolerante a errores* y *subjetivamente satisfactorio* [NIE93].
>
> **Jenny PREECE,** autora de multitud de estudios de usabilidad y de varios

[32] Que en definitiva significa lo mismo que "…en un contexto de uso especificado" de la ISO 9241-11.

reconocidos libros, propone la definición más corta pero quizás la más intuitiva. Se refiere a la usabilidad como el *"desarrollo de sistemas fáciles de usar y de aprender"* [PRE94].

Niegel BEVAN, la define como la "*facilidad de uso y la aceptabilidad de un sistema o producto para una clase particular de usuarios que llevan a cabo tareas específicas en un entorno específico*" [BEV91].

No es difícil adivinar que N. BEVAN ha contribuido de forma muy directa en la definición propuesta por el estándar ISO 9241-11.

Janice (Ginny) REDISH (Redish & Associates, Inc. USA), reconocida profesional de la usabilidad defiende la idea de que el objetivo de las personas que trabajan en la usabilidad no es otro que el de producir *"trabajos para sus usuarios"* (*works for its users*) proporcionando a los usuarios las herramientas para poder (i) *encontrar lo que necesitan*, (ii) *entender lo que encuentran*, (iii) *actuar apropiadamente sobre ese entendimiento*, y (iv) *hacer todo esto con el tiempo y esfuerzo que ellos creen necesarios* porque el término usabilidad no se refiere solamente a hacer que los sistemas sean simples, sino que comprende además la comprensión de los objetivos de los usuarios, el contexto de su trabajo y cuál es el conocimiento y la experiencia de que disponen [RED95].

Whitney QUESENBERY propone extender la definición de la ISO 9241 para hacerla, según ella, más comprensible. Propone definir la usabilidad en base a las 5 características que los usuarios deben encontrar en el sistema interactivo, las "5 Es": *Effective* (efectividad), *Efficiency* (eficiencia), *Engaging* (ser atractivo), *Error-Tolerant* (tolerante a errores) y *Easy-to-Learn* (fácil de aprender) [QUE01].

3.7.1.2. Importancia de la usabilidad

El gran avance en la tecnología de los ordenadores ha incrementado la potencia de éstos, a la vez que ha ampliado la banda de comunicación entre las personas y los ordenadores. Aun así, *los principios aplicables al proceso de interacción son independientes de la tecnología, puesto que dependen mucho más de un mejor conocimiento de los elementos humanos de dicha interacción que de dicha tecnología* [DIX93, pág. 118].

Una vez conocido que es y a que hace referencia la usabilidad, debemos reflexionar sobre cómo realmente se está enfocando la implantación de las nuevas tecnologías y plantearse preguntas como *¿por qué nos tenemos que preocupar por la usabilidad*? o *¿por qué las cosas son tan difíciles de utilizar*? para comprender lo que D. NORMAN asegura en cuanto a que *el verdadero problema no radica en el énfasis de la propia tecnología, sino en la persona para la cual esta hecho el dispositivo* [NOR99] mientras el despliegue actual normalmente olvida al

usuario final.

Retomando de nuevo ejemplos a partir de los casos de uso utilizados como hilo conductor de este trabajo de investigación podríamos referirnos a los beneficios que la usabilidad aporta en algunos de ellos:

Así, en el entorno de recepción se consigue, a parte de los principios básicos de la usabilidad (ver el punto 3.7.1.4), introducir los cambios tecnológicos a los usuarios sin que ello les suponga un trauma [ROS02a] —evitando así el efecto de la tecnofobia [WEI97]— y sin necesidad de formación posterior a la instalación.

En el caso de las interfaces para los sistemas de pesaje industriales el tiempo que cada operario debe invertir en el uso de los mismos, unido a la disminución de los errores y al efecto de los mismos supone un ahorro difícilmente calculable pero fácilmente observable.

Y por poner otro ejemplo, en el caso de la tienda *on-line* la mejora en usabilidad se traduce directamente en el número de transacciones consumadas, o sea, en el número de ventas realizadas.

En todos los casos mencionados (y también en los demás) se percibe que si dichas interfaces están mal diseñadas constituirá un factor que dificultará el uso de las funcionalidades.

NIELSEN, por su parte, afirma que la importancia de *la usabilidad* en el desarrollo de software radica en que se trata de un *factor crítico para que el sistema alcance su objetivo* [NIE93]. Los usuarios deben tener la sensación real de que el sistema les ayudará a realizar sus tareas. Y éste debe hacerlo; de otra forma serán reacios a su utilización.

3.7.1.3. Beneficios de la usabilidad

El beneficio inmediato de la usabilidad es que las interfaces son más fáciles de usar, lo cual de por sí ya supone un beneficio humanitario y ético puesto que esta facilidad de uso hace que las personas se sientan menos frustradas y menos intimidadas por la tecnología [NIE03b].

Encontramos, a parte de las evidencias mostradas, estudios de varios autores que constatan los beneficios aportados por la usabilidad.

Algunos de estos autores incluso afirman que la usabilidad mejora la productividad de los usuarios e incrementa su moral, reduce costes de formación y de documentación, permitiendo, por ejemplo, aumentar cuota de mercado [TRE98][DON01].

MAYHEW y MANTEI [MAY94] fueros los primeros en describir los **beneficios de aplicar la usabilidad al diseño software** desde un punto de vista interno y de las ventas realizadas. En los siguientes apartados presentamos una descripción de estos beneficios organizados en tres áreas: Desarrollo, uso interno y ventas.

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 industriales:¿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 compresible, 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 ahorraran 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 térmicos 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 Internet[33]. 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.

[33] 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].

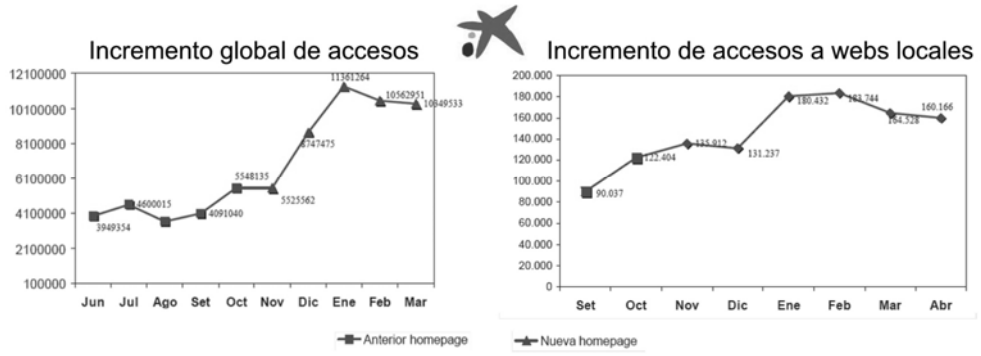


Figura c3_6: Gráficas autoexplicativas de los beneficios que ha sufrido la Intranet de "La Caixa" tras rediseñar su interfaz siguiendo únicamente criterios de usabilidad

- 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.

3.7.1.4. 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*,[34] 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.

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

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 por el usuario.
Familiaridad	Los nuevos usuarios de un sistema poseen una amplia experiencia interactiva con otros sistemas. Esta experiencia se obtiene mediante la interacción en el mundo real y la interacción con otros sistemas informáticos. La familiaridad de un sistema es la correlación que existe entre los conocimientos que posee el usuario y los conocimientos requeridos para la interacción en un sistema nuevo.
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 *control al usuario*, posibilidad de *migración de tareas*, *capacidad de sustitución* y *adaptabilidad* (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	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). Este aspecto condicionará enormemente la disposición y el diseño de los distintos elementos interactivos que aparecerán en la interfaz.

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 a*daptabilidad*. 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 años[35] [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

[35] 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.

Usuario supone la mejor aproximación metodológica que permite desarrollar sistemas focalizados en las necesidades de los usuarios, en definitiva usables. Hemos visto también (punto 3.5.1) 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 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.	• Adecuación a las tareas [DIX93] • Restricciones (físicas, lógicas y culturales) [PRE94][NOR86] • Memorizable [NIE93]
Consistencia.	• Consistencia ← familiar, generalizable [DIX93] • Consistencia [DIX93][PRE94][NOR86] • Memorizable [NIE93]
Diálogo simple y natural.	• Familiar [DIX93] • *Affordance*, adecuación [PRE94][NOR86] • Eficiencia de uso [NIE93]
Reducción del esfuerzo mental innecesario del usuario.	• Disminución de la carga cognitiva, predicción, *affordance* [PRE94][NOR86] • Fácil de aprendizaje[DIX93][NIE93]
Proporcionar realimentación adecuada.	• Tiempo de respuesta, *feedback* [PRE94][NOR86] • Eficiencia de uso, satisfactorio [NIE93]
Proporcionar mecanismos adecuados de navegación.	• Flexibilidad (iniciativa diálogo, multi-threading, migración tareas, sustitución, personalización) [DIX93] • Visibilidad, memorizable [NIE93] • Adecuación [PRE94][NOR86]
Dejar que el usuario dirija la navegación.	• Flexibilidad (iniciativa diálogo, multi-threading, migración tareas, sustitución, personalización)[DIX93] • Satisfactorio [NIE93]
Presentar información clara.	• Facilidad aprendizaje [DIX93][NIE93] • Observabilidad [DIX93] • Adecuación, satisfactorio [NIE93]
El sistema debe ser amigable.	• Familiar, observable, recuperable [DIX93] • Tolerante a errores [NIE93]
Reducir el número de errores.	• 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 hipermedia.
- 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.

3.7.1.5. 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 2.2.3, 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].

3.7.1.6. 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].

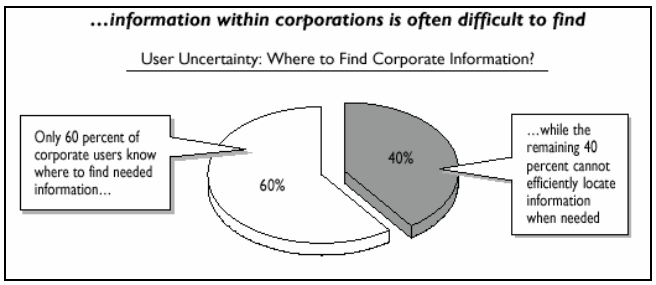


Figura c3_7: Working Council for Chief Information Officers Report

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 China[36].

- 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 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

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

técnicas para resolver conflictos son ejemplos de factores culturales ocultos.

3.7.1.7. ¿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.

3.7.2. 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 3.7.2.4.) 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 surfeando[37], 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 manifiestas 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]:

[37] 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.

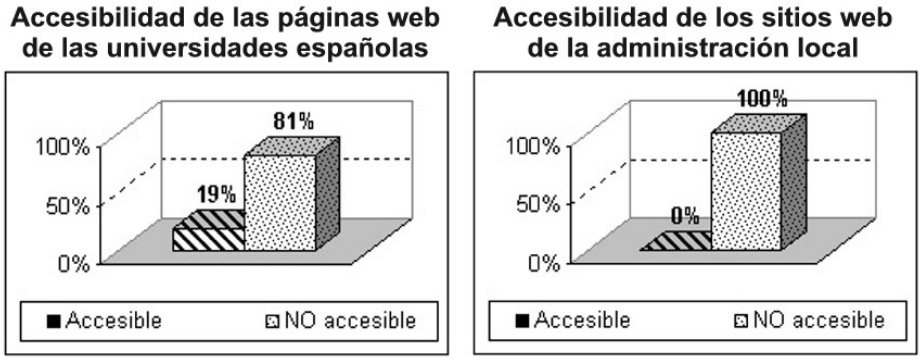


Figura c3_8: Niveles de accesibilidad de los sitios web de las universidades y las administraciones locales españolas a finales del año 2002

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

3.7.2.1. 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 *Insitute 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 cirugía[38].

Así pues, el Diseño Universal supone una estrategia cuyo objetivo es la realización y la

[38] Cita de David Clark Webmaster del Centro de Tecnología Especial Aplicada referenciada en el sitio web de la Fundación SIDAR (http//www.sidar.org).

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 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 ERCIM[39] 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 culturales[40], 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].

3.7.2.2. 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,

[39] ERCIM es el acrónimo de *European Research Consortium for Informatics and Mathematics* (http://www.ercim.org).

[40] 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).

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 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 2.3.2 y el 5.7) 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).	- *Show sounds* (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).	- *Show sounds.*
Impedimento 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.	- *Eye tracking.* - Teclados en la pantalla. - Reconocedores de voz. - Dispositivos apuntadores alternativos.
Impedimento cognitivo	- Con discapacidades cognitivas (dificultad al recibir información, de procesarla y de comunicación). - 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

3.7.2.3. 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 2.5.1).
  - 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 *I Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012* [MTA03][41].

- **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).

[41] En el anexo Accesibilidad se explica con un poco más de detalle el plan.

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 proporcionaran 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.

  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].

3.7.2.4. 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 (Consorcio 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 Accesibility 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.

3.7.3. 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.

3.7.4. 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 diferenciadas[42].

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"[43] 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.*

(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.

[42] 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.

[43] 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…).

3.8. 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.

C a p í t u l o 4

EQUIPOS DE DESARROLLO MULTIDISCIPLINARES

4.1. 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 pluridisciplinares.

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.

4.2. 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 siguientes[44]:

- ¿Por qué necesitamos un equipo multidisciplinario si hasta ahora hemos desarrollado gran cantidad de software que está funcionando correctamente?[45].
- 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 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.

[44] 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.

[45] Concretamente esta pregunta la formularon TODOS los responsables contactados.

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.

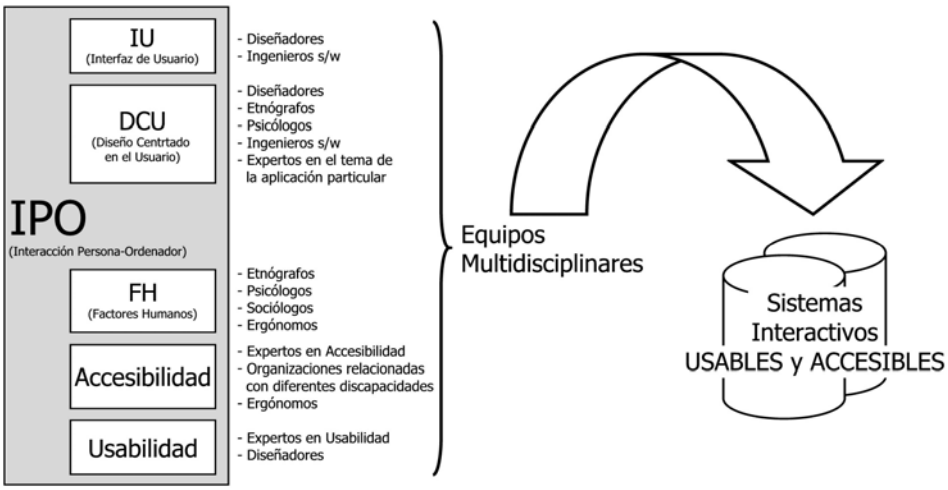


Figura c4_1: Diferentes áreas de conocimiento forman equipos multidisciplinares

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.

4.3. 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 fases[46]:

4.3.1. 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 si o no, o marcar una de las respuestas preestablecidas. Sólo así podrán compararse y analizarse cuantitativamente.

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

[46] 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.

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 colectivos[47].

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	De sobras hemos mencionado la actividad etnográfica y su utilidad en esta fase del modelo de proceso, siendo su aportación enormemente valorada. 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. Indudablemente, al entender los métodos tanto de la etnografía como de la sociología pude 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.

4.3.2. 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:

[47] 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.

- 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.

4.3.3. 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.

4.3.4. 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 más preciadas 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	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 *diseñar el sistema* y el diseño gráfico sólo es uno de los aspectos a diseñar. 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 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	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. 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.

4.3.5. 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.
Lanzamiento	Y lo mismo podemos decir de su implicación en la determinante fase del lanzamiento.

4.3.6. 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.

4.3.7. 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 cognoscitivas.

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*.[48]

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].

[48] Obviamente no lo ha logrado todavía, al menos no completamente.

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.
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.

4.3.8. 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 (publico 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 minning*) 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.

4.4. ¿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 multidisciplinarios 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.

4.5. 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 aísle 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*.

4.6. 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 Martin*, 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.

C a p í t u l o 5

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

5.1. 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.

5.2. ¿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 Capítulo 2).

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 usabilidad [49] 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 multidisciplinares 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.

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

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 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 tener[50].

- 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

[50] 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.*

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 2.1.1.2), 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 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 cómo 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* relacionados[51].

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*", MPIu+a,** que a lo largo de este capítulo se detallará.

[51] 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.

5.3. 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 5.3.2.

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 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.

5.3.1. 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 internacional[52].
- 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 las 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

[52] 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).
- 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.

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).

5.3.2. 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:

- 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][53] (formado principalmente por practicantes de la IS) o de la ICSE[54] [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 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 MPIu+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 (auque 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.

---

[53] 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*).

[54] 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).

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	• Predominancia de especialistas en ciencias de la computación y desarrollo software.	• Profesionales interdisciplinarios procedentes de campos de conocimiento alejados de la ciencia de los computadores.
Tareas	• Enfocadas por el código. • Dirigidas por la funcionalidad.	• Enfocadas por la evaluación. • Dirigidas por el uso.
Casos de Uso	• Obtenidos a partir del Análisis de las Tareas. • Descritos con notaciones formales (básicamente UML).	• Obtenidos a partir del trabajo contextual con usuarios. • Descritos con lenguaje natural y técnicas alternativas de bajo nivel técnico.
Actores	• Red, bases de datos…	• Personas.
Diseño	• Realizado por tecnólogos sin contar con el punto de vista de los usuarios. • Dirigido por atributos técnicos y de proceso	• 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	• Pragmático: práctica → teoría → practica.	• Empírico: teoría → práctica → teoría.
Principales unidades de análisis	• La tecnología.	• Aspectos sociales relacionados con los factores humanos.
Modelos de proceso	• Modelos de datos, objetos, funciones y estados del sistema. • Dirigidos por el proceso.	• Modelos de Diseño Centrado en el Usuario. • Dirigidos por la interfaz.
Prototipos	• Software vertical (con funcionalidades).	• Evolutivos desde prototipos de baja fidelidad a prototipos software.
Evaluaciones	• Funcionales, de sistema y de integración.	• De usabilidad.

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

Concretamente el modelo de proceso MPIu+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 MPIu+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.

5.4. Esquema del MPIu+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 MPIu+a:

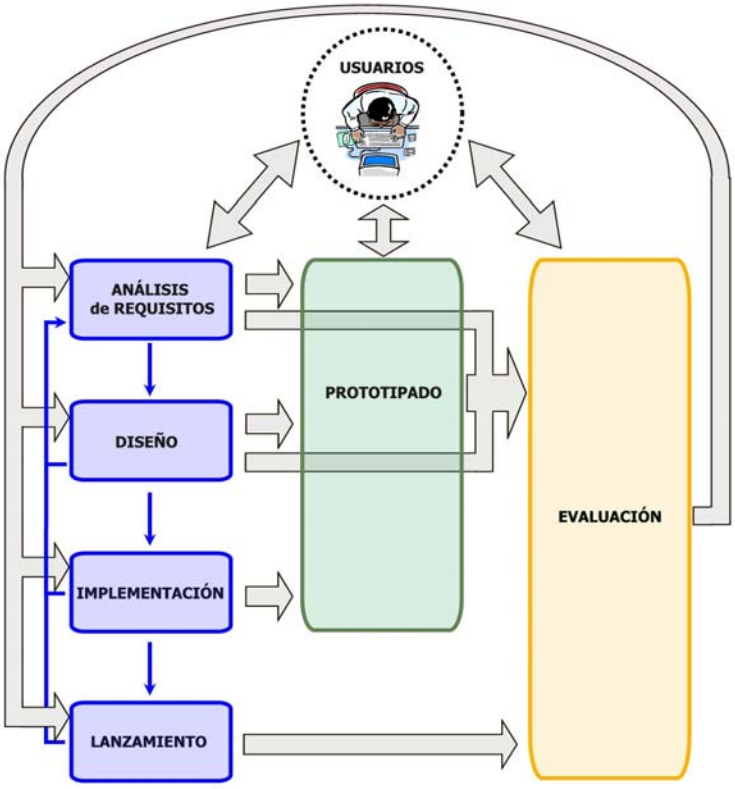


Figura c5_1: MPIu+a: Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad

5.5. 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 izquierda [55] : Análisis/Diseño/Implementación/Instalación).

- El *prototipado* (columna central[56]), como metodología que engloba técnicas que permitirán la posterior fase de evaluación.

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

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

- La *evaluación* (columna de la derecha[57]) 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"*[58]) 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**[59] en cuanto a que son personas que sin ser usuarios directos del sistema su actividad se ve 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.

---

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

[58] *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.

[59] 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.

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 delgadas[60] que se corresponden con el modelo de la IS, y otras más gruesas[61] 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 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

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

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

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 MPIu+a, dicha participación:

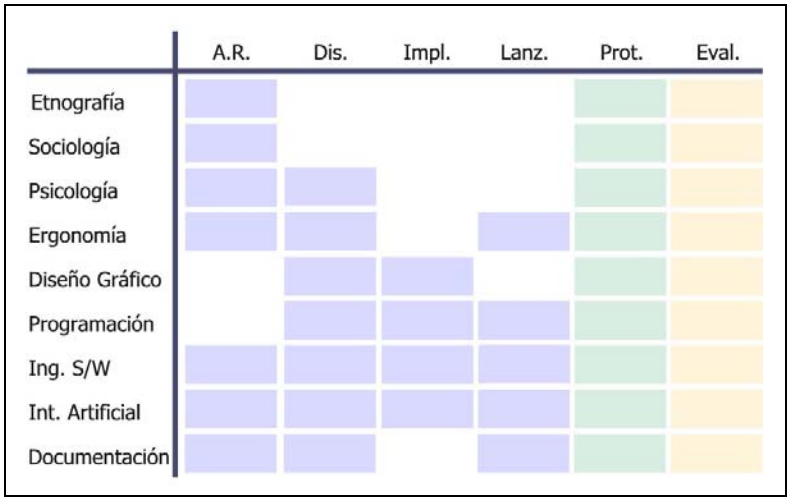


Figura c5_2: Relación entre las diferentes disciplinas de un equipo multidisciplinar y su "particular" visión del MPIu+a

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.

5.6. Fases

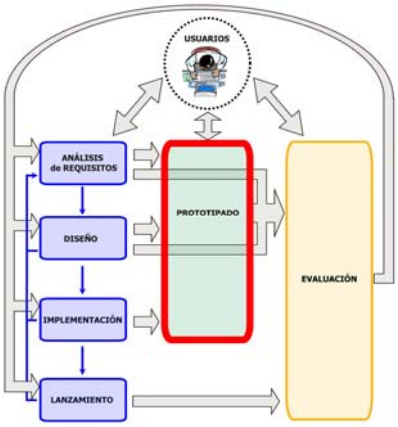
El esquema está organizado en una serie de fases —cada nodo del esquema corresponde a una de estas fases— que repetitivamente irán realizándose durante el desarrollo de un determinado sistema interactivo.

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.

5.6.1. 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*[62], 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 MPIu+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].

[62] 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.

5.6.1.1. ¿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 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.

5.6.1.2. 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 *baja fidelidad*	• 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.	• 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 *alta fidelidad*	• 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.	• 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 expectaciones. • 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.

5.6.1.3. 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].

5.6.1.4. 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 3.5.3) 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.

5.6.1.5. 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 MPIu+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.

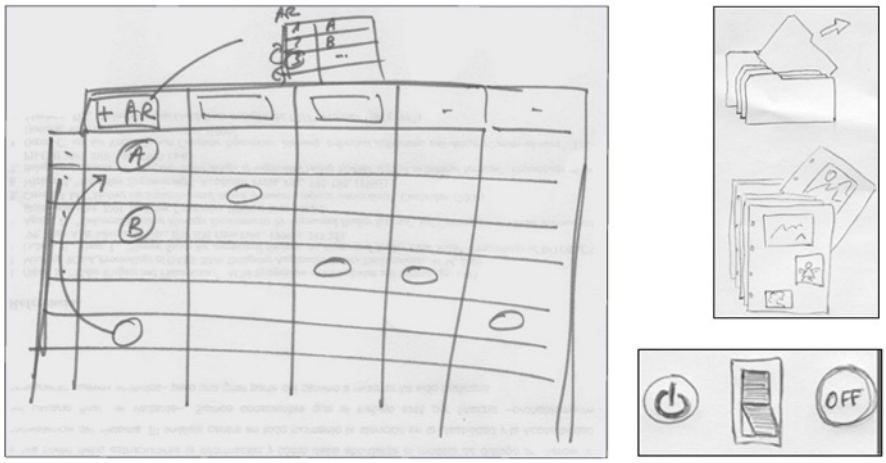


Figura c5_3: Ejemplos de bocetos realizados para la búsqueda de metáforas de un determinado proyecto. Las imágenes de la figura corresponden a bocetos realizados durante las fases iniciales de algunos de los proyectos relacionados en el capítulo inicial

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*[63]) 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 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*[64] 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

[63] El significado de *Storyboard* es "desarrollo secuencial de viñetas", de ahí el término *storyboarding*.

[64] 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).

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):

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

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

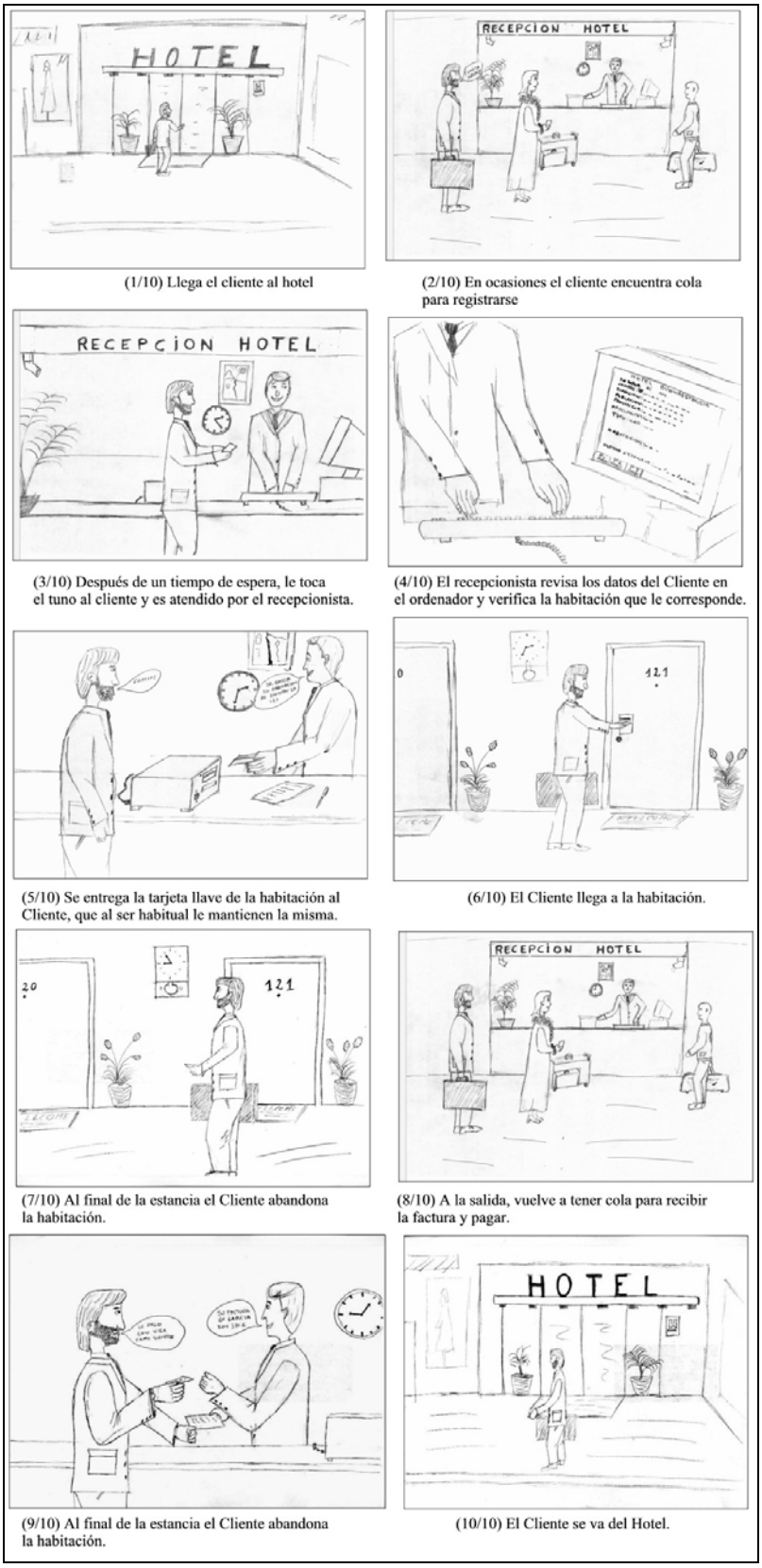


Figura c5_4a: Situación ACTUAL

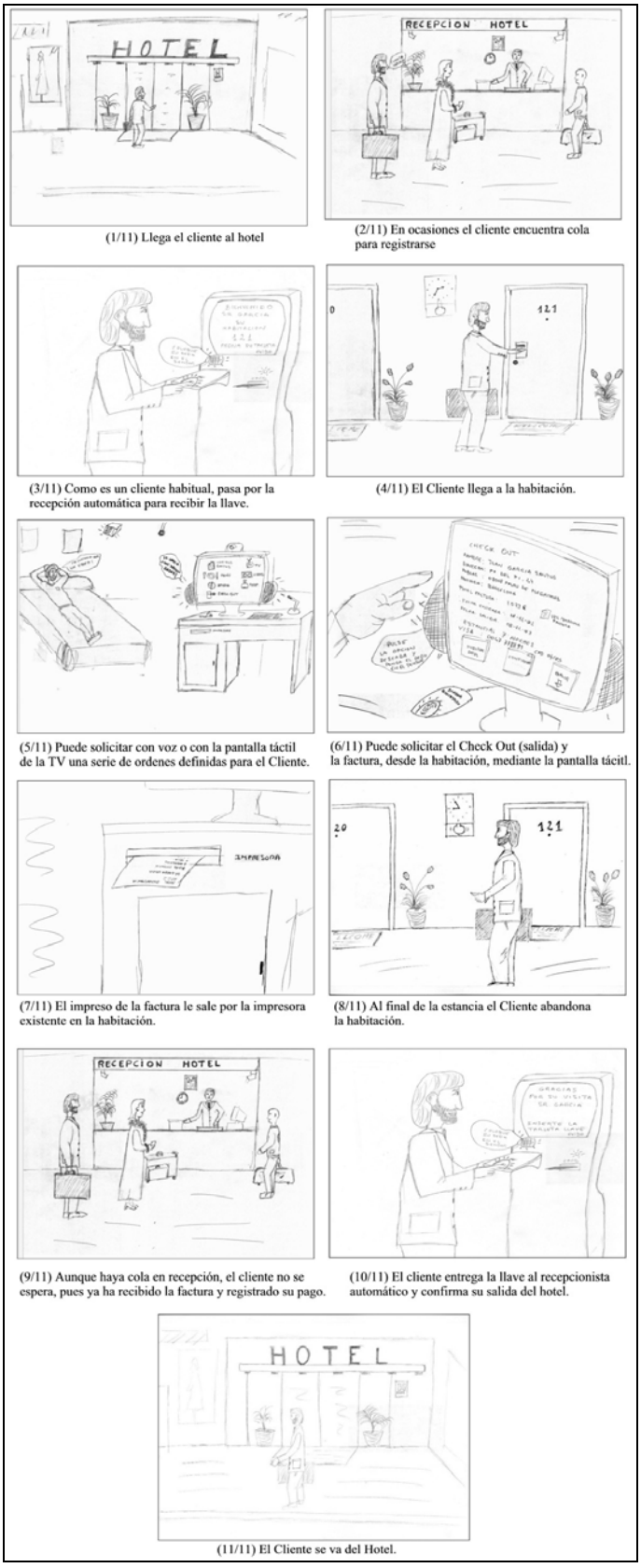


Figura c5_4b: Situación FUTURA

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.

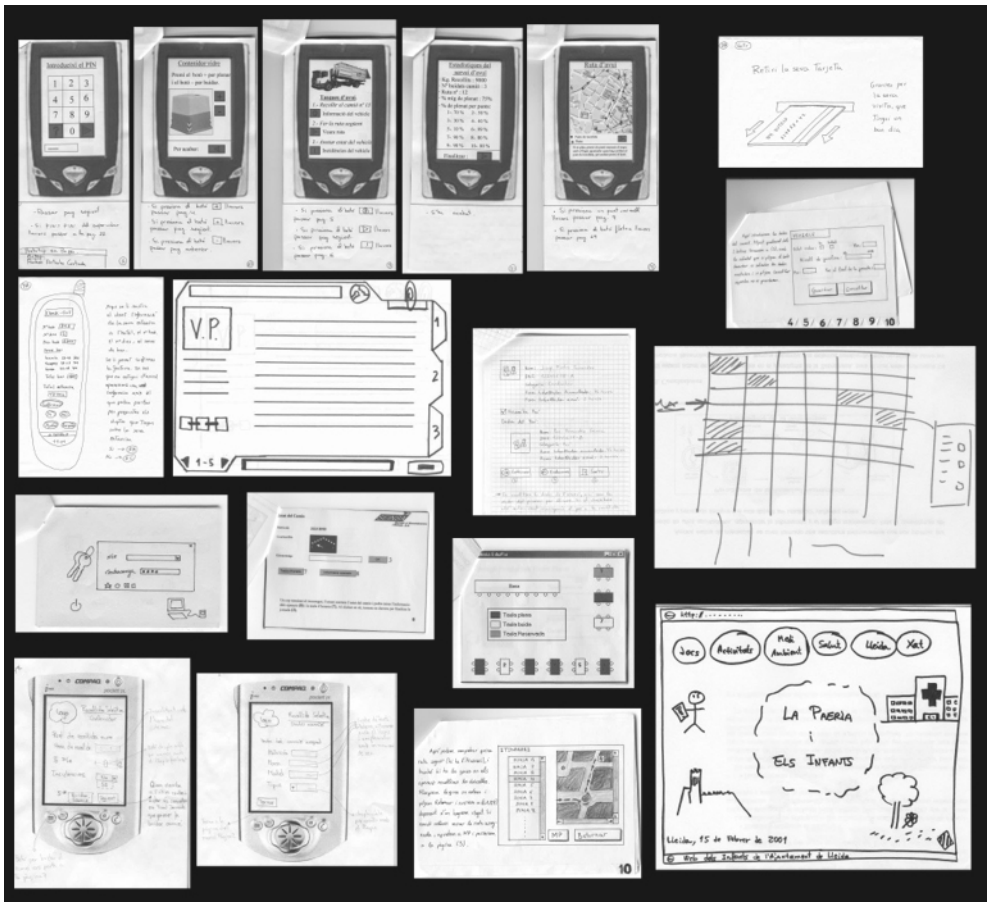


Figura c5_5: La imagen muestra algunos de los muchos ejemplos de prototipos de papel realizados en varios de los proyectos relacionados con los casos de uso de la tesis

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.

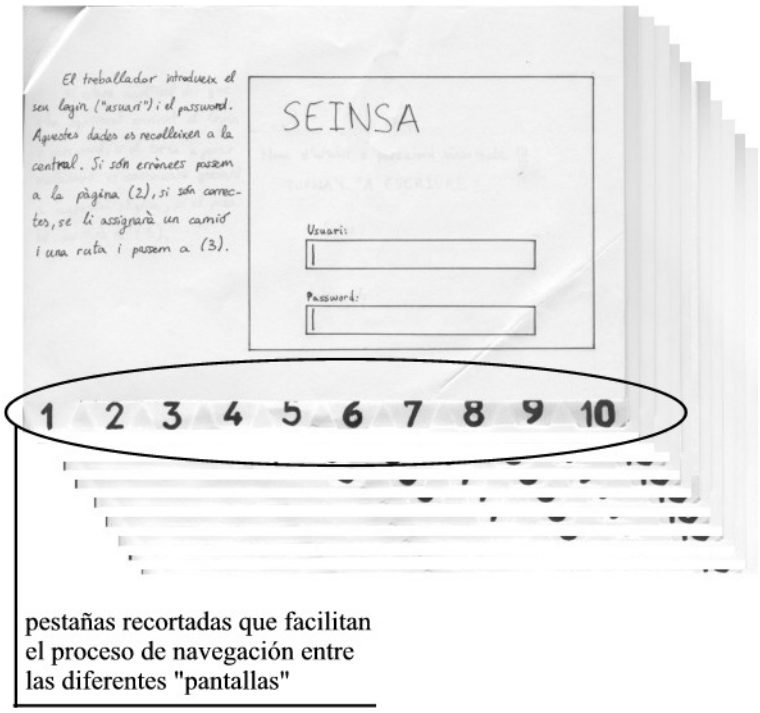


Figura c5_7a: Una de las maneras de presentar un prototipo de papel para que pueda ser utilizado por un usuario es mostrándolo en formato de pestañas como las que muestra la imagen. Esta técnica proporciona ciertas posibilidades interactivas al prototipo que facilitan su evaluación. Este ejemplo concreto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

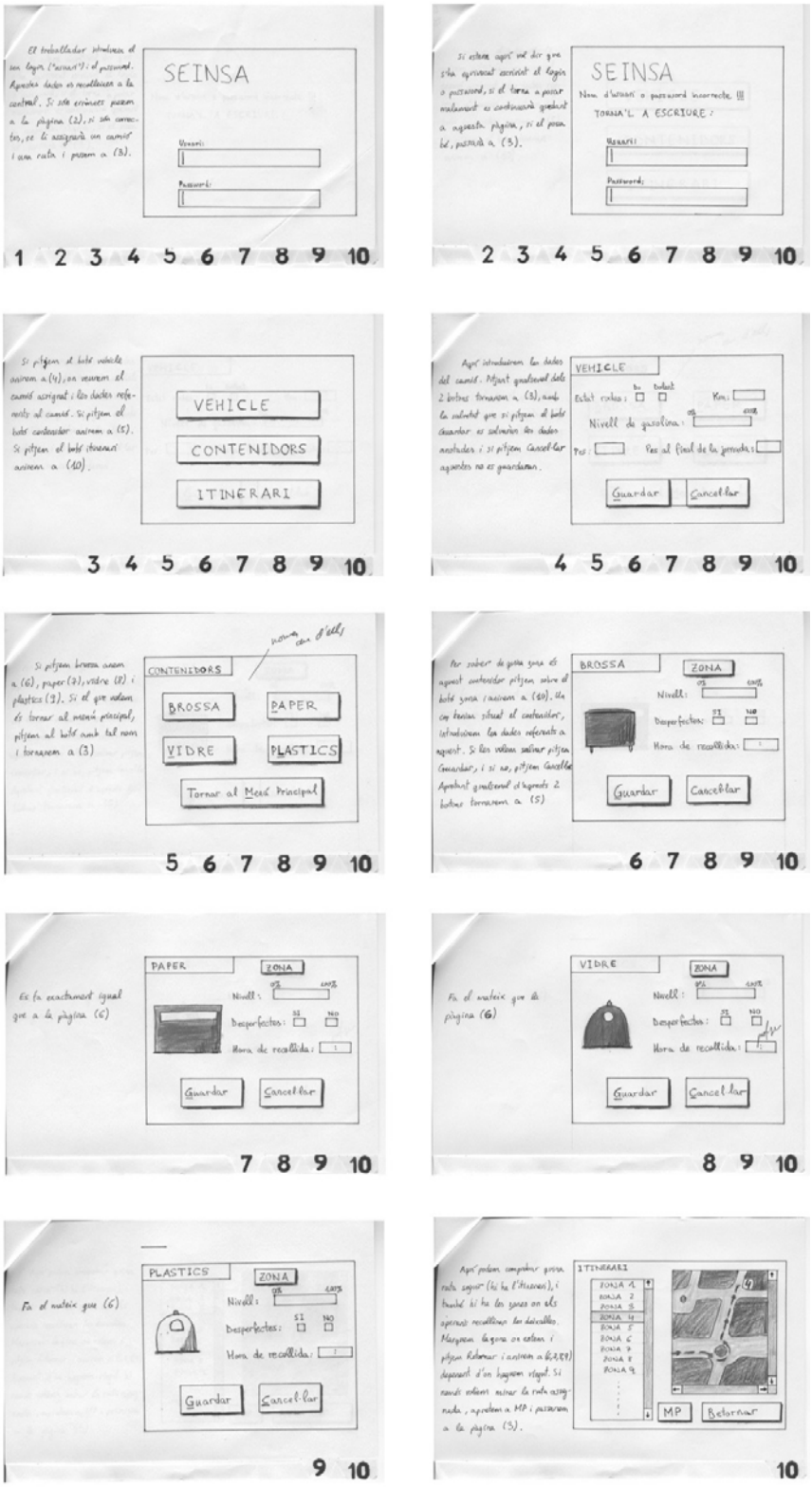


Figura c5_7b: Visión desglosada del prototipo de Seinsa

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 si 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	• 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 tecnofobia[65] [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	• Por su simplicidad, los prototipos de papel no sirven para realizar evaluaciones detalladas del diseño.

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

	• 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 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?*.

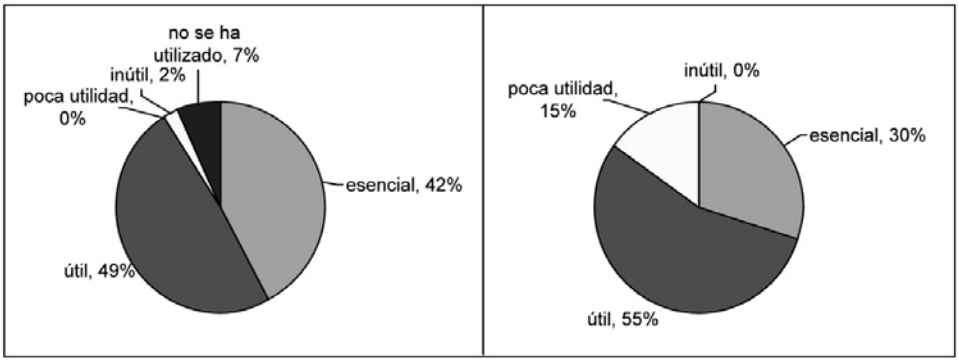


Figura c5_8: La importancia del prototipo de papel en el trabajo diario vista por 87 profesionales españoles (izquierda) y por 172 profesionales de usabilidad en EEUU (derecha)

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.).

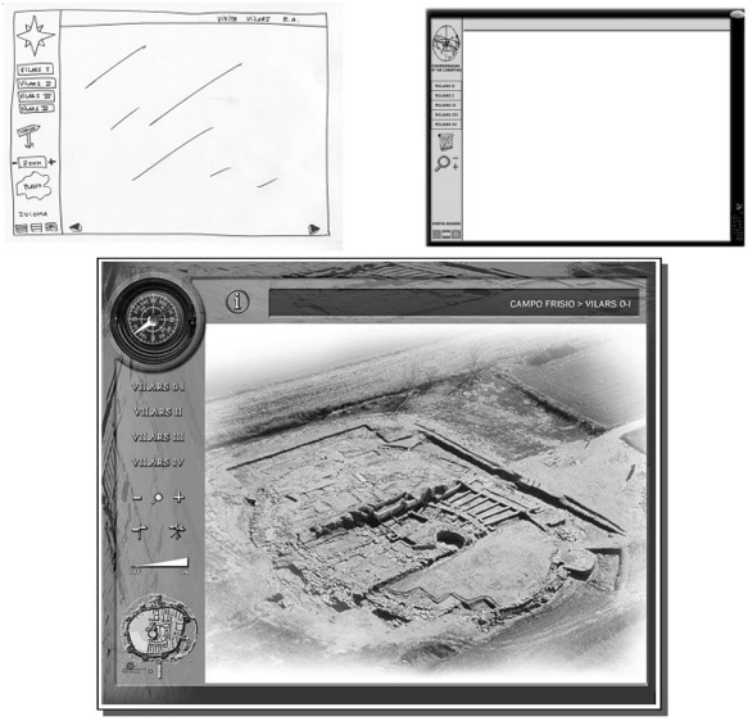


Figura c5_9: Maqueta, de madera y papel, del dispositivo para realizar una visita en Realidad Aumentada al yacimiento arqueológico. En la parte superior podemos ver parte algunos de los prototipos de papel previos a la materialización de la maqueta

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 comercialmente[66]. Para poder simular este dispositivo se realizó con madera y papel una tableta a la 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.

[66] 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.

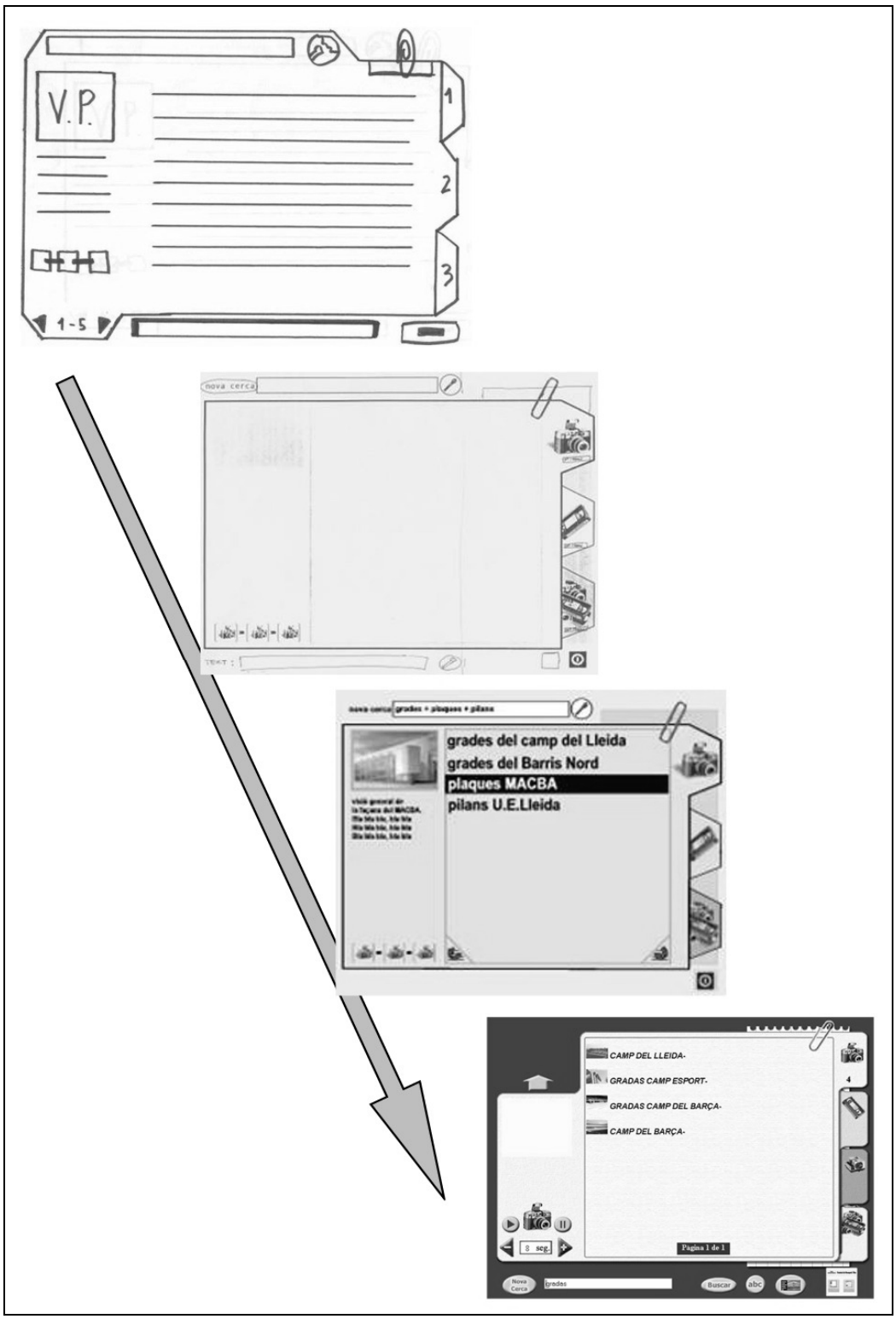


Figura c5_10: El ejemplo hace referencia al proyecto de la pantalla de la recepción y nos muestra las versiones finales de las maquetas digitales a las que, partiendo de los primeros prototipos de papel, se ha llegado tras varias propuestas evolutivas

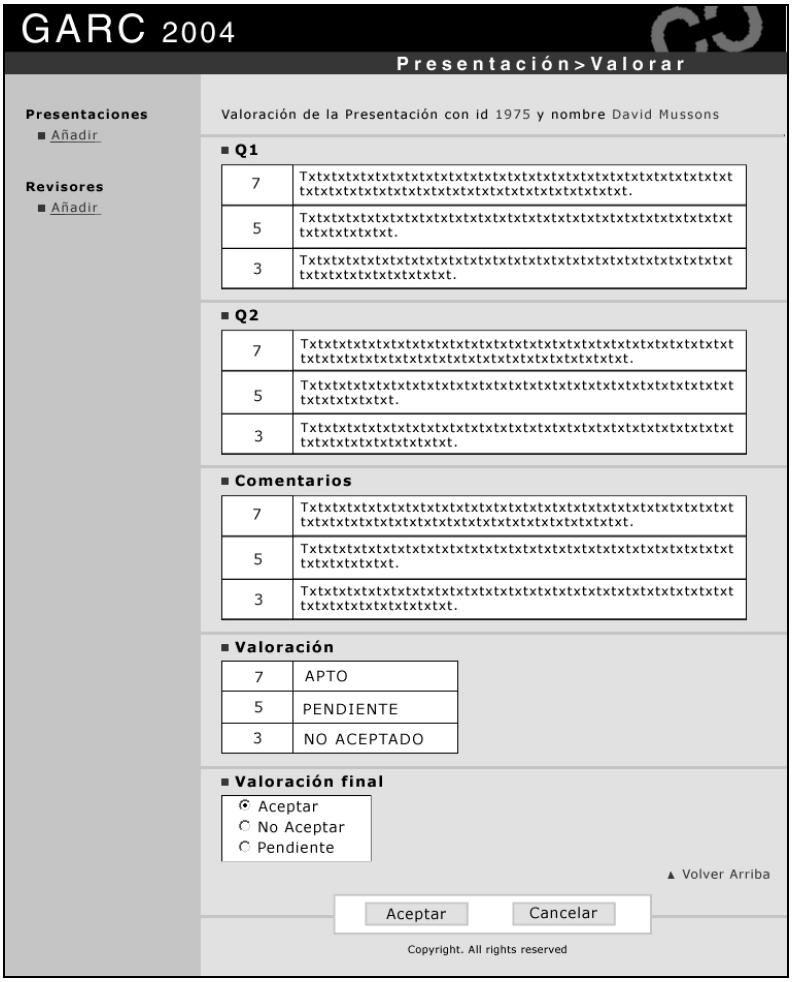


Figura c5_11: Otros ejemplos de maquetas digitales de los proyectos de la web de los servicios personales (el de arriba) y de la herramienta virtual para la web del congreso i2004 (abajo)

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.

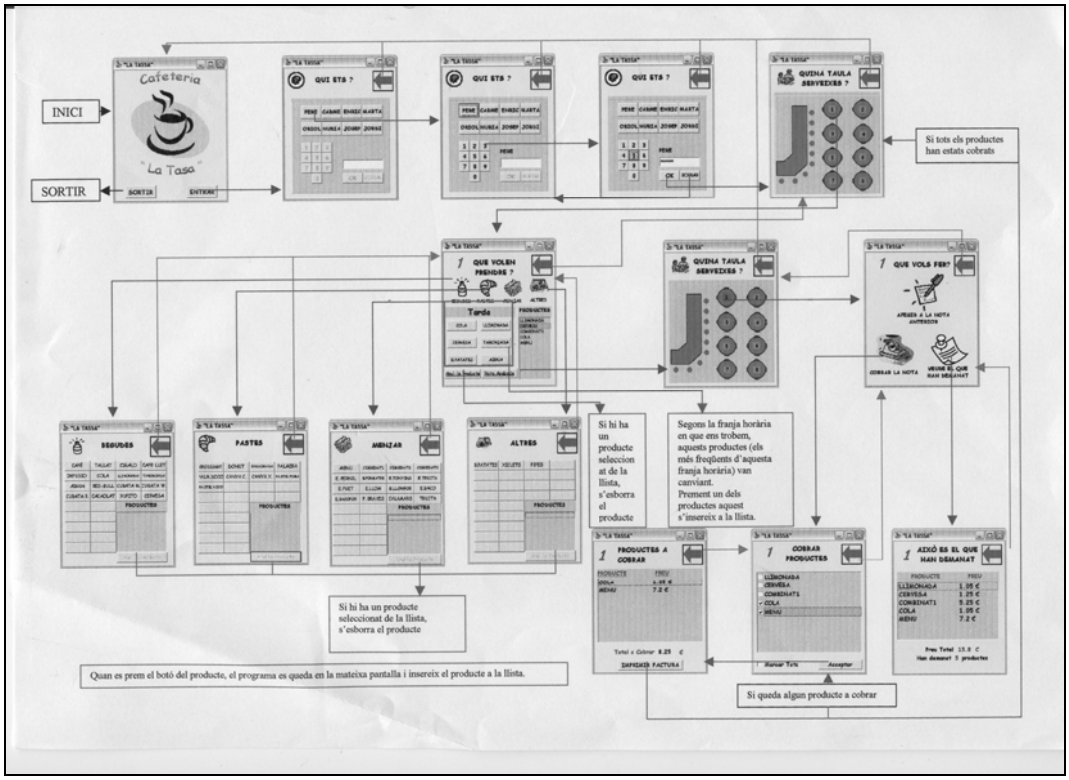


Figura c5_12: Ejemplo de *Storyboard Navegacional* realizado para el proyecto de la cafetería. Se observan los diferentes estados interactivos del dispositivo tipo PDA que permitirá a los camareros gestionar los pedidos y la facturación de los clientes. Puede apreciarse, aunque no con mucho detalle, 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 multimodales[67] 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].

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:

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

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	• 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	• 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 *actual* 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. Deberemos entender los escenarios, por tanto, como vehículos para ayudar a las personas a aprender* [SCH96].

Ventajas e inconvenientes de la técnica de los escenarios.

Ventajas [CAR00]	• Las descripciones de gente utilizando tecnología representadas en forma de escenarios son esenciales a la hora de discutir y analizar cómo la tecnología remodela (o puede remodelar) las actividades de los usuarios. • Las descripciones de los escenarios pueden ser creadas antes de que el sistema sea construido y permiten, por tanto, "sentir" el impacto resultante.
Inconvenientes	• Un escenario, o un conjunto de éstos, no guía explícitamente al diseñador hacia el modelo correcto del sistema a implementar. Un escenario "extremo" puede tender a razonamientos raros o excepcionales o a incidir sobre aspectos relacionados con implicados poco representativos. Esta tendencia es una reconocida "debilidad" de los escenarios [SUT03a].

Tabla c5_5: Ventajas e inconvenientes de los escenarios como técnica de prototipado

Características de los escenarios.

Elemento del escenario	Definición	Ejemplos
Configura-ción (setting)	• Detalles de situación que motivan o explican objetivos, acciones y reacciones del/los actor/es. • Sitúa la acción.	• Oficina dentro de una organización de la contabilidad; estado del área de trabajo, de las herramientas, etc., al comienzo de la narración.
Actores	• Persona/s interactuando con los dispositivos interactivos o cualquier otro elemento descrito en la configuración.	• Un contable utilizando una hoja de cálculo por primera vez.
Objetivos	• Efectos en la situación que motivan acciones llevadas a cabo por actores.	• Necesidad de comparar las ofertas de un determinado presupuesto.
Planes	• Actividad mental dirigida a convertir una meta en un comportamiento.	• Abrir el documento dará acceso a la información del presupuesto; redimensionando la ventana dejará espacio libre para abrir otro presupuesto.
Evaluación	• Actividad mental dirigida a interpretar las características de la situación.	• Una ventana que es demasiado grande puede ocultar la que está debajo; los bordes oscuros indican que una ventana está activa.
Acciones	• Describe el comportamiento observable (el diagrama de secuencias).	• Abriendo un documento; redimensionando y moviendo ventanas.
Eventos	• Acciones externas o reacciones producidas por el sistema interactivo u otras características descritas en la configuración; algunas pueden ser importantes para el escenario pero ser ocultas a los actores.	• La realimentación (*feedback*) de la selección de una ventana; la realimentación auditiva del teclado y/o el ratón; apariencia actualizada de las ventanas.

Tabla c5_6: Elementos característicos de los escenarios de la interacción del usuario [ROS02, pág. 18]

Utilidad de los escenarios según la fase del ciclo de vida.

Los escenarios tienen varios roles en el proceso de diseño. Estimulan, por una parte, la **imaginación creativa** de los diseñadores, mientras que por otra proporcionan **herramientas ágiles** que dan soporte al razonamiento del sistema en el proceso de diseño [CAR00]. Otro rol asociado a los escenarios es el de **escenificar problemas existentes**, ayudan enormemente a la comprensión de los mismos a la hora que dejan entrever posibles vías de solución.

El uso de los escenarios supone un punto de partida idóneo para casi todas las fases del ciclo de vida. Así pues los escenarios pueden constituir:

- Ejemplos para el uso del sistema durante la *fase de requisitos*.

  Podremos desarrollar tanto "escenarios imaginativos" a partir de la inspiración para la consecución de nuevas o mejores soluciones o simplemente para simular el funcionamiento de una nueva situación [BAL01] comenzando con la situación actual del sistema a modelar.

  También son apropiados para esta fase los escenarios que reflejan problemas pendientes de solucionar. Se logra transmitir la concepción del análisis contextual realizado en esta fase (debiéndose evaluar posteriormente para verificar que la concepción de la escenificación se adapta a la realidad).

- Canales de entrada y modelos de generalización durante la *fase de diseño*.

  Éstos proporcionan cantidades suficientes de información para la implementación formal del modelo conceptual del sistema.

- Una fuente de inspiración y de motivación para la resolución y/o mejora de soluciones existentes en *fase de mantenimiento* de sistemas interactivos.

El uso de los escenarios puede resultar tan útil que incluso algún modelo de la Ingeniería de la Usabilidad como el de ROSSON y CARROLL [ROS02a] del que ya se ha hablado en el Capítulo 2 (concretamente en el punto 2.1.1.4), basa toda su metodología en el uso de esta técnica.

Maneras de representar los escenarios.

Un escenario entendido como se ha explicado puede representarse de muchas maneras diferentes. Podemos incluso ver que alguna de las técnicas aquí expuestas sólo son maneras de representar los escenarios. Veamos las formas más habituales de representación de escenarios:

- **Lenguaje natural**:
  Las descripciones en lenguaje natural se realizan, como su nombre indica, mediante una narración escrita de la situación que queremos reflejar. Este tipo de narraciones suelen ser las que mejor sirven para producir rápidamente escenarios que pueden ser probados por usuarios. El principal problema es en la forma de describir la situación. Ya vimos que el uso del lenguaje natural puede dar lugar a interpretaciones erróneas [SUT02] o a descripciones demasiado largas que requieren un esfuerzo excesivo por parte de los usuarios.

ESCENARIOS: Gestión de la Pantalla

Gestión de Familias
-búsqueda de una imagen-

1er escenario:

Situación : Una persona desconocida llega a la recepción
Actor principal : María (usuaria principal del sistema)
Actores sec. : - El nuevo cliente
- José (trabajador de la empresa)
Pre-requisitos : El sistema ya tiene introducidas algunas imágenes asociadas a las etiquetas "fútbol" y "elementos prefabricados".

Tareas:

1.10: María observa como un coche aparca en la zona de aparcamiento.
1.11: La pantalla muestra una presentación general de la empresa.
1.12: El conductor del coche ente entra en la recepción.
1.13: María dialoga con él.
1.14: El cliente está interesado en "elementos prefabricados".
1.15: María llama a José (porque sabe que es la persona de la empresa que mejor podrá atenderle acerca de este tema).
1.16: José le comenta a María que bajará en unos minutos, que conoce a esta persona y sabe que es muy aficionada al fútbol.
1.17: María, con esta información, búsca en el sistema recursos asociados con los temas "fútbol" y "elementots prefabricados"
1.18: El sistema le muestra a María todos los recursos encontrados.
1.19: María escoge unas imágenes de fútbol mezcladas con unas de elementos prefabricados.
1.20: En la pantalla de la recepción deja de verse la presentación general y aparece la que María ha generado.
1.21: El cliente, muy sorprendido, ve esta presentación.
1.22: José llega y le atiende.
.....

Figura c5_15: Ejemplo de un escenario descrito en lenguaje natural correspondiente al proyecto del entorno de recepción ubicuo

- **Mediante *Storyboards***:
  La previamente comentada técnica del *Storyboarding* resulta altamente útil para describir escenarios de situaciones concretas que ayuden a entender partes del sistema. Con los *storyboards* se consigue dotar al escenario descrito en lenguaje natural de la componente gráfica que facilita la comprensión y el detalle.

Las dos figuras siguientes (figura c5_16a y figura c5_16b) muestran el ejemplo de un *storyboard* que representa un escenario de situación para explicar el cambio que sufrirá el trabajo de los vendedores de la empresa de prefabricados con la incorporación de las nuevas tecnologías. El primero reproduce una situación típica tal y como se realiza actualmente y el segundo tal y como lo hará tras la implantación del nuevo sistema.

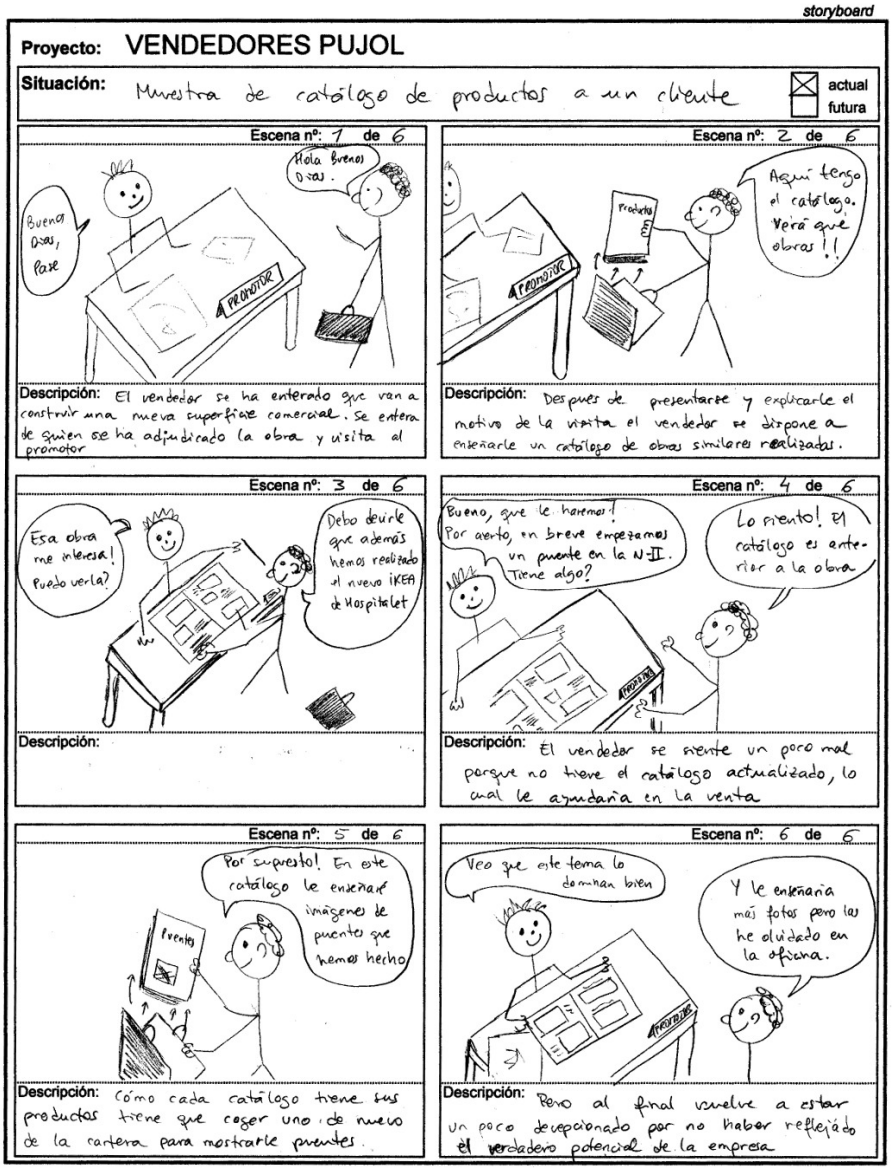


Figura c5_16a: Escenario representado en formato de *storyboard* que representa que muestra una situación típica *tal y como se realiza actualmente*

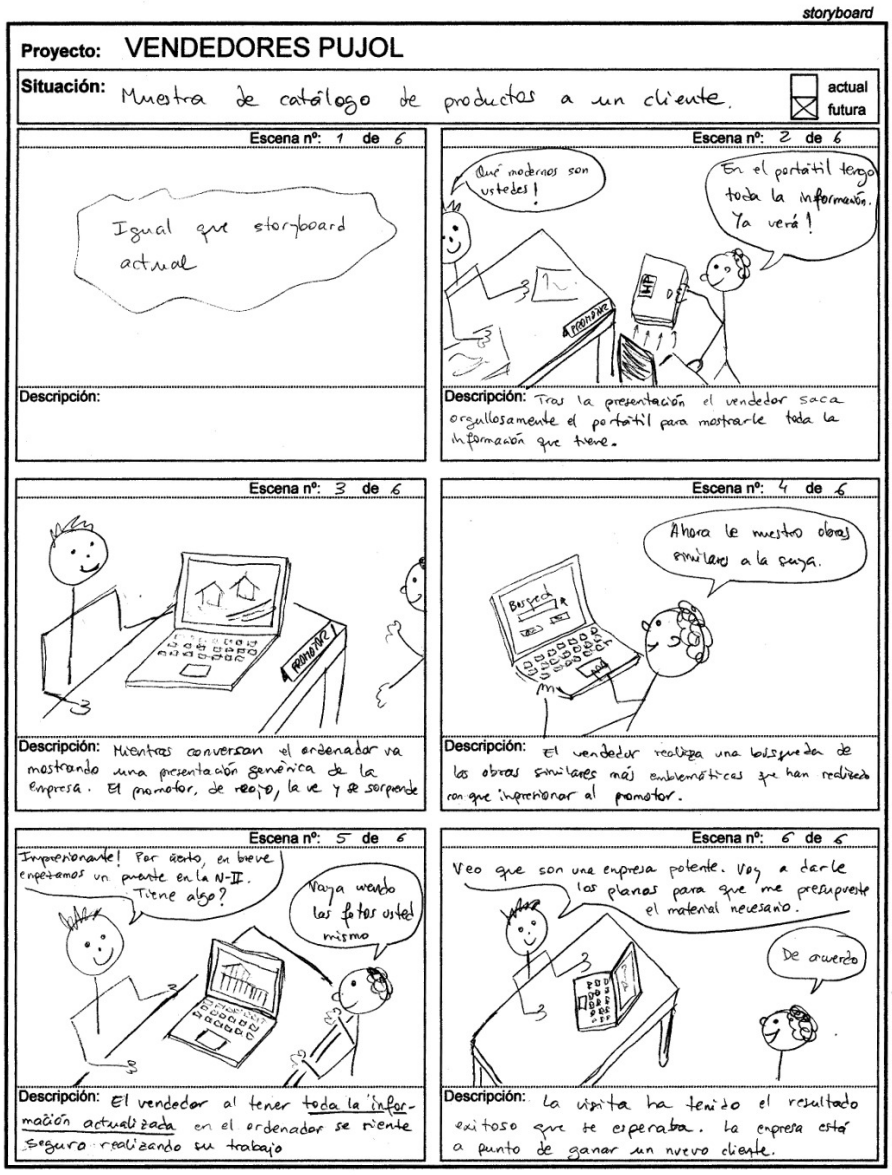


Figura c5_16b: Escenario representado en formato de *storyboard* que representa que muestra la misma situación anterior *tal y como lo hará tras la implantación del nuevo sistema*

- **Escenarios en vídeos**:
  Los vídeos grabados para describir situaciones o escenarios son, sin ninguna duda, la mejor técnica de la que disponemos para representar las situaciones que deseamos describir. Por su parte, también son los que cuestan más dinero, requieren de personas más especializadas, equipos más sofisticados y más tiempo de desarrollo.

  En el proyecto de la visita al yacimiento arqueológico se utilizó esta técnica para poder investigar y mostrar a personas externas al grupo de investigación la idea de la propuesta.

Figura c5_17: Carátula y un fotograma de la filmación del vídeo grabado para escenificar un escenario posible de cómo se realizará una visita utilizando la técnica de la Realidad Aumentada en el yacimiento de Els Vilars

- **Diagramas de Casos de Uso de UML**:
  La técnica de los Casos de Uso fue inicialmente pensada para la especificación de requisitos funcionales de sistemas interactivos [JAC93] y actualmente forma parte de los diagramas UML [BOO99] utilizados en la Ingeniería del Software.

  De forma resumida, estos diagramas tienen una representación gráfica en los denominados *Diagramas de Casos de Uso* en los que los actores son representados por símbolos que esquemáticamente tienen forma humana y los casos de uso por elipses. Unas flechas entre el actor y el caso de uso simbolizan la participación de los primeros en los segundos.

  Los casos de uso describen escenarios de uso del sistema a partir de secuencias de interacciones entre el sistema y uno o más actores, que obtienen los resultados observables del sistema (considerado como una caja negra). En esta notación los actores representan tanto a personas como a otros sistemas que interactúan con el sistema que se está describiendo [SCH98].

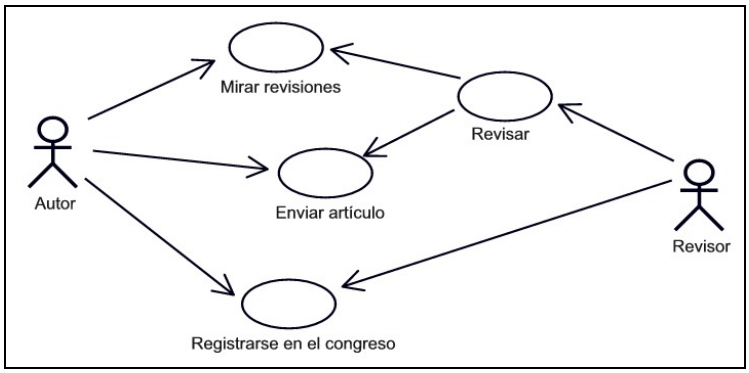


Figura c5_18: El ejemplo muestra un escenario representado mediante la notación de Casos de Uso de UML correspondiente al proyecto de la web del *congreso i2004* y más concretamente a la parte de la gestión de congresos científicos

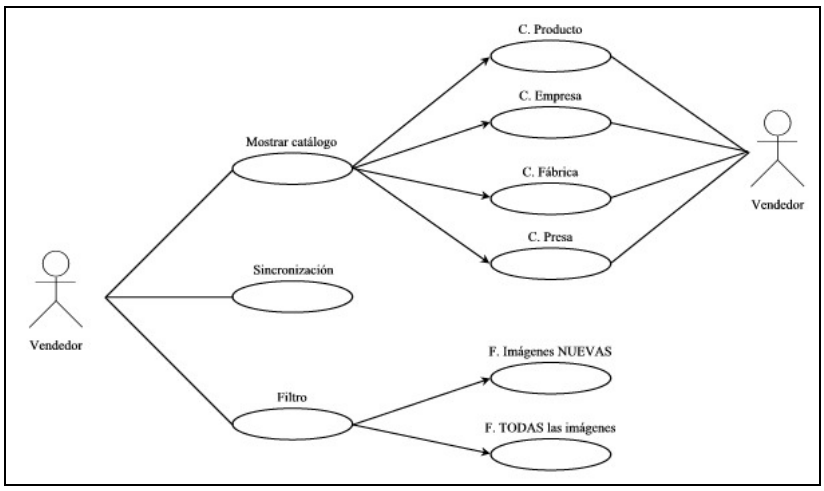


Figura c5_19: Otro ejemplo de un caso de uso utilizando la notación UML relativo al caso de la aplicación para los vendedores de la empresa de prefabricados

Adeptos de esta notación defienden que al tratarse de una notación formal no hay lugar para las interpretaciones ambiguas, lo que resulta beneficioso para su propósito.

Este tipo de diagramas mayoritariamente son aceptados por los componentes de los equipos de desarrollo que provienen de la IS, que defienden que son fácilmente comprensibles, tanto por clientes y usuarios, sirviendo además de base para las pruebas del sistema y para la documentación de los usuarios [DUR02].

De todas maneras, también es cierto que este tipo de diagramas son escogidos en último lugar por la mayoría de los integrantes de otras disciplinas cuando se les ha dejado escoger entre los diferentes tipos de representación[68].

Problemática entre los escenarios y los modelos.

> *Las notaciones abstractas como es el caso de las representaciones de los casos de uso de UML no son suficientes para proporcionar a los usuarios y a los implicados el conocimiento concreto de la situación que representan* [GUL03].

El uso de los escenarios constituye una técnica de probada efectividad tanto para la IS como para la IPO. Sin embargo ambas disciplinas difieren en sus preferencias a la hora de describir dichos escenarios: Descripciones expresadas en lenguaje natural habitualmente en IPO se contraponen a representaciones formales en forma de

[68] A finales del 2003 se pidió a los miembros de la asociación AIPO que respondiesen al siguiente planteamiento: *"Podrías indicar tu opinión sobre la utilización (si te gusta o no, si la ves útil o no, si aporta la suficiente información o no, si la utilizas o no) de los Diagramas de Caso de Uso de UML en un proceso de diseño de sistemas interactivos centrado en el usuario. Y en particular si lo ves beneficioso como técnica de descripción de escenarios"*. Afortunadamente la participación fue alta y sus respuestas constataron la reflexión anterior: Sólo contestaron que lo encontraban esencial los "ingenieros software", mientras que el resto mayoritariamente contestó que este tipo de diagramas es demasiado técnico y que hay que "ser un entendido en la materia" para comprenderlos.

modelos[69] (por ejemplo los diagramas de casos de uso de UML) en la IS [KAI95], aspecto que produce cierta "tensión" entre los seguidores "puros" de cada una de las disciplinas[70].

Los modelos de diseño basados en modelos pueden ser acusados de representar una visión reducida de la acción, mientras que las descripciones narrativas aportan una representación más amplia, con más detalle, pero lo hacen de manera más informal, dejando lugar a interpretaciones libres por parte del diseñador [SUT03a].

A pesar de ello, estas últimas consiguen integrar de manera más eficiente los integrantes de los equipos pluridisciplinarios necesarios para realizar el DCU, mientras que las primeras son sólo interpretables por los ingenieros software.

A. SUTCLIFFE [SUT03a] recomienda una **combinación de ambas representaciones** aprovechando las ventajas de cada una de ellas[71]. Menciona como una de las principales razones de esta conclusión el hecho de que *una vez analizados y aprendidos los esquemas mentales de la cognición humana* (recordemos el punto 3.6 acerca del factor humano) *se observa que los modelos vienen a representar esquemas de la memoria que representan conceptos abstractos extraídos de la experiencia diaria*, así que su efectividad dependerá de lo bien conectados que estén los esquemas que representan esta memoria especializada con el conocimiento representado por los escenarios: Los modelos necesitan integrar ejemplos —descripciones en lenguaje natural— para ser comprendidos.

Aplicando estas técnicas repetidamente en todos los casos reales mencionados llegamos a la misma conclusión mencionada por A. SUTCLIFFE en el párrafo anterior. Las figuras siguientes muestran la idea de este concepto y su aplicación a dos de los casos desarrollados.

[69] En el ámbito de la IS predomina trabajar utilizando modelos basados en descripciones semánticas expresadas, normalmente, en notaciones gráficas o utilizando incluso notaciones basadas en conjuntos de lógicas y semánticas algebraicas que permiten verificaciones automáticas.

[70] En realidad esta problemática se pone también de manifiesto en otras actividades del modelado del sistema como puede ser el modelado de requisitos o el modelado del contexto para los que UML dispone también de sus propios diagramas).

[71] El propio proceso de la memoria humana probablemente es una integración de modelos abstractos y ejemplos específicos [LAJ99].

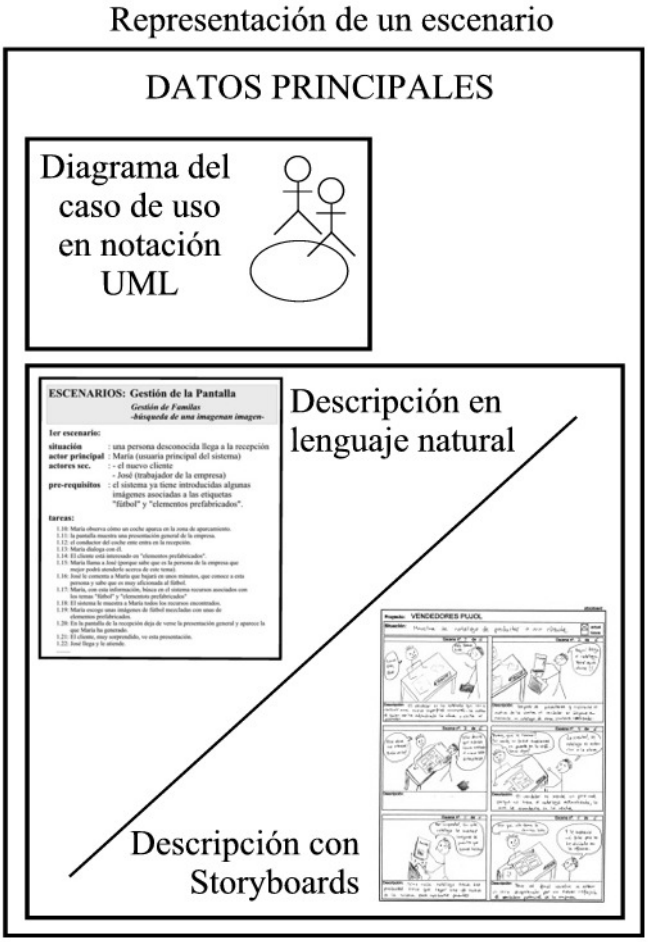


Figura c5_20: Experimentalmente se demuestra que la manera más efectiva de representar los escenarios es mediante una combinación de varias formas de representarlos

Caso de Uso: **"Gestionar los reportajes"**
Descripción: El editor introduce el artículo de un evento junto con el reportaje fotográfico
Actores: Editor, Sistema
Caso de uso adicional necesitado: "Login"

1. El editor se identifica como gestor de contenidos (sigue el caso de uso "Login").
2. El sistema muestra el panel de administración.
3. El editor identifica el vínculo de la sección de administración de los reportajes.
4. El editor hace clic en ese vínculo.
5. El sistema muestra la página de reportajes con habilitación para administración.
6. El editor selecciona un reportaje a editar o identifica el vínculo "añadir nuevo reportaje".
7. El editor hace clic en el vínculo de edición o añadir.
8. El sistema muestra un formulario de entrada de datos.
9. El editor rellena el formulario de entrada y presiona el botón de confirmación.
10. El sistema guarda los datos y muestra la información como presentación.
11. El editor verifica la presentación.

Alternativa 1: El evento produce errores
En el paso 10, el sistema encuentra errores en la información introducida.
10a. El sistema muestra el error producido.
10b. El sistema muestra las opciones de editar y/o borrar el evento.
10c. El editor elige la opción de editar y vuelve al paso 8.

Figura c5_21a: Escenario utilizando la notación combinada en el caso del sitio web de culturanocturna.com

Escola Universitària Politècnica Universitat de Lleida	Disseny i desenvolupament d'un sistema augmentatiu i alternatiu per a la comunicació de persones amb discapacitat cognitiva	
Annex 6 4	**Escenaris**	
Versió : 2	Data : 5 de gener de 2004	Ref. : 6 4 escenaris.sxw

Escenari 3. Amb els amics.

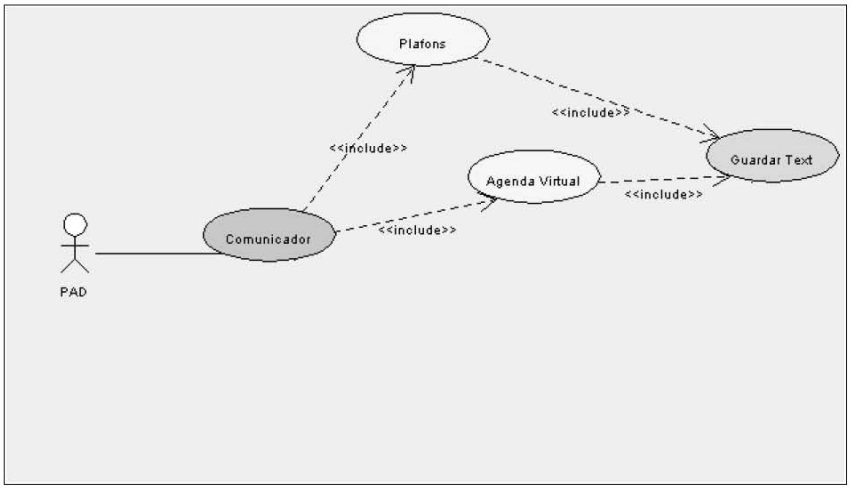


Figura 6.4.3 Amb els amics

Escenari: Estan amb els amics un dissabte per la tarda tenen gana i decideixen anar a berenar pizza.

Cas d'ús: Plafons i Agenda Virtual

Actor: Albert, Mariona i Pau i Sistema

Actors Secundaris: dependenta de la pizzeria

Descripció: Després d'una llarga sessió de cinema es queden parlant per a saber el dia que poden tornar-hi. És tard i tenen gana així que decideixen anar a berenar una pizza.

Tasques:

1. Surten del cinema amb moltes ganes de tornar-hi un altre dia.
2. Parlant amb la Mariona i el Pau per a quedar un altre dia es fa tard. Tots tres tenen els dispositius activats en agenda virtual per a mirar si el dissabte següent poden tornar a quedar ho tenen una altra cita.
3. Després de motes discussions queden per dintre de 15 dies i ho anoten tots tres als seus respectius dispositius.
4. Ara que ja estan d'acord amb la data s'adonen que s'ha fet una mica tard i tenen gana.
5. Amb el dispositiu en mode de plafons van parlant per a veure que poden berenar. El Pau i l'Albert volen menjar pizza però la Mariona vol una amanida. Finalment la convencent amb grans arguments.
6. A l'arribara a la pizzeria, activen de nou els dispositius per a discutir que volen la pizza.
7. Quan ja ho tenen clar li demanen a la dependenta un pizza de salmó ensenyant-l'hi el dispositiu amb els pictogrames pizza i salmó. De segida ho capta hi els demana pel beure i tots tres marquen el símbol de Cola. Finalment la dependenta els indica l'import a pagar. Paguen, mengen i ja es tornaran a veure dintre de 15 dies. A10.

Figura c5_21b: En el proyecto de la comunicación aumentativa también se ha experimentado la efectividad de la representación de escenarios combinando la notación formal UML con la descripción en lenguaje natural

Comentarios de la ISO respecto a los escenarios.

La pág. 6 del estándar ISO 9126-1 [ISO01] se explica cuando al aplicar un modelo de calidad resulta prácticamente imposible definir (para después evaluar) todos los posibles escenarios de un sistema, y tendremos, por tanto, que definir aquel grupo de

escenarios que mejor represente la globalidad del sistema.

En el anexo A del mismo documento se explica que la evaluación de los escenarios de tareas de los usuarios es la mejor manera de evaluar la calidad de uso del software; sin embargo, no especifica ningún método para realizar dicha evaluación. Por tanto, si en nuestro modelo de proceso utilizamos la técnica de los escenarios evaluándolos por una de los métodos propuestos por el mismo (ver apartado de evaluación) además de custodiar la usabilidad y la accesibilidad del sistema se estará garantizando la calidad en el uso de dicho sistema software.

Prototipos software

Los prototipos de Software son implementaciones realizadas con técnicas de programación del sistema interactivo propuesto que reproducen el funcionamiento de una parte importante de las funcionalidades con el objetivo de probar determinados aspectos del sistema final. Habitualmente se realizan con el lenguaje o la técnica de programación escogida para desarrollar la aplicación, aunque pueden utilizarse otras alternativas.

No suele ser recomendable realizar un prototipo software en las etapas iniciales del ciclo de vida del desarrollo de un sistema (entre otras razones, porque en las etapas iniciales se necesitan prototipos de muy rápida implementación donde faltan aún muchos detalles) y su realización será en sentido "horizontal" o en sentido "vertical" en función del objetivo de la evaluación a realizar con el mismo (recordemos el apartado de dimensiones del prototipado vistos anteriormente en el punto 5.6.1.3).

Normalmente se implementa un prototipo software después de varias iteraciones de Prototipado-Evaluación y se tiene la intención de empezar a ver realmente cómo responde el sistema.

De todas formas, en los últimos años esta técnica de prototipado ha incrementado notablemente su popularidad debido en parte a la constante aparición de los entornos de programación rápida que permiten implementar pequeñas partes del sistema en poco tiempo o incluso a la utilización de herramientas inicialmente pensadas para otros fines como por ejemplo los editores de páginas web avanzados, la herramienta Flash de Macromedia para la creación de animaciones y gráficos vectoriales para uso en Internet o programas de creación de presentaciones como el Microsoft PowerPoint. Este tipo de programas permiten, además, combinar bocetos o prototipos de bajo nivel previamente implementados y, gracias a la facilidad de enlazar distintos elementos, fácil y rápidamente puede crearse un prototipo software.

El aspecto que sí que es necesario tener muy claro es cuál es **el propósito de este tipo de prototipos**. En primer lugar, debemos tener presente que *lo que más nos interesa es probar los aspectos relacionados con la interacción del usuario con el sistema*, no se trata, pues, de utilizar parte del desarrollo que se está realizando, sino que es una aplicación con la

funcionalidad mínima necsaria para que el usuario pueda realizar las interacciones necesarias que permitan visionar el funcionamiento todavía ficticio del sistema resultante.

En la siguiente figura podemos observar una captura de las pantallas resultantes de realizar la tarea de identificación y comprobaciones básicas del sistema de recogida selectiva de basuras utilizando un PDA como dispositivo interactivo. Se trata de un prototipo en el que no hay aspectos de diseño en el sentido estético del mismo, sino que refleja aspectos interactivos con mucha sencillez.

Figura c5_22a: Pantallas correspondientes al prototipo software desarrollado para el proyecto Seinsa. Se trata de un prototipo horizontal realizado utilizando el lenguaje de programación Java

Y esta otra, más elaborada, pertenece a un prototipo software realizado a base de presentaciones PowerPoint realizado con motivo del proyecto Vilars RA:

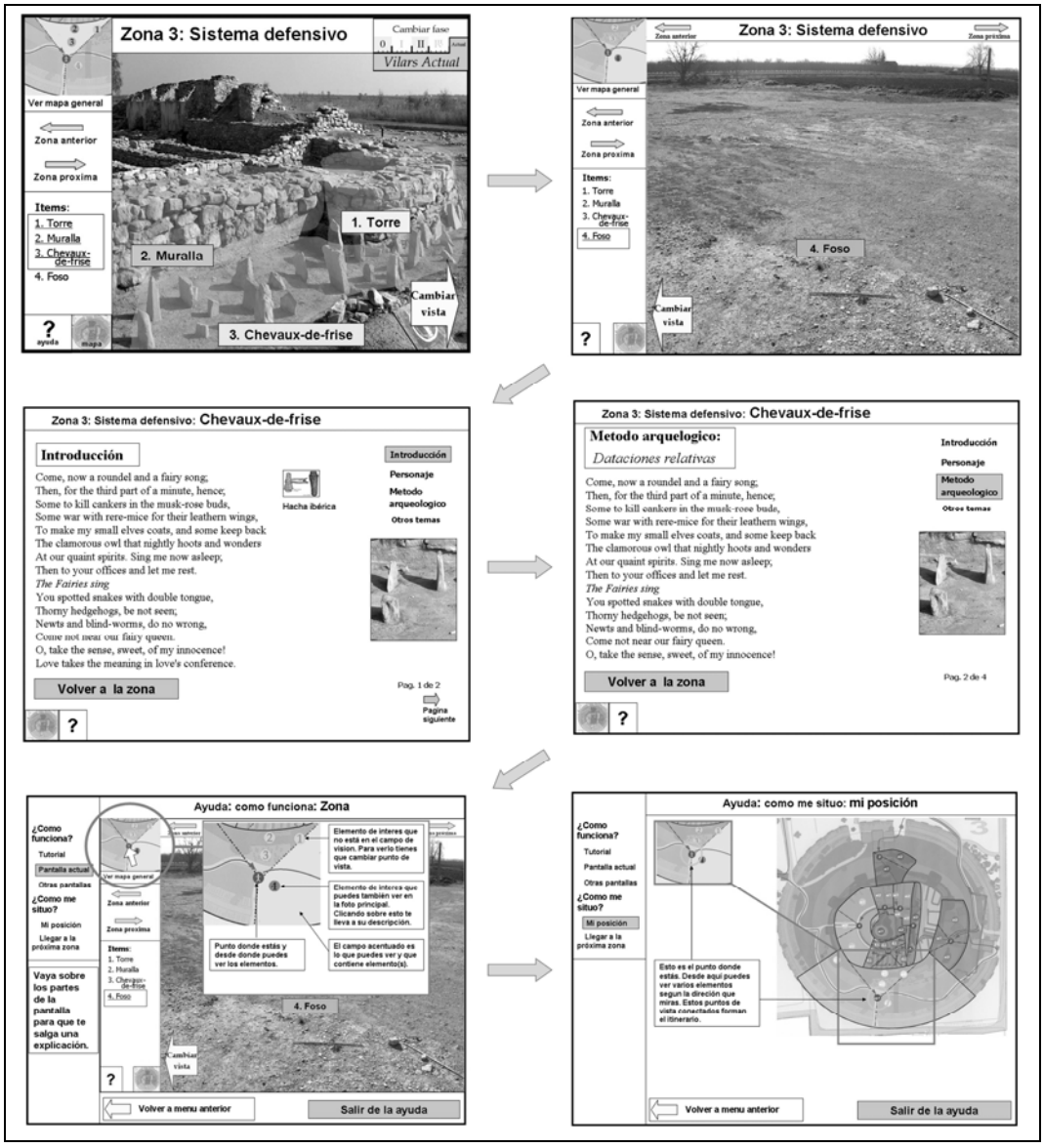


Figura c5_22b: Pantallas del prototipo software desarrollado para el proyecto Vilars RA. Prototipo visualmente más elaborado aunque con menor dificultad que el anterior, pues se han combinado imágenes del yacimiento recogidas durante la observación de campo con elementos básicos como el "texto" y los "enlaces" utilizando el programa Microsoft PowerPoint

Ventajas e inconvenientes de los prototipos software.

Ventajas	• Habitualmente, la fidelidad o semejanza de un prototipo software con el sistema final es alta. • Precisamente debido, en gran parte, a esta fidelidad, estos prototipos son muy útiles para realizar las evaluaciones de métricas (tipo métricas de rendimiento o de coherencia). • El usuario tiene la sensación de estar trabajando con un sistema real.
Inconvenientes	• Este método requiere habilidades de desarrollo de software, aunque cada vez en menor grado (recordemos que puede realizarse un prototipo software con técnicas como utilizar un programa para realizar presentaciones). • Aunque rápido, el método consume mucho más tiempo que otros tipos de prototipos (de papel, por ejemplo). • Se requieren mayores recursos debido a la necesidad de emplear software y hardware específicos. • Debido a la mayor inversión en cuanto a habilidades y tiempo necesarios suele renunciarse a "tirar" un prototipo, quedando el mismo como una versión preliminar del sistema. Este factor, a la larga, resulta ser un lastre. • Frecuentemente la última de las ventajas mencionadas se convierte en un grave inconveniente, pues los directivos responsables y los propios usuarios creen que el sistema está casi terminado y tendrán prisa por verlo finalizado.

Tabla c5_7: Ventajas e inconvenientes de la técnica de prototipado en vídeo.

5.6.1.6. Escogiendo entre las alternativas[72]

En el desarrollo de un proyecto, aquellas cuestiones funcionales, de usabilidad o de accesibilidad que no pueden ser (o no son) resueltas por discusión o por análisis, tarde o temprano aparecerán. Y si la cuestión es importante, para comparar soluciones alternativas, se realizarán uno o más prototipos de la interfaz de usuario.

Por ejemplo, el equipo de diseño del sistema de compras en-línea dudó entre usar páginas web convencionales con interactividad o *applets* Java con una interfaz de manipulación directa. Una interfaz de manipulación directa probablemente era más *amigable* y facilitaba las ventas, sin embargo esta solución, basada en Java, requería más tiempo de desarrollo. *Lo ideal sería implementar prototipos específicos ilustrando los dos estilos para ser probados con usuarios para poder tomar la decisión correcta.* Y esto es lo que en este proyecto se hizo.

> *No todos los prototipos de interfaz de usuario son construidos para pruebas de usabilidad* [ROS02a].

Continuando con el caso anterior de las compras en-línea, en otro momento del desarrollo el equipo duda acerca de la realimentación ("feedback") que el sistema debe proporcionar al comprador durante la

[72] Esta reflexión está extraída del libro de ROSSON y CARROLL (pág. 201-204) [ROS02a].

transacción de compra. Desean, por una parte, incluir la realimentación necesaria para que los compradores puedan seguir la pista del progreso de su compra durante la transacción, mientras que por otra parte este factor no debe repercutir en una reducción en la velocidad o que se les provoque un estado de sobreinformación. El problema, en este caso, será que un retardo en la información mostrada provocará un estado de incertidumbre durante la interacción con el usuario, retardando los efectos del tiempo de respuesta. El mejor mecanismo para entender el problema y decidir sobre éste será la materialización de un prototipo software que a base de *scripts* podría ejecutarse una y otra vez en muchos contextos de red diferentes. Los datos temporales extraídos podrían entonces ser usados para predecir los retardos que los usuarios experimentarían y así tomar decisiones acerca de las cuestiones planteadas.

Los prototipos desarrollados como respuesta a preguntas específicas ayudan a mejorar y definir las *restricciones* o *condiciones límite* para una solución de diseño —el diseñador de la interfaz de usuario decide usar Java en vez de HTML, o proporcionar la realimentación sólo después de una petición tipo *submit*, y no durante la construcción de dicha petición. Sin embargo, para ser consecuente con los resultados de la prueba, el prototipo y la prueba asociada deben ser realistas: Si prototipos Java contra HTML no pueden ser usados para probar tareas reales, o si van a ser evaluados con usuarios más avanzados que el usuario medio de la aplicación, será difícil de interpretar los resultados. Si los retardos de realimentación son medidos en condiciones de red limitadas, o si los diálogos simulados son demasiado simplistas, las interpretaciones temporales no serán representativas.

Por consiguiente, la construcción, y posterior prueba, de prototipos de propósito especial y específico puede ser bastante caro, llevándose además tiempo y recursos de otras actividades del proyecto.

Como vemos, **no resulta fácil decidir qué técnica de prototipado es la más adecuada en cada momento**. En general, es cuestión de plantearse los objetivos a evaluar y decidir la técnica más apropiada para el caso concreto.

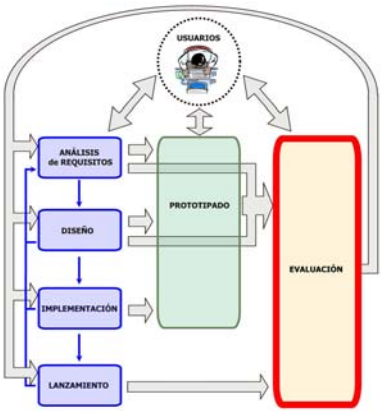
El siguiente cuadro, que resume qué es lo que se pretende analizar con cada una de las técnicas de prototipado explicadas y lo relaciona con parámetros relativos al coste y al tiempo de desarrollo, nos ayudará a la hora de decidir qué prototipo utilizar.

Técnica de prototipado	¿Qué se analiza?	Coste	Desarrollo
Boceto	• *Primeras ideas*.	Muy bajo	Muy rápido
Storyboard	• Reflejo del *contexto*. • Descripción del *proceso de interacción*. • *Identificación y ubicación* de los *actores y objetos* que intervienen en la interacción.	Muy bajo	Rápido
Prototipo de Papel	• *Simplicidad*, minimalismo • *Visibilidad* de las funciones (más que la propia funcionalidad). • Metodología de interacción (*facilidad*). • Sintetizabilidad.	Muy bajo	Rápido

Técnica de prototipado	¿Qué se analiza?	Coste	Desarrollo
Maquetas	• Reflejo de su *utilización*. • Reflejo de las *características físicas*.	Relativamente bajo (aunque depende del material utilizado).	No tan rápido
Maquetas digitales	• *Visibilidad* de las funciones (más que la propia funcionalidad). • Metodología de interacción (*facilidad*). • *Disposición* de los elementos interactivos de la interfaz.	Bajo	No tan rápido
Storyboard Navegacional	• *Representación de la interfaz* de la interacción. • Visibilidad de la *navegación*. • Representación de los *estados del sistema*.	Bajo	Suele ser rápido, pero depende de cómo se representan los estados
Vídeos	• Representación de casos o *situaciones interactivas*. • *Entender el contexto* y el porqué de la tarea. • *Visibilidad* de los *actores* y de los *objetos* que intervienen en la interacción. • Escenificación de *posibilidades futuras* o de *acceso difícil*.	Alto	Muy alto
Escenarios	• Representación de casos o *situaciones interactivas*. • *Entender el contexto* y el porqué de la tarea. • Visibilidad de los *actores* y de los *objetos* que intervienen en la interacción.	Medio	Suele ser rápido
Prot. Software horizontal	• *Navegabilidad*. • *Seguimiento* de las tareas. • *Globalidad* del proceso interactivo.	Medio	Medio/alto
Prot. Software vertical	• Exploración de *funcionalidades concretas*. • Medidas de *rendimiento*. • Posibilidad de realizar *evaluaciones por métricas*.	Medio	Medio/alto

Tabla c5_8: ¿Qué características analizamos con cada tipo de prototipo?

5.6.2. Evaluación



"…hace poco me encontré con dos diseñadores de sitios web que orgullosos de su nuevo sitio me miraron atónitos cuando les pregunté si lo habían probado con usuarios. "No", dijeron, "pero nosotros sabemos que está bien". Indagué un poco más y descubrí que en su empresa eran considerados como expertos pues conocían perfectamente todos los trucos del diseño web…" J. PREECE en [PRE02].

El caso que nos muestra el parágrafo anterior constituye una reacción que lamentablemente se da con demasiada frecuencia; es la más habitual.

Aunque el concepto de usabilidad es fácil de asimilar, conseguir que un producto sea usable es más difícil. En general, cuando se diseña un producto, y más en un sistema software, se está más preocupado de la funcionalidad que de la usabilidad del mismo, por no hablar de la accesibilidad, que está aún más olvidada.

Los diseñadores (y en su defecto, los programadores) asumen que si ellos y sus compañeros pueden utilizar el software y lo encuentran atractivo ya es suficiente. Además, prefieren evitar evaluar el producto con usuarios porque incrementa el tiempo de desarrollo, cuesta más dinero y sobretodo porque temen el trabajo adicional que puede suponer implementar los cambios derivados de la evaluación. Sólo se preocupan de probar la parte puramente funcional del sistema.

Evaluar consiste en probar algo. Tanto para saber si funciona correctamente como no, si cumple con las expectativas o no, o simplemente para conocer como funciona una determinada herramienta o utensilio.

En nuestro modelo MPIu+a la fase de evaluación del constituye un punto clave para la obtención de sistemas interactivos usables y accesibles. Será en esta fase donde se aplicarán las técnicas necesarias para recibir la realimentación necesaria por parte de los usuarios y/o evaluadores expertos que se verá reflejado en el diseño de las interfaces de los usuarios mejorando sus procesos interactivos. Por tanto, hablaremos de la evaluación como:

> *La actividad que comprende un conjunto de metodologías y técnicas que analizan la usabilidad y/o la accesibilidad de un sistema interactivo en diferentes etapas del ciclo de vida del software* [LOR02].

La **evaluación** no debe ser pensada solamente como una simple etapa del proceso general del diseño, y mucho menos de la implementación, del sistema, sino que ésta **debe realizarse durante todo el ciclo de vida del proceso de desarrollo**, los

resultados de la cual deben aportar mejoras respecto a las soluciones evaluadas y correcciones respecto a errores reportados.

Además, no debe "abusarse" del uso de las técnicas que no cuentan con la presencia de usuarios representativos finales ya que *evaluar repetidamente con usuarios aporta la realimentación necesaria para saber separar aquellos aspectos del sistema correctos de aquellos que causan confusión*.

Por otra parte, la finalidad principal de los prototipos realizados durante la etapa anterior no es otra que comprobar características o propiedades para mejorar el sistema. Centraremos esta parte en explicar los métodos de evaluación más relevantes y las conclusiones extraídas a partir de la aplicación de los mismos en los proyectos que sirven de casos de uso experimental en este trabajo de investigación.

También veremos en este apartado una de las principales aportaciones del MPIu+a: por primera vez se incluye la *evaluación de la accesibilidad como un proceso integrado en el ciclo de vida del desarrollo de sistemas software*, aspecto determinante que hasta ahora siempre se ha visto como una parte separada de dicho ciclo de vida.

5.6.2.1. Objetivos de la evaluación

Importante: Al hablar de evaluación tendremos en cuenta siempre tanto los aspectos relacionados con la usabilidad como con la accesibilidad. A pesar de ello, la mayor parte de la bibliografía existente cuando menciona la evaluación lo hace refiriéndose sólo a la usabilidad del sistema, lo cual se debe a que la importancia del factor usabilidad hace más tiempo que fue detectada y asumida, mientras que la accesibilidad ha sido tratada más recientemente y como un aspecto separado.

Anteriormente hemos visto procedimientos de soporte para realizar prototipos durante el desarrollo de sistemas interactivos con la finalidad de que éstos sean usables y accesibles para sus usuarios finales. Una vez seguidos estos procedimientos deberemos asegurarnos que nuestros diseños se adaptan a las necesidades, requisitos y expectativas de nuestros usuarios. Este es el papel de la evaluación.

La evaluación, según DIX [DIX93, pág. 364], tiene definidos tres **objetivos principales**:

(1) Comprobar la extensión de la funcionalidad del sistema.
(2) Comprobar el efecto de la interfaz en el usuario.
(3) Identificar cualquier problema específico con el sistema.

La funcionalidad del sistema es importante en tanto a que deba estar completamente de acuerdo con la especificación de los requisitos. En otras palabras, *el diseño del sistema debe permitir al usuario llevar a término las tareas de forma más fácil, el cual incluye que el sistema no sólo debe realizar apropiadamente las funcionalidades disponibles, sino que además debe permitir alcanzar dichas funcionalidades de manera clara en términos de las acciones que el usuario necesita*

realizar para completar dichas tareas.

Adicionalmente a la comprobación del diseño del sistema en términos de su capacidad funcional, es importante comprobar el impacto de dicho diseño sobre el usuario. Ello incluye considerar aspectos como conocer lo fácil que le resulta su aprendizaje, su manejabilidad en el espectro más amplio de usuarios posibles (sin excluir aquellos con necesidades especiales), o identificar, por ejemplo, aquellas áreas del diseño que puedan requerir una sobrecarga de la cantidad de información que el usuario debe recordar.

El objetivo final de la evaluación es la identificación de los problemas específicos del diseño, que pueden ser aspectos del mismo que, estando el usuario en su contexto, causen resultados inesperados o confusión entre varios usuarios.

5.6.2.2. ¿Dónde se realizan las evaluaciones?

Las evaluaciones pueden realizarse en espacios especialmente equipados o laboratorios, en salas de reuniones, en el propio entorno donde los usuarios realizan sus tareas habitualmente o simplemente en cualquier lugar donde puedan reunirse usuarios y evaluadores. Incluso con las posibilidades de conexión actuales, algunas evaluaciones pueden realizarse desde cualquier punto del planeta (la oficina, la casa, un parque…).

Por tanto, no existe ninguna restricción física que limite las posibilidades para poder realizar evaluaciones de sistemas interactivos diversos.

El laboratorio de usabilidad

Los laboratorios de usabilidad son espacios especialmente adaptados para la realización de pruebas de evaluación de la usabilidad.

Consisten normalmente en dos salas o habitaciones, una es la sala de observación (para los evaluadores) y otra la de la prueba (para los usuarios), entre las cuales normalmente hay instalado un cristal de separación que sólo permite ver a los usuarios desde la sala de observación, pero no desde el lado opuesto.

Figura c5_23: Imagen del laboratorio de usabilidad de Sun Microsystems[73]

Adicionalmente, algunos laboratorios disponen de una sala adjunta a la sala de observación para otros observadores (normalmente los desarrolladores) puedan debatir la prueba que se está realizando sin distraer a los observadores principales, los especialistas en usabilidad en la sala principal de observación.

Normalmente un laboratorio de usabilidad está equipado con cámaras de vídeo controladas remotamente desde la sala de observación que se pueden usar para mostrar una visión general de la prueba que se está realizando o para enfocar puntos concretos como por ejemplo la cara del usuario, el teclado, el manual o la documentación.

En la sala de observación se mezclan las señales de vídeo para producir una sola secuencia que se graba junto al instante en el que se ha generado cada secuencia para posteriormente compararlo con la grabación del uso del sistema.

Los **laboratorios** que se han descrito son **permanentes**, pero existen además laboratorios **móviles** para poder hacer la prueba más flexible y para trabajos de campo.

Con un laboratorio de usabilidad móvil, cualquier oficina o dependencia se puede convertir en una sala de evaluación y evitar así que los usuarios se desplacen.

El tema de los laboratorios de usabilidad es un tema que se encuentra actualmente en un excelente momento de investigación, por lo que podemos divisar en un futuro próximo nuevos laboratorios con nuevas posibilidades que permitan estudiar y comprender mejor la manera que tienen los usuarios de interactuar con los sistemas y repercutir estos conocimientos en unas interfaces cada vez más usables y más accesibles.

Por poner un ejemplo, en el Reino Unido se está estudiando la forma de mejorar la usabilidad de los

[73] Se ha pedido varias veces permiso para publicar la fotografía a Sun Microsystems y aunque no hemos obtenido respuesta alguna la hemos incluido porque es de gran calidad y pensamos que si está libremente publicada en Internet también puede libremente adjuntarse en una publicación siempre y cuando se mencione convenientemente su procedencia.

sitios web de comercio-e utilizando técnicas de seguimiento de los movimientos de los ojos (*Tracking Eye Movements*) para reconocer y comprender de la navegación ocular de dichas aplicaciones web [TZA03].

El laboratorio de accesibilidad

El caso de los laboratorios especializados en evaluar la accesibilidad de sistemas interactivos es completamente distinto a los anteriores. Este tipo de laboratorios es más difícil de encontrar y por consiguiente más difícil de definir[74].

El objetivo fundamental de esta tipología de laboratorio es contribuir a la mejora de la autonomía personal y a la capacidad de comunicación de las personas con discapacidad con la intención final de mejorar su integración socio-laboral.

Y en el marco de la Interacción Persona-Ordenador la mejora de la autonomía personal y la capacidad comunicativa se consigue investigando y desarrollando tecnología informática que pueda ser usada eficazmente por personas con déficits sensoriales, motores o cognitivos, y que, en algunos casos, les asista o aumente sus capacidades deficitarias.

Este trabajo se hace a distintos niveles, desde desarrollo de hardware y software a evaluación y experimentación con usuarios reales del hardware y software desarrollado de una forma iterativa.

El equipamiento necesario para el desarrollo mencionado es muy diverso e indefinido, dependiendo de la discapacidad concreta en la que se esté investigando: Desde ordenadores personales, sintetizadores de voz, robots, microcontroladores y sillas de ruedas con sistemas de control, hasta el software de programación habitual y alguno de específico para configurar el hardware utilizado (por ejemplo, si se investiga sobre discapacidades visuales tendremos emuladores de ratón y teclados braille).

Para realizar experimentos de laboratorio, lo que sí resulta imprescindible es disponer de un espacio de experimentación modulable y que sólo se use para esta finalidad. Por ejemplo, si se trata de hacer experimentos con usuarios de navegación web, se necesita una habitación con condiciones ambientales estándar (luz, ruido, temperatura, etc.) y ordenadores en red, mientras que para hacer experimentos de control remoto de una silla de ruedas, el laboratorio se puede llenar de obstáculos y señales simulando situaciones habituales, es decir, tener un sitio que pueda modularse para recrear un ambiente experimental determinado.

---

[74] Dada la escasez, al menos referenciada, de laboratorios especializados en investigar la accesibilidad de los sistemas interactivos, este apartado está basado en la experiencia del laboratorio LIPCNE, Laboratorio de Interacción Persona-Computador para Necesidades Especiales, ubicado en el Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores de la Facultad de Informática de la Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea, creado en 1985 para trabajar en la aplicación de las nuevas tecnologías de la información a la solución de problemas de comunicación de personas con discapacidad. Agradecemos especialmente la colaboración de los miembros del laboratorio para poder aportar esta información.

Por otra parte, e igual que pasa en los laboratorios de usabilidad, es deseable disponer de dispositivos que permitan registrar la interacción entre los usuarios y la tecnología (cámaras, instrumentos que permitan inspeccionar respuestas psico-fisiológicas —*eyetracking*—, micrófonos o anotadores de web logs) junto a dispositivos de filtrado y análisis, como filtros de respuestas psico-fisiológicas o paquetes estadísticos que permiten analizar la información recogida.

5.6.2.3. Clasificación

Existen, como veremos, una amplia variedad de métodos de evaluación. Cada uno de ellos utiliza unos determinados medios y técnicas e intentan medir diferentes aspectos. La elección de un método u otro no depende sólo de cuál es la respuesta que se quiere conocer sino de múltiples factores que pueden resumirse en *¿cuánto cuesta y qué obtendremos con su realización?*. Los métodos no son totalmente independientes, sino que se solapan en cuanto a las actividades que desarrollan [ROD01].

Según estos criterios, los métodos de evaluación, como vemos en el siguiente cuadro, pueden clasificarse de varias maneras:

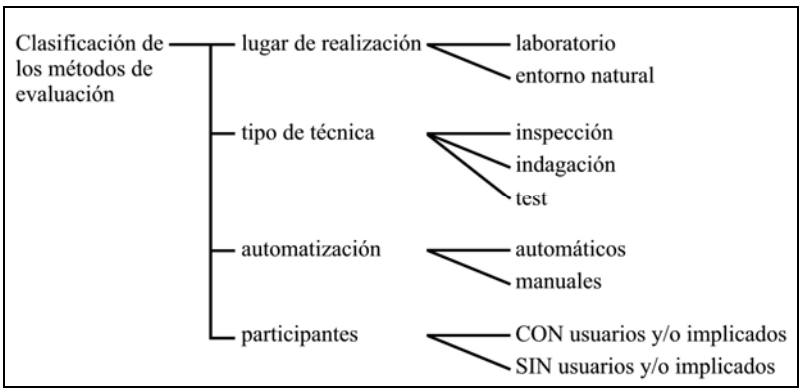


Figura c5_24: Clasificación de los métodos de evaluación

Veamos a continuación con un poco más de detalle cada uno de estos criterios, que son compatibles entre sí:

En cuanto a **dónde se realizan** distinguimos, como hemos visto en el apartado anterior, dos categorías generales:

a) Aquellos que se realizan en el *laboratorio*.
   El objetivo del evaluador, a veces, es comprobar aspectos sin que precise la ayuda de los usuarios. Este tipo de comprobaciones las realiza, normalmente, en su entorno de trabajo o sea en el laboratorio, donde puede además traer usuarios para un estudio particular.

b) Los que se realizan en el *entorno natural* o habitual del escenario donde se realizan las tareas a evaluar
Esta situación se produce cuando el evaluador realiza su trabajo en el lugar natural donde se realiza la escena, el lugar de interacción habitual del usuario.

Analizando las ventajas y los inconvenientes (tabla c5_9), a menudo la elección del estilo es una decisión discutible.

	Ventajas	Inconvenientes
Evaluación realizada en *el laboratorio*	• Sofisticados equipos (audiovisuales de grabación, ordenadores con capacidades especiales, etc.) que permiten explorar aspectos precisos. • Los usuarios pueden operar sin distracciones ni interrupciones.	• Las distracciones y las interrupciones forman parte del entorno natural de trabajo y pueden tener una influencia significativa. • No reproduce el contexto de la interacción. • El cambio de paradigma puede desconcertar al usuario.
Evaluación realizada en *el entorno*	• Es la única manera de ver realmente cómo los usuarios realizan sus tareas cooperando entre ellos. • Mejora el Análisis de Requisitos (afloran aspectos no recogidos anteriormente).	• El lugar de trabajo (entornos ruidosos…) puede dificultar la observación. Sobre todo alargar el tiempo de duración de la prueba.

Tabla c5_9: Comparativa entre evaluar sistemas interactivos en un laboratorio o en el entorno

En algunos casos, la observación en el laboratorio es la única opción posible [DIX93, pág. 365]. Por ejemplo si el sistema está en un lugar peligroso (central nuclear,…) o inalcanzable (estación espacial…), o incluso aquellas ocasiones en las que se precisa un cambio del lugar de la escena para reproducir cómo será bajo la influencia de nuevo sistema.

En cuanto al **tipo de técnica** de comprobación utilizada, se distinguen tres categorías:

a) Métodos de *inspección*:
Inspección es un nombre genérico para un conjunto de métodos cuya principal característica común es que hay unos expertos, conocidos como evaluadores, que examinan (inspeccionan) aspectos de la interfaz del sistema relacionados con la usabilidad y la accesibilidad que la misma ofrece a sus usuarios.

Los diferentes métodos por inspección tienen objetivos ligeramente diferentes, pero *en todos ellos se tienen en cuenta las opiniones, juicios, informes de los inspectores sobre elementos específicos de la interfaz como factor fundamental de la evaluación —normalmente de la usabilidad—* [NIE94a].

Los métodos de evaluación por inspección empiezan a ser populares en el ámbito de las emprsas de producción de servicios software, pues permiten identificar, clasificar y contabilizar un gran número de errores potenciales de usabilidad a precio relativamente bajo [BIA94a][NIE94a], siendo el hecho de no utilizar usuarios uno de los factores que más contribuyen a dicha reducción económica.

b) Métodos de *indagación*:
La información acerca de los gustos del usuario, las quejas, las necesidades y la identificación de requisitos son informaciones indispensables sobre todo en etapas tempranas del proceso de desarrollo. Por tanto, hay que descubrir y aprender, hay que generar ideas de diseño, y va a resultar de especial interés que las metodologías —a aplicar, preferentemente, en una primera fase— proporcionen información relacionada con el uso y las posibilidades de acceso de un producto que aún no se ha empezado a fabricar.

En este tipo de métodos *se realiza hablando con los usuarios, observándolos, usando el sistema en trabajo real, y obteniendo respuestas a preguntas verbalmente o por escrito.*

c) Métodos de *test*:
En los métodos de evaluación por test, usuarios representativos trabajan en tareas concretas utilizando el sistema (o el prototipo) y los evaluadores utilizan los resultados para ver cómo la interfaz de usuario da soporte a los usuarios con sus tareas.

En cuanto a la **automatización,** podemos distinguir entre métodos:

a) *Automáticos*:
Encontramos en este grupo aquellos métodos que disponen de mecanismos (hardware y/o software) que facilitan la comprobación de los aspectos a validar. Los métodos automáticos resultan altamente eficientes puesto que se realizan muy rápidamente y los resultados siempre provienen de los mismos parámetros, sin apreciaciones subjetivas.

El principal problema de estos métodos está en que siempre se basan en sistemas ya finalizados (o versiones preliminares de lanzamiento) y no pueden utilizarse en etapas tempranas del ciclo de vida del desarrollo.

Una de las características que hacen más atractivos a estos métodos es la posibilidad de realizar tests remotamente [BAR03][DRA04] a través de la red de Internet.

b) *Manuales*:
Al contrario de los métodos anteriores están los métodos que no disponen de mecanismos que automaticen su realización. Éstos consumen más recursos: Tiempo, evaluadores…, pero pueden evaluar aspectos que se "salen del patrón" y pueden realizarse en cualquier etapa del desarrollo y con cualquier tipo de prototipo.

Y si tenemos en cuenta **quién interviene** en la evaluación, podemos distinguir los siguientes métodos:

a) *Con usuarios* y/o *implicados*
Son los métodos en los que se evalúa el sistema con la intervención directa de usuarios representativos, pudiendo también participar en las sesiones personas que sin ser usuarios finales tienen la condición de implicados del sistema.

Estos métodos resultan muy positivos por implicar la participación de usuarios en el proceso de diseño pero dificultan, en parte, el proceso debido a que no siempre resulta fácil reclutar usuarios para este tipo de actividades.

b) Métodos *sin usuarios* y/o *implicados*
Estos métodos los realizan sólo expertos evaluadores con la ayuda de guiones, pautas o documentos que permiten hacer un seguimiento de los que han hecho los usuarios mientras utilizaban el sistema.

Trabajar sin usuarios permite que este tipo de métodos —tal como hemos visto también con los métodos automáticos— se realicen con mayor velocidad pero, por el mismo motivo, carecen de la valiosa información que evaluar con dichos usuarios aporta al desarrollo del sistema.

Este tipo de método tiene una eficacia adicional que permite detectar errores funcionales, de consistencia, etc.

Evaluación Formativa y Evaluación Aditiva

Todos los autores coinciden en que *"probar pronto y a menudo"* es el principal principio de la Ingeniería de la Usabilidad [BAI02], constituyendo un factor clave para identificar "a tiempo" los problemas potenciales de usabilidad de los sistemas interactivos.

Además de las clasificaciones anteriores existe otra que no se ha incluido en la tabla anterior porque el carácter de ésta dista un poco de las anteriores lo cual incluso puede llevar a cierta confusión. Esta clasificación divide los métodos de evaluación en formativa (*formative evaluation*) y aditiva (*summative evaluation*).

Se denomina *evaluación formativa* [BAI02] a una colección de métodos de Ingeniería de la Usabilidad que centra su actividad en un proceso iterativo de identificación de problemas de usabilidad y su correspondiente corrección (*"identificar y corregir"*) antes de que un producto esté completado.

Consiste, por tanto, "en la realización de pruebas con usuarios con el objetivo de aprender sobre el diseño para mejorar la nueva iteración" [NIE94c], y no tiene que ser confundida con la *evaluación aditiva o sumativa*, que es un método que juzga el valor de un programa al final de las actividades del mismo [BHO90], el enfoque está en el resultado

mediante el cual ofrece una comparación cuantitativa entre un producto (a menudo completo) y un producto competitivo o uno estándar.

Ambas **técnicas** son **complementarias** y el **proceso de evaluación puede alimentarse de ambas**. Mientras, por un lado, tenemos un sentido prospectivo o formativo (de mejora, de comprensión, de aislamiento de conflictos…), por el otro, el sentido es retrospectivo o aditivo (valorar una meta concreta).

Formativa	Aditiva
• Principalmente prospectiva.	• Principalmente retrospectiva.
• Enfoque: El proceso.	• Enfoque: El resultado.
• Análisis de fortalezas y debilidades para mejorar.	• Gran soporte documental.
• Hábitos de desarrollo.	• Hábitos de documentación.
• ¿Oportunidad de reflejar en el significado de últimos logros?.	• ¿Evidencia de la evaluación formativa regular?.
• Realimentación (feedback).	• Evidencia.

Tabla c5_10: Cuadro resumen comparando la evaluación formativa con la aditiva

5.6.2.4. Plan de evaluación

En un proceso de DCU, la evaluación como parte esencial del mismo debe comenzar tan pronto como sea posible, y cuanto más tardemos en realizar tareas de comprobación más difíciles de implementar serán los cambios, los errores detectados y/o los requisitos establecidos.

Por ello, aunque el **MPIu+a no determina cuántas evaluaciones deben realizarse** durante la realización de un proyecto, **ni** tampoco **qué métodos deben utilizarse o cuántos usuarios o evaluadores** deben intervenir, lo que deja abierto el modelo a la incorporación de nuevas técnicas que puedan aparecer.

En MPIu+a se plantea unas pautas generales plasmadas en el siguiente *plan de evaluación*[75]:

a) Antes de empezar una evaluación debemos tener muy **claros los objetivos de la misma**. No debemos pensar en el sistema global, sino sólo en la parte que va a ser probada y qué esperamos de la prueba.
b) Cada evaluación debe tener **un responsable** (integrante del equipo de desarrollo), que tendrá las siguientes responsabilidades:
    - Moderar las sesiones.

[75] En los primeros proyectos realizados utilizando el MPIu+a intentamos seguir el plan de evaluación propuesto en el estándar [ISO 13407, pág. 10], pero con el uso introducimos algunas variaciones, quedando la versión definitiva la que aquí se presenta.

- Reclutar a los usuarios y/o a los evaluadores.
- Reservar el lugar de celebración de la evaluación (tanto si se trata del laboratorio como del lugar de trabajo).
- Dirigir las tareas a evaluar (en función de los objetivos del punto anterior).
- Disponer de todos los recursos necesarios para la evaluación (prototipos, dispositivos necesarios…).
- Tener claras las tareas a probar.
- Qué técnicas de evaluación se utilizarán.

c) La evaluación debe encajarse tanto en cuanto a **planificación** como **económicamente** en el proyecto. En esta planificación se preverán tantas actividades como sean necesarias, en cada una de las cuales se aplicará uno o más métodos de evaluación de usabilidad y/o accesibilidad de los que veremos a continuación.

d) **Documentar** los resultados de la evaluación (responsabilidad que también recae en el responsable) y distribuirlos entre los miembros del equipo de desarrollo que precisen de sus resultados (responsabilidad del jefe del proyecto).

5.6.2.5. Métodos de Evaluación de la Usabilidad

Basándonos en la clasificación propuesta por el tipo de evaluación vista anteriormente (inspección, indagación y test) veremos en este apartado los métodos más destacados de cada una de las tres categorías.

Inspección

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

Existen varios métodos que se enmarcan en la clasificación de evaluación por inspección, siendo los que veremos a continuación los más importantes.

Heurística.

El procedimiento heurístico, en general, puede ser descrito como el *proceso en el que se resuelven problemas a partir de una serie de reglas (heurísticas) previamente determinadas*. Esta técnica nace de la resolución de problemas complejos que requieren de un gran esfuerzo temporal y económico y que se pretende disminuir su impacto encontrando soluciones que aunque no son las óptimas son suficientemente satisfactorias.

El método fue desarrollado por NIELSEN [NIE94a] y MOLICH [MOL90] y consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad

(la "heurística") mediante la inspección de varios evaluadores expertos.

Para aplicar este método [NIEheu], un conjunto de evaluadores [76] expertos en usabilidad contrasta y valida individualmente las "**10 reglas heurísticas de usabilidad**" —conjunto revisado de reglas heurísticas de usabilidad a partir del análisis de 249 problemas de usabilidad [NIE94a]— con la interfaz del sistema. Tras las revisiones individuales los resultados son puestos en común y debatidos en una reunión entre los evaluadores y el responsable de la evaluación (denominado observador), quienes generan el informe final de la evaluación.

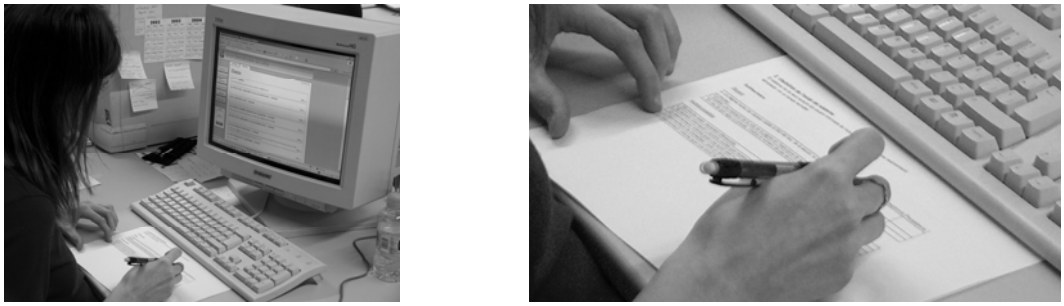


Figura c5_25: Experta en usabilidad del grupo de investigación GRIHO realizando la evaluación heurística del sitio web del Centro Excursionista de Lleida

Este método es, sin ninguna duda, el más conocido y utilizado. Tal es así que incluso *muchas personas confunden el concepto global de evaluación de la usabilidad con la evaluación heurística y se refieren únicamente al uso de esta técnica cuando indican que evalúan la usabilidad del sistema concreto*.

- Aportes concretos de nuestra investigación al método.

Tras probar esta técnica en la mayoría de los proyectos presentados en el MPIu+a hemos definido una plantilla para los evaluadores basada en las 10 reglas de NIELSEN a la que le hemos introducido unas ligeras variaciones:

- Se introduce una parte introductoria destinada a detallar los objetivos del sistema interactivo a probar. Esta parte es común para todos los evaluadores y es redactada por el observador.
- Relacionado con el punto anterior hemos introducido una nueva regla destinada a valorar el grado de transmisión de los objetivos por parte de la interfaz.
- Cada heurística dispone de una serie de sub-reglas (o sub-heurísticas) que ayudan notablemente a los evaluadores mejorando los resultados de la prueba. El evaluador, según su criterio, valora para cada aspecto encontrado su:

[76] Un estudio realizado por NIELSEN y LAUNDER en el año 1993 determina el número ideal de evaluadores entre tres y cinco. Introducir más evaluadores no compensa en cuanto al número de errores detectados y, en cambio, encarece la prueba [NIEheu].

- *Impacto*, que mide, en el subheurístico actual, la dificultad que le puede suponer al usuario superar el problema detectado en la interfaz.
- *Frecuencia*, que indica con qué frecuencia se produce el problema.
- *Persistencia* del mismo, como indicador de que una vez resuelto el problema en la parte de la interfaz en la que se ha detectado éste continuará produciéndose en otras partes de la misma.

Proyecto: WEB de Els Infants de la Paeria de Lleida

evaluador: Marta González

4. Control y libertad para el usuario

Los usuarios eligen a veces funciones del sistema por error y necesitan a menudo una salida de emergencia claramente marcada, esto es, salir del estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Es importante disponer de deshacer y rehacer.

Subheurísticos

		Impacto	Frecuencia	Persistencia
a)	Es posible deshacer una acción siempre que sea una operación funcional y operativa.	3	MEDIA	
b)	En caso de un proceso de diversos pasos, es posible volver a pasos anteriores del proceso para modificarlos.	3	MEDIA	
c)	Existe una salida de la página, del proceso o de la estructura de información mediante acciones tipo "Desconectar" o "Cancelar".	1		
d)	Se inician de manera automática acciones que el usuario no ha solicitado explícitamente.	0		
e)	Se utilizan animaciones no controladas por el usuario.	1		
f)	El scroll no ocupa más de dos pantallas.	0		
g)	Es posible guardar información.	1		
h)	Es posible imprimir la información sin perder información.			
i)	Existe un vínculo que permite volver al inicio de la aplicación.	0		
j)	Es posible aumentar y disminuir el tamaño de la letra.	1	ALTA	
k)	El sistema se visualiza perfectamente utilizando diferentes resoluciones de pantalla.	0		
l)	La interfaz no introduce tecnologías que requieren versiones actualizadas de elementos externos (navegadores, plugs-ins, DLL's,...).	1		

Notas del evaluador:

A) Cuando pulsas en la opción de enviar no hay la posibilidad de cancelar. Lo envia y ya está.
B) Cuando pulsas en la opción de enviar no hay la posibilidad de cancelar. Lo envia y ya está.
C)
D)
E) Sí, en el banner informativo
F)
G)
H) Cuando he imprimido toda la banda inferior se ha girado.
I)
J)
K)
L) Sí, necesita el plug-in del Macromedia Flash, pero es muy habitual.

Figura c5_26: Muestra de la evaluación de la cuarta regla heurística (*control y libertad para el usuario*) realizada durante uno de los procesos de evaluación de la Web de la Infancia del Ayuntamiento de Lleida

- Variantes interesantes de la evaluación heurística.

Evaluar la usabilidad de una aplicación interactiva utilizando la técnica de la evaluación heurística tiene un carácter claramente definido hacia aplicaciones genéricas en el que no interviene ningún tipo de usuario (consecuencia de tratarse de un método de

inspección).

No obstante, en el contexto del proyecto europeo CHARADE[77], se presentó una aproximación centrada en las tareas para el diseño y la evaluación (formativa) de sistemas interactivos, donde una de las principales novedades fue experimentar la respuesta de las evaluaciones heurísticas tras incorporar usuarios [LIN94].

Para ello, se combinó la evaluación heurística con la observación del usuario. A cada usuario representativo se le facilitaron varios escenarios de tareas para que fuese capaz de evaluar cada tarea y completar el informe de la evaluación. Estos usuarios fueron observados durante la ejecución de cada tarea para ver cómo utilizaban la interfaz durante su realización, qué errores cometían, cuánto tiempo tardaban, etc. Ambas técnicas produjeron datos cualitativos y cuantitativos a la vez que destacaron dificultades con algunos usuarios [DUM93]. Los datos recopilados durante la evaluación fueron procesados mediante análisis estadístico para reflejar aspectos relacionados con la usabilidad. Lo que no se especifica en las conclusiones de CHARADE es acerca del verdadero beneficio o perjuicio que aporta la introducción de usuarios en esta técnica.

- Inconvenientes generales de los procedimientos heurísticos.

Los inconvenientes atribuidos al procedimiento heurístico en sí mismo son que los heurísticos suelen ser específicos del problema a tratar y pocas veces sirven para dar una respuesta concreta al problema. En el fondo lo que buscan los heurísticos es reducir el dominio de las posibles soluciones o aspectos de su aplicación para facilitar el proceso de descubrir soluciones o errores.

En el terreno específico de evaluación de la interfaz de usuario o del sistema interactivo en general el principal problema es que no hay participación de usuarios representativos.

Recorridos.

En el marco de la evaluación de sistemas interactivos por inspección los métodos denominados "*recorridos"* constituyen una aproximación alternativa a la evaluación heurística con los que se intentan predecir problemas de usabilidad sin realizar tests con usuarios.

En general en todos los recorridos se realiza una revisión detallada de todas las acciones asociadas a la consecución de una o más tareas que el usuario debe poder satisfacer con el uso del sistema. Inicialmente fueron pensados para ser realizados por

[77] CHARADE, acrónimo de *Combining Human Assessment and Reasoning Aids for Decision Making in Environmental Emergencies*, fue un proyecto que formaba parte del III Programa Marco de la Comunidad Europea desarrollado por un consorcio compuesto por siete organizaciones participantes para desarrollar un sistema integrado capaz de gestionar emergencias ambientales [MAR96b].

expertos evaluadores con la ayuda de diseñadores, pero, como veremos, también se ha investigado su validez incorporando usuarios.

Una de estas variantes, a la cual hemos denominado *recorrido cognitivo con usuarios* [GRA04b], es fruto de las investigaciones colaterales del trabajo presentado en esta tesis.

- Recorrido cognitivo.

El recorrido cognitivo (*Cognitive Walkthrough*) es un método de inspección de la usabilidad que se centra en *evaluar en un diseño su facilidad de aprendizaje*, básicamente *por exploración* y está motivado por la observación que muchos usuarios prefieren aprender software a base de explorar sus posibilidades [WHA92].

Los **pasos necesarios** para la realización del método se estructuran en el **documento de la evaluación** y son los siguientes:

a) **Definición** de los datos necesarios para el recorrido:

   i. Se identifican y documentan las características de los **usuarios** *¿Quiénes serán los usuarios del sistema?*
   La descripción de los usuarios incluirá la experiencia específica acumulada y el conocimiento adquirido como factores determinantes para la comprobación del factor "cognitivo" durante el recorrido.

   ii. Se describe también el **prototipo** a utilizar para la evaluación, que no es preciso que sea ni completo ni detallado.
   iii. Se enumeran las **tareas** concretas a desarrollar.
   iv. Para cada tarea se implementa por escrito la lista íntegra de las **acciones** necesarias para completar la tarea con el prototipo descrito. Esta lista consta de una serie repetitiva de pares de acciones (del usuario) y respuestas (del sistema).

b) **Recorrer las acciones**: *Los evaluadores realizan cada una de las tareas determinadas anteriormente siguiendo los pasos especificados y utilizando el prototipo detallado.* En este proceso, el evaluador utilizará la información del *factor cognitivo* (experiencia y conocimiento adquirido) de los usuarios para comprobar si la interfaz es adecuada para el mismo. Esta **revisión** ha de ser **minuciosa para todas las acciones** especificadas para la consecución de la tarea.

   Para ello, el evaluador en cada acción criticará el sistema respondiendo a las siguientes preguntas [DIX98]:

   i. ¿Son adecuadas las acciones disponibles de acuerdo a la experiencia y al conocimiento del usuario?
   ii. ¿Percibirán los usuarios que está disponible la acción correcta? Esto se relaciona con la visibilidad y la comprensibilidad de las

acciones en la interfaz. Aquí no se discutirá sobre si la acción se encuentra en el sitio adecuado o no, sino que se incidirá en si ésta está presente y si es visible.

iii. Una vez encontrada la acción en la interfaz, ¿asociarán estos usuarios la acción correcta al efecto que se alcanzará?

iv. Una vez realizada la acción, ¿entenderán los usuarios la realimentación del sistema?. Tanto si la acción se ha realizado con éxito como en el caso contrario.

c) **Documentar los resultados**:

i. El evaluador anotará para cada acción las respuestas del sistema y sus anotaciones.

ii. El documento incluirá un anexo especial, conocido como *Usability Problem Report Sheet* [DIX98] detallando los aspectos negativos de la evaluación relacionándolos con un grado de severidad que permita distinguir aquellos errores más perjudiciales de los que no lo son tanto.

Algunos autores sólo consideran importante esta parte de la documentación, pues contiene los problemas a solucionar.

A pesar de que esta técnica es idónea en la etapa de diseño del sistema puede también ser aplicada durante el resto de etapas.

PROYECTO: Sitio Web i2004

Fecha: 17-11-03

Actividad: **EVALUACIÓN de un prototipo software de la web del congreso**

Tipo de evaluación: **Recorrido Cognitivo (*Cognitive Walkthrough*)**

Definición de los datos necesarios:

- **¿Quienes serán nuestros usuarios?**
  - Los usuarios del sitio web responderán mayoritariamente a los siguientes perfiles
    - Estudiante universitario
    - Profesor (universitario)
    - Profesional de la industria
    - Doctorando (estudiante de doctorado)
    - Investigador

  - **Conocimientos adquiridos relacionados con el sistema:**
    - Estudiante universitario:
      - Lo más probable es que no conozca la mecánica de funcionamiento de un congreso
      - Desconoce que son las ponencias y los posters
      - Como mucho sabrá que se trata de un evento dónde se presentan teas avanzaos
      - Puede estar interesado en algunos temas de los tutoriales
      - Desconoce que se entregará un libro de actas con las ponencias

    - El profesor (universitario), el doctorando y/o investigador
      - Sabe lo que son las presentaciones de ponencias
      - Sabe que son los tutoriales
      - Debe saber que es un seminario de doctorado (pero al tratarse de una actividad no habitual –la mayoría de congresos no tienen esta sección– debe recalcarse su misión)

    - El profesional de la industria
      - Como norma general no conocerá la mecánica de funcionamiento de un congreso
      - Desconoce que son las ponencias y los posters

  - **Experiencia:**
    - Estudiante universitario:
      - Seguramente nunca habrá atendido a un evento de este tipo
      - Desconocerá que hay que inscribirse (pero puede intuirlo).
      - Conoce que si va a asistir deberá buscar alojamiento

    - EL profesor (universitario) y el doctorando y/o investigador
      - Conoce que hay unas normativas que se caracterizan por el tipo de ponencia, el formato y las fechas de entrega y de revisión
      - Sabe que para atender a las conferencias hay que inscribirse.
      - Sabe que deberá buscar alojamiento si va a asistir
      - Sabe que se entregará un libro de actas con las ponencias

    - El profesional de la industria
      - Busca cosas muy concretas: la información debe ser muy clara y precisa, con objetivos tangibles
      - Seguramente incluso desconozca que hay que inscribirse, etc. Está acostumbrado a que le digan un día, un lugar, una hora y el tema a tratar.

Figura c5_27a: El ejemplo muestra la primera página del documento preparado para realizar la evaluación por Recorrido Cognitivo correspondiente al proyecto Congreso i2004

- **Descripción del Prototipo**

El prototipo a utilizar para la evaluación es un prototipo software del cual se adjuntan dos imágenes:
la primera de las cuales es la página inicial y será la que verán todas las personas en el momento de entrar en el sitio web del congreso.
Como elementos destacables de esta página inicial tenemos el logotipo especialmente diseñado con ocasión del evento en la esquina superior izquierda, el estilo del cual marca el estilo global del sitio.
El logotipo está ubicado en una franja negra en la parte superior, la cual también contiene, en esta página de inicio, el nombre y la edición del congreso así cómo las fechas y el lugar de celebración.
El resto de la página es de color blanco, con lo cual no se recarga el sitio, reforzando la franja negra y los contenidos.
Debajo de esta franja negra encontramos

- En el lado izquierdo el menú de navegación y la información de los organizadores del evento (en forma de logotipos).
- Y en el centro la información actual relevante de primer nivel. Podemos observar en el momento de realizar esta evaluación esta información importante es la próxima fecha límite de presentación de ponencias y las novedades del congreso.

Es de destacar también que en la parte inferior de esta sección aparecen los distintivos de que cumple el sitio de acuerdo con las normativas de los estándares marcados por la W3C.

Y ***la segunda*** corresponde a una "pantalla tipo" del resto de páginas de la web. El sitio continúa presidido por la franja negra con el logotipo del congreso en su lateral izquierdo, pero ahora en lugar del título del congreso encontramos la información de navegación en forma de "migas de pan" (*breadcrums*) que simplifica la ubicación del visitante dentro en la estructura de la arquitectura del sitio.
Debajo de la franja continuamos con el menú de navegación el la parte izquierda y en el centro veremos la información relacionada con la opción actual. Es de destacar que en estas secciones se refuerza la estructura de contenido con la ayuda de una franja vertical de color rosa-salmón que enmarca el contenido seleccionado reforzando su estructura.
Todos los enlaces están marcados en el mismo color con más saturación que se subrayan al pasar el puntero por encima, hecho que refuerza el significado de enlace.

Figura c5_27b: El ejemplo muestra la segunda página del documento preparado para realizar la evaluación por Recorrido Cognitivo correspondiente al proyecto Congreso i2004

- **Tareas a realizar**
  - **Tarea 1a: *Enviar una ponencia.***

    Esta tarea podrá ser realizada por cualquier persona que desee escribir un artículo relacionado con la temática.

    - Acciones a realizar con el prototipo mencionado:

      1. **Informarse sobre las temáticas de las ponencias**.
      2. Si las temáticas parecen oportunas y se decide por escribir y enviar un artículo (cómo es el caso)
         a. informarse de **que debe hacerse** para enviar un artículo,
         b. decidir el **tipo de participación**,
         c. cual es el **formato** a utilizar y
         d. la **fecha límite**.
      3. **Escribir** el artículo
      4. **Inscribirse**
      5. **Enviar** el artículo
      6. **Comprobar** que este se ha enviado correctamente

  - **Tarea 1b: *Modificar una ponencia.***

    Esta tarea podrá ser realizada por cualquier persona que ya ha enviado una ponencia.

    - Acciones a realizar con el prototipo mencionado:

      1. **Acceder a la gestión de ponencias**.
      2. Entrar el **login** y el **password**
      3. **Buscar la ponencia** a modificar
      4. **Buscar la opción** de modificar
      5. **Comprobar que aun estamos a tiempo** de hacer el cambio
      6. **Poner el nuevo artículo** que substituye al anterior
      7. **Comprobar** que este se ha enviado correctamente

  - **Tarea 1c: Comprobar la valoración de una ponencia.**

    .....

  - **Tarea 2: Registrarse al congreso.**

    .....

  - **Tarea 3: Buscar alojamiento.**

    .....

Figura c5_27c: El ejemplo muestra la tercera página del documento preparado para realizar la evaluación por Recorrido Cognitivo correspondiente al proyecto Congreso i2004

- Recorrido de Usabilidad Plural.

Método desarrollado en los laboratorios IBM [BIA94b] que comparte algunas características con los recorridos tradicionales pero tiene algunas particularidades que lo diferencian, entre las que cabe destacar la intervención de usuarios finales.

Estas características son las siguientes:

a) Este método se realiza con tres *tipos de participantes*, usuarios representativos, desarrolladores y expertos en usabilidad, que conforman todos los actores implicados en el producto.
b) Las pruebas se realizan con *prototipos de papel u otros materiales utilizados en escenarios*. Cada participante dispone de una copia del escenario de la tarea con datos que se puedan manipular.
c) *Todos los participantes han de asumir el papel de los usuarios*, por tanto, aparte de los usuarios representativos que ya lo son, los desarrolladores y los expertos en usabilidad también lo han de asumir.
d) Los participantes han de *escribir en cada panel del prototipo la acción que tomarán* para seguir la tarea que están realizando, escribiendo las respuestas lo más detalladamente posibles.
e) Una vez que todos los participantes han escrito las acciones que tomarían cuando interactuaban con cada panel, comienza el *debate*. En primer lugar, deben hablar los usuarios representativos y una vez éstos han expuesto completamente sus opiniones, hablan los desarrolladores y después los expertos en usabilidad.

El principal beneficio de esta técnica radica en el fuerte enfoque hacia las tareas de los usuarios [PRE02]. Siendo otra importante característica (constatada en los desarrollos del grupo de investigación GRIHO) la gran aceptación del método por los equipos multidisciplinares. En cuanto a las desventajas, la principal de ellas es lo difícil que suele resultar agrupar tanta gente en una sola sesión.

- Recorrido Cognitivo con Usuarios.

Este método constituye una **nueva aportación surgida a partir del estudio realizado con motivo de esta tesis**, que supone la primera aproximación conocida de implicar usuarios a los tradicionales recorridos cognitivos[78] [GRA04b].

Conocedores de las ventajas de los recorridos cognitivos pero conscientes a la vez de sus principales problemas decidimos comprobar cómo sería de eficiente extender la mencionada técnica incorporando usuarios.

Estos problemas de los recorridos cognitivos a los que nos referimos son:

[78] En la fase de mejora de la técnica del Recorrido Cognitivo con Usuarios agradecemos la inestimable colaboración del profesor de Informática en la Universidad de Lancaster el Dr. Alan Dix, cuyas aportaciones han contribuido decisivamente a mejorar el proceso final.

- La ausencia de usuarios en las sesiones de evaluación es una carencia común en todos los métodos que solamente se basan en los criterios de unos expertos para decidir sobre aspectos concernientes a terceras personas (los usuarios). Este factor es muy importante, pues por muy expertos que sean los evaluadores siempre habrá aspectos que sólo pondrán de manifiesto los verdaderos interesados. Por tanto, al ser el recorrido cognitivo un método donde no intervienen usuarios tiene esta carencia.

- Por otra parte, el evaluador, para recorrer las acciones, constantemente deberá ser capaz de responder preguntas del tipo *¿serán capaces los usuarios de esta aplicación de entender determinado icono o metáfora?* o *¿dispondrán del conocimiento necesario cuándo accedan a determinada función?*. Respuestas que deberá contestar basándose en la descripción de las características de los usuarios en términos de su conocimiento adquirido y de su experiencia acumulada realizada en la primera fase del método.
  El evaluador, por tanto, tiene que fiarse en esta descripción para interpretar si las tareas son adecuadas o no, lo que introduce un *primer nivel* de posible incertidumbre o *de error*.
  Es más, aunque las descripciones fuesen del todo correctas, siempre queda de la mano del evaluador la última interpretación, añadiendo, por tanto, un *segundo nivel de error*.

- Y un tercer problema derivado también de la ausencia de usuarios (y por tanto aplicable al resto de métodos por inspección), es que no favorece el diseño participativo [GAF99], tan importante desde la perspectiva de la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador.

De todas formas, tal incorporación no puede realizarse livianamente. Como resultado de conocer los factores humanos sabemos que cada persona tiene puntos de vista particulares e ideas propias, realizando cada uno ciertas acciones de manera espontánea, rutinaria o inconsciente mientras que otras se ejecutan voluntariamente en la privacidad; este hecho hace que, paradójicamente, "en muchas ocasiones uno mismo no sea el más apropiado para reflejar los propios pensamientos" [SUT02]. Así que en determinadas ocasiones las respuestas que un usuario puede dar serán menos buenas que las de los expertos. El experto en evaluar interfaces de usuario puede conocer lo que los usuarios están pensando mejor que ellos mismos [DIX03].

Adicionalmente tendremos presente que no será habitual disponer en las evaluaciones de personas que encajen con todos los posibles perfiles de usuario definidos, lo que influirá en la orientación de los tipos de tareas que en cada sesión se plantearán.

Todo ello nos hace plantear la nueva forma de realizar la evaluación por recorrido cognitivo con usuarios partiendo de la propia metodología del recorrido cognitivo y proceder a incorporar cautelosamente usuarios, de tal manera que el hecho de solucionar unas carencias no facilite la aparición de otras.

El proceso planteado es el siguiente:

a) Realizar el recorrido cognitivo de la manera tradicional.
b) Una vez concluido el punto anterior se incorporarán los usuarios de la siguiente manera:

    i. Reclutar usuarios representativos del perfil que se desea evaluar.
    ii. Tras una introducción explicando la prueba, el método, los objetivos y el prototipo se pide a cada usuario que realice de manera individual el grupo de tareas definidas en el recorrido correspondientes a su perfil de usuario.
    Se pide a los usuarios que expresen libremente en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto (interactividad, diseño, funcionalidad…) mientras interaccionan con el sistema o el prototipo; característica adoptada del método de evaluación *thinking aloud* [NIE93], que más tarde veremos en este mismo capítulo.

    Cada usuario realizará todas las tareas sin recibir más explicaciones que las anteriores y al finalizarlas deberá complementar la información anotando los principales defectos detectados.

    iii. Adicionalmente, una vez el usuario ha finalizado las tareas pueden comentarse los problemas potenciales identificados en el punto (a) para conocer su punto de vista más detalladamente.

    Este punto, aunque adicional, es altamente recomendable.

c) Él o los expertos revisarán *a posteriori* las cuestiones formadas en la etapa (b) para documentar los resultados finales.

El **razonamiento seguido** para proceder de la forma explicada es el siguiente: Podría pensarse que, tras la incorporación de los usuarios, el recorrido tradicional realizado en primer lugar (punto a) dejaría de ser necesario; no obstante, las razones de mantener dicha actividad son las siguientes:

- El recorrido realizado por un experto aporta la "imparcialidad" necesaria que los usuarios no pueden aportar. Debemos asegurarnos la posibilidad de que el experto descubra problemas diferentes de aquellos que descubriría una vez ya han intervenido usuarios.
- A su vez, proporciona el "punto de entrada" para la etapa (b) permitiendo que el evaluador observe cómo responde el usuario en aquellos puntos que le resultaron más confusos o erróneos.

Por otra parte, en el punto (b) las razones de poner (ii) antes de (iii) parecen evidentes:

por una parte, (iii) es opcional y, por otra, si se invierte el orden quien no realizaría un recorrido de manera imparcial sería el usuario.

Esta variante del método se ha probado en dos sesiones de evaluación correspondientes a dos casos reales de los proyectos realizados en nuestro grupo de investigación. Los resultados de estos casos y las mejoras del método respecto a su predecesor están explicados en [GRA04b] y concretamente uno de ellos, la web del Congreso i2004, corresponde a uno de los casos utilizados como ejemplos en esta tesis.

Además de **aumentar considerablemente el número de errores detectados** de la incorporación de usuarios al recorrido cognitivo se han observado las siguientes **mejoras**:

- Si estamos de acuerdo en que un verdadero DCU debe incorporar usuarios [BEV98] estaremos entonces de acuerdo que los métodos que no incorporan usuarios necesitan complementar sus resultados con resultados obtenidos mediante otras técnicas en las que haya intervención de usuarios finales representativos.
- Con la presencia de usuarios se fomenta el diseño participativo [GAF99] y con ello la formación de equipos multidisciplinares tan importantes en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador.
- Con el material previamente preparado para el recorrido cognitivo y gracias a la técnica de pensar en voz alta (*thinking aloud*) la participación del usuario es más fluida que ubicándole en un laboratorio en el que le cohíba el sentirse observado.
- Las dudas o errores que pueden haber surgido en la primera fase de la evaluación pueden ser contrastadas rápidamente con usuarios finales y evitar así que se creen indecisiones nocivas para el proyecto.
- En muchas ocasiones, el evaluador no es capaz de detectar los errores correctamente debido a que las especificaciones de la experiencia y del conocimiento de los usuarios son inexactas o incompletas. Complementar la evaluación con los usuarios ayudará además a corroborar, a completar o simplemente a mejorar estas descripciones.

Como **contrapartida** puede indicarse que el método requiere más recursos para su realización: El evaluador necesita invertir mucho más tiempo y es necesario reclutar usuarios y dedicarles el tiempo necesario. No obstante, tras las experiencias realizadas estamos convencidos que *la considerable mejora obtenida justifica dicho incremento*.

Inspección de estándares.

Para evaluar este método se precisa de un evaluador que sea un experto en el o en los estándares a evaluar. El experto realiza una inspección minuciosa a la interfaz para comprobar que cumple en todo momento y globalmente todos los puntos definidos en el estándar establecido.

- ¿Qué es un estándar?

Un estándar es un requisito, regla o recomendación basada en principios probados y en la práctica. Representa un acuerdo de un grupo de profesionales oficialmente autorizados a nivel local, nacional o internacional [SMI96].

> Y tal como indica D. NORMAN, *"los estándares son para siempre, porque una vez establecidos simplifican y dominan las vidas de millones, incluso billones de personas"* [NOR95].

El teclado *qwerty* parece una cosa que siempre ha estado con nosotros, al igual que el sistema métrico decimal. ¿Cuál es el lado correcto para conducir en la carretera? ¿El derecho o el izquierdo? Obviamente, no importa, mientras todos hagamos lo mismo, aunque ¿no sería mejor, para los fabricantes de automóviles y los conductores, si se hubiese convenido un estándar único para todo el mundo?. El impacto de acordar y sobre todo cambiar la conducción de todo el mundo por el mismo lado es enorme y por ello (entre otras razones) parece un problema inabordable, a pesar de que los costes derivados de mantener este estándar son mucho mayores.

> Y Norman continúa diciendo que "…*con el tiempo los costes descienden, mientras que los estándares permanecen"* [NOR95].

De aquí que decidir un estándar no es una tarea que pueda tomarse a la ligera, pues de esta decisión dependerá el futuro, y si ésta no es la mejor, será un lastre perpetuo.

- Tipos de estándares.

a) Los *estándares de iure* son generados por un comité con estatus legal y están avalados por el apoyo de un gobierno o institución para producir estándares.

   En informática existen una serie de comités que han participado en la creación de muchos estándares de iure, los más destacados son: La Organización Internacional para Estándares (*International Organization for Standardization*, ISO), la Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission*, IEC), el Instituto Nacional Americano para Estándares (*American National Standards Institute*, ANSI), la sección *Standards Association* del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Americano (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE), el Comité Europeo para la Estandarización (*Comité Européen de Normalisation*, CEN) y el Consorcio para World Wide Web (*World Wide Web Consortium*, W3C).

   El proceso para generar un estándar de iure es bastante complejo. De forma resumida, los pasos a seguir son: Primero se confecciona un documento preliminar que debe hacerse público para que después cualquier persona o empresa interesada pueda presentar enmiendas de los borradores del documento. Estas enmiendas han de ser comentadas y resueltas. Tras un cierto tiempo, a veces años, se consigue un consenso y se acepta el nuevo estándar.

b) Los *estándares de facto* que nacen a partir de productos de la industria que tienen un gran éxito en el mercado, o bien a partir de desarrollos hechos por grupos de investigación de universidades y que tienen una gran difusión.

   Estos productos o proyectos de investigación llegan a tener un uso muy generalizado, convirtiéndose, por tanto, en estándares de facto (por ejemplo el

sistema de ventanas con la metáfora del escritorio de fondo). Su definición se encuentra en los manuales, libros o artículos. Son técnicamente muy valiosos y muy utilizados.

- Realización del método.

Si bien este método podría realizarse partiendo de prototipos de baja fidelidad, lo más efectivo es realizarlo a partir de prototipos software o incluso mejor con una primera versión del sistema final donde estén implementadas las partes que deben confrontarse con el estándar (que normalmente serán aspectos más relacionados con la interfaz que con las funcionalidades).

En fase de análisis de requisitos se define el estándar que el sistema seguirá (ya sea porque es una especificación del proyecto o uno escogido por sus características) y el experto —en dicho estándar— realiza una inspección minuciosa a la totalidad de la interfaz para comprobar que cumple en todo momento y globalmente todos los puntos definidos en el estándar [WIX94]. Durante esta exploración, al experto no le importa la funcionalidad de las acciones que va realizando.

Indagación

El proceso de indagación trata de llegar al conocimiento de una cosa discurriendo o por conjeturas y señales. En este tipo de métodos de evaluación de la usabilidad una parte muy significativa del trabajo a realizar consiste en hablar con los usuarios y observarlos detenidamente usando el sistema en trabajo real y obteniendo respuestas a preguntas formuladas verbalmente o por escrito.

Los principales métodos de evaluación por indagación son:

Observación de Campo.

La técnica de evaluación conocida como Observación de Campo tiene como principal objetivo entender cómo los usuarios de los sistemas interactivos realizan sus tareas y más concretamente conocer todas las acciones que éstos realizan durante la realización de las mismas. Con ello se pretende capturar toda la actividad relacionada con la tarea y el contexto de su realización así como entender los diferentes modelos mentales que de las mismas tienen los usuarios.

Para realizar una observación de campo [NIE93] el trabajo que se realiza es visitar el lugar o lugares de trabajo donde se estén realizando las actividades objeto de nuestro estudio en las que encontraremos los usuarios representativos que observaremos.

- Procedimiento

Las visitas de campo deben prepararse previamente (la improvisación induce a la indecisión del evaluador e inseguridad a los usuarios que van a ser observados). Básicamente, esta preparación previa consistirá en:

- Escoger una variedad de usuarios representativos del producto (de diversos lugares de trabajo).
- Utilizar el sitio de observación y el tiempo con eficacia. Nuestras visitas no serán ni muchas ni de mucha duración; por tanto, será vital aprovechar el tiempo al máximo y recoger cuanta más información posible; el análisis de ésta puede realizarse después en nuestra oficina.
- Si pensamos complementar la información a partir de los usuarios es preferible elaborar *a priori* tanto la lista de las preguntas que necesitemos que las personas contesten como la lista de los datos y objetos que pensamos que nos serán útiles.

Una vez en el lugar, el método se compone básicamente de dos partes complementarias:

a) Una parte, la principal, es la *observación*. Observando todo cuanto acontece el lugar de la acción: De qué manera lo hacen, qué objetos utilizan, cómo los utilizan, dónde están ubicados, para qué los utilizan, qué secuencia de acciones siguen, con quién hablan, en qué orden lo hacen, cuál es la finalidad, etc.
b) Y la otra, adicional, consiste en *preguntar o entrevistar a los usuarios* acerca de su trabajo para complementar la información recabada durante la observación.

Al final de una sesión de observación de campo obtendremos una lista de acciones, objetos, personas y en definitiva todo cuanto acontece en el lugar donde se desarrolla la acción que hace o hará referencia al sistema que estamos evaluando.

La fase del ciclo de vida del modelo de proceso más apropiada para realizar este método es, sin duda, durante el Análisis de Requisitos, momento en el que necesitamos conocer el entorno de trabajo, los objetos, las personas, la organización, los métodos, las tareas que se realizan, etc. para poder recoger requisitos necesarios para el diseño del sistema. Y la técnica de análisis más adecuada para su realización es el análisis etnográfico (técnica que se trata en profundidad posteriormente en el apartado dedicado a la fase del análisis de requisitos).

Debe mencionarse que la observación de campo puede resultar obstrusiva e incluso algunos usuarios pueden variar sus hábitos por el hecho de sentirse observados e incluso negarse a ello.

OBSERVACIÓN DE CAMPO

Para realizar el análisis etnográfico se han visitado varias cafeterías, observando las actividades que se llevan a cabo y estudiando a los usuarios representativos del producto, con el principal objetivo de entender como realizan sus tareas, el modelo mental que tienen sobre ellas,...

Como el funcionamiento contextual es similar entre todas ellas, hemos elegido la que nosotros frecuentamos como referencia.

- **Notas de la cafetería que hemos tomado como referencia.**
  - Contamos con un camarero, un cocinero y diversos clientes que entran en la cafetería. (Si tuviéramos varios camareros, lo único que cambiaría es que cada uno atendería una zona de la cafería)
  - Todos los clientes se sientan en las mesas y ninguno es servido en la barra.
  - Al lado de la caja registradora hay un panel con ganchos para colgar la nota de cada mesa mientras el camarero no prepara la cuenta.
  - Los clientes pagan la consumición cuando el camarero acaba de servir la consumición, solo se puede pagar en efectivo, al ser cantidades de dinero relativamente pequeñas no tienen opción de cobrar con tarjetas.
  - El cocinero se encarga de hacer bocadillos y las tapas calientes, el camarero se encarga de la bollería y tapas frías.

El camarero cuando empieza su jornada de trabajo, coge la riñonera y comprueba que esta todo el cambio que le corresponde.

Mientras no entran clientes, hace diversas tareas como por ejemplo

- *llenar cámaras frigoríficas*,
- preparar las tazas del café con cucharilla y azucarillo,
- sacar el polvo, llenar servilleteros o palilleros, ...

(Durante toda la jornada y mientras no tenga clientes que atender el camarero realizara tareas o bien descansara}

El cocinero mientras no tiene pedidos prepara tapas frías y se encarga de todo lo referente a la cocina.

Uno o varios clientes entran en el bar, comprueban que hay alguna mesa libre y se sientan, si no hay sitio optan por irse o bien deciden esperar hasta que quede alguna mesa libre.

Una vez sentados, si el camarero no los ha visto lo llaman.

El camarero, cuando está libre, se acerca a la mesa, les toma nota de lo que quieren tomar y vuelve a la barra a preparar el pedido:

- Si quieren bocadi1los o alguna tapa caliente le da la nota al cocinero para que lo haga, cuando acaba de hacerlo avisa al camarero para que lo recoja.
- El camarero prepara su parte del pedido y lo sirve.

Cuando el camarero va a acabar de servir el pedido, prepara la cuenta y la lleva al mismo tiempo que la consumición, el cliente paga y si el importe no es exacto, el camarero le devuelve el cambio del dinero que lleva en la riñonera.

Los clientes se toman la consumición, hablan, a veces juegan a las cartas,...

Si el cliente o clientes vuelven a pedir alguna cosa, se repiten las mismas acciones.

Cuando los clientes se marchan, el camarero recoge la mesa y la prepara para los siguientes clientes.

- Mientras el camarero espera que le avise el cocinero para servir los bocadillos, puede tomar nota a otros clientes y servirles las bebidas.
- Puede pasar que lleguen clientes que se sienten en una mesa que ya hay gente, el camarero cogerá un nuevo pedido y se repetirá el proceso que hemos descrito.

Cuando acaba la jornada del camarero, cuenta el dinero de la riñonera, deja el mismo cambio que había y comprueba que el resto concuerda con la suma de todos los tickets que el ha servido.

Figura c5_28a: El ejemplo muestra la primera página del documento redactado tras el estudio de campo realizado con motivo del proyecto de la cafetería

- **Fotografías de la distribución de la cafetería:**

El estudio se acompaña con unas fotografías de la cafetería que hemos tomado como referencia. En ellas podemos observar la distribución de las mesas y la diferenciación clara de las dos zonas que la componen. En la fotografía de la entrada vemos que la cafetería tiene grandes ventanas de cristal, a través de las cuales los clientes ya pueden hacer una observación del ambiente en esos momentos desde el exterior.

FOTOGRAFIA 1. Entrada de la cafetería

FOTOGRAFIA 2. Zona 1 de mesas.

FOTOGRAFIA 3. Zona 2 de mesas.

Figura c5_28b: El ejemplo muestra la segunda página del documento redactado tras el estudio de campo realizado con motivo del proyecto de la cafetería

Grupo de Discusión Dirigido (Focus Group).

El *Focus Group* [NIE93] o grupo de discusión dirigido es una técnica de recogida de datos donde se reúnen de 6 a 9 personas (generalmente usuarios y también implicados) para discutir aspectos relacionados con el sistema. En ellos un evaluador experto en usabilidad y/o accesibilidad (dependiendo del objetivo de la evaluación) realiza la función de moderador. Éste preparará previamente la lista de aspectos a discutir y se encargará de recoger la información que necesita de la discusión.

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

- Procedimiento

Los procedimientos generales para dirigir un *Focus Group* son:

- Localizar usuarios representativos (típicamente 6 a 9 por sesión) que quieran participar.
- En ocasiones puede haber uno o varios observadores que no intervienen en el debate y sólo toman anotaciones.
- Preparar una lista de temas a discutir y los objetivos a asumir por los temas propuestos.
- El moderador deberá poner especial énfasis en:
    - Que todos los participantes contribuyen a la discusión.
    - Que no haya un participante que domine la discusión.
    - Controlar la discusión sin inhibir el *flujo libre de ideas y comentarios*.
    - Permitir que la discusión discurra libremente en ciertos momentos pero procurando seguir el esquema planeado.
- Al final el moderador (y el o los observadores) realizarán un informe escrito con los resultados y las conclusiones del debate. Incluirá las opiniones que han prevalecido y los comentarios críticos de la sesión.

Figura c5_29: Las imágenes muestran dos sesiones diferentes en las que una evaluadora experta en usabilidad realiza un *Focus Group* con distintos usuarios durante el desarrollo de un sitio web. Podemos apreciar que el número de usuarios participantes está dentro de lo considerado como óptimo

- Aspectos a considerar.

Al dirigir un *Focus Group* hay una serie de aspectos importantes a tener en cuenta:

- Tener *más de un grupo principal*, puesto que el resultado de una sola sesión puede no ser representativo o incluso que una parte significativa del tiempo de la discusión pudo haberse centrado en aspectos de importancia menor.
- Es preferible que *el moderador* tenga *dotes dinamizadores y comunicativos*. No es tan simple como preparar las preguntas y presentarlas a los usuarios; el moderador necesita facilitar y dirigir la discusión en tiempo real y saber sortear hábilmente todo tipo de imprevistos que puedan surgir.
- Debe dudarse siempre de los *datos* recogidos, porque debido a su naturaleza desestructurada y de flujo libre tienden a tener una *validez cuestionable* y son muy *difíciles de analizar*.

El método se puede aplicar en cualquiera de las fases de ciclo de vida del proceso software, aun así en las que más se ha aplicado (y por tanto de la que se tiene mayor experiencia) es en la fase de lanzamiento.

Entrevistas.

Una entrevista consiste básicamente en una conversación donde uno o varios usuarios reales del sistema que se va a desarrollar o a rediseñar responden a una serie de preguntas relacionadas con el sistema que el entrevistador les va formulando. En este caso, el entrevistador es el evaluador y va tomando nota de las respuestas para obtener las conclusiones finales.

Entrevistar a los usuarios respecto de su experiencia en un sistema interactivo resulta una manera directa y una técnica potente de adquirir información [ALR94]. Las entrevistas pueden ser *estructuradas* o *abiertas* (o desestructuradas), en las primeras el evaluador es más rígido en procurar el buen seguimiento del guión preestablecido, mientras que en las abiertas se da espacio a los contertulios a expresarse con más libertad.

Las cuestiones pueden variar con tal de adaptarlas al contexto. Normalmente, en una entrevista se sigue una aproximación de arriba abajo con el objetivo de seguir un discurso ordenado.

Las entrevistas pueden ser efectivas para una evaluación de alto nivel, particularmente para extraer información sobre las preferencias del usuario, impresiones y actitudes. Puede ayudar a encontrar problemas no previstos en el diseño.

Para que la entrevista sea lo más efectiva posible, ha de ser preparada con antelación, con todo un conjunto de preguntas básicas. El revisor puede adaptar la entrevista al

entrevistado y obtener el máximo beneficio.

Esta técnica puede ser utilizada en cualquier etapa del ciclo de vida del desarrollo del producto software, pues en función de las necesidades del propio desarrollo precisaremos diferente información.

Aun así, este tipo de evaluación suele realizarse una vez el sistema ya ha sido puesto en marcha, siendo en este caso el principal objetivo captar la satisfacción del cliente o usuario con el producto. El principal problema en estos casos es que si no se ha realizado una correcta planificación de la usabilidad del sistema en ese momento surgen una serie de características que de haber surgido anteriormente se hubieran ahorrado muchos problemas [SAL94].

Escola Universitària Politècnica Universitat de Lleida	**Diseño y desarrollo de un sistema aumentativo y alternativo para la comunicación de personas con discapacidad cognitiva**	
Anexo 6.1	**Entrevistas**	
Versión: 2	Ref.: 6 1 Entrevistas.swx	

Entrevista a: El cliente (padre del **hijo**, **usuario principal** de la aplicación) y la hija (una **implicada** muy directa, pues además de ser la hermana del usuario principal está estudiando psicopedagogía motivada por la experiencia personal que le toca vivir)
Día: 9 / 9 / 03 **Hora: de** 19:00 a 21:00
Lugar: Casa del cliente

Guión de la entrevista:

- Presentación del prototipo software para verificar ciertas funcionalidades y resolver algunos escenarios relacionados con el futuro sistema.
- ¿Crees que es fácil crear plafones?
- ¿Y un conjunto de recursos?
- Intenta realizar la tarea "modificar los datos del recurso "Zoo"
- ¿Puedes diferenciar correctamente entre eliminar un recurso y quitar una relación?
- ¿Crees que la búsqueda de imágenes es ágil?

Conclusiones:

Al realizar la tarea "Modificar Recurso" surgen una serie de dudas:
¿Sólo se puede modificar la imagen y el sonido?
¿No se puede modificar el nombre del recurso?
¿Pueden tener color? (un color general y, a ser posible, uno de especifico.

Fueron capaces de diferenciar perfectamente entre ambos casos (eliminación y quitar una relación).
Manifiestan la necesidad de utilizar las imágenes del BOARDMAKER.

Modificaciones que pueden realizarse:
- Modificar el TEXTO del recurso.
- Añadir un código de colores de fondo para los tres tipos de recursos.
- Añadir la posibilidad de personalizar el color de fondo de cada recurso.
- Añadir una herramienta de búsqueda de recursos.

El padre y la hija discutiendo funcionalidades de la aplicación.

Figura c5_30: La figura muestra el documento redactado tras finalizar una de las entrevistas realizadas con motivo del proyecto de comunicación aumentativa y alternativa

Cuestionarios.

Técnicamente, el término cuestionario es una lista de cuestiones o preguntas planteadas sobre algún tema con la finalidad de que alguien las responda.

En el ámbito de la evaluación de sistemas interactivos hablamos de cuestionarios para referimos a listas de preguntas que el avaluador distribuye entre usuarios y/o implicados para que éstos nos las devuelvan respuestas y así poder extraer conclusiones. El cuestionario normalmente se distribuye en formato escrito y las preguntas plantean aspectos relacionados con el sistema o aplicación concreta.

Así pues, la base del cuestionario es la recolección de información a partir de respuestas contestadas por los usuarios y/o los implicados.

Los tipos de preguntas a incluir en un cuestionario son:

a) Pregunta de **carácter general**: Preguntas que ayudan a establecer el *perfil de usuario* y su puesto dentro de la población en estudio. Incluye cuestiones como edad, sexo, ocupación, lugar de residencia, aficiones, estudios, aficiones, etc.
b) Pregunta **abierta**: Preguntas útiles para recoger información general subjetiva. Pueden dar sugerencias interesantes y encontrar errores no previstos.
c) Pregunta de tipo **escalar**: Permite preguntar al usuario sobre un punto específico en una escala numérica.

   Por ejemplo: ¿El diseño de los iconos es comprensible? (Poco) | 1 | 2 | 3| 4 | 5 | (Mucho)

d) **Opción múltiple**: En este caso se ofrecen una serie de opciones y se pide responder a una o varias.

   Ejemplo: ¿Qué tipo de software has utilizado?
   - ☐ Tratamiento de texto
   - ☐ Hoja de cálculo
   - ☐ Bases de datos
   - ☐ Contabilidad

   Son particularmente útiles para recoger información de la experiencia previa del usuario. Un caso especial es cuando se le dan opciones para contestar si o no.

e) **Preguntas ordenadas**: Se presentan una serie de opciones que hay que ordenar.

   Ejemplo: Ordena la utilidad de como ejecutar una acción:
   1 la más útil, 2 la siguiente, etc. 0 si no se utiliza
   - ☐ Por iconos
   - ☐ Selección de menú
   - ☐ Doble clic

- Partes de un cuestionario:

La actividad de la realización de cuestionarios puede estar ligada a la consecución de ciertas tareas que el evaluador ha creído conveniente realizar (actividad combinada de varios métodos de evaluación) para medir aspectos interactivos del sistema. En estos casos es recomendable dividir el cuestionario en tres partes:

- **Pre-tarea**: Las preguntas de esta sección suelen ser generales acerca de ciertas habilidades del usuario (esta parte suele aprovecharse para recoger información útil acerca del perfil del usuario).
- **Post-tarea**: Esta sección se repetirá tantas veces como tareas tenga que resolver el usuario.

Ejemplo: Tras la implementación de uno de los juegos del sitio web de la infancia se pregunta lo siguiente (las respuestas son muy simples debido a la corta edad de muchos de los usuarios):

1.- ¿Has tardado mucho en poder empezar a jugar? ☐ Sí ☐ No
2.- ¿Te ha gustado el juego? ☐ Sí ☐ No
3.- ¿Has leído las instrucciones? ☐ Sí ☐ No
4.- ¿Si las has leído, las has encontrado comprensibles? ☐ Sí ☐ No
5.- ¿Tenías era claro el objetivo que debías realizar? ☐ Sí ☐ No

- **Post-test**: Esta sección recogerá aspectos generales acerca de la percepción gomal del usuario tras la consecución de las diferentes tareas planteadas.

Siguiendo con el ejemplo anterior:

1.- El trabajo con este sitio web te ha resultado…
☐ Muy fácil ☐ Fácil ☐ Normal ☐ Difícil ☐ Muy difícil
2.- Con las opciones del menú, saber lo que me puedo encontrar ha sido…
☐ Muy fácil ☐ Fácil ☐ Normal ☐ Difícil ☐ Muy difícil
3.- ¿Identificas los juegos a los que puedes jugar a tu edad? ☐ Sí ☐ No
4.- ¿Recomendarías el sitio a un amigo? ☐ Sí ☐ No

Reflexión sobre los cuestionarios y las entrevistas: El cuestionario es menos flexible que la entrevista, pero puede llegar a un grupo más numeroso y se puede analizar con más rigor. Se puede utilizar varias veces en el proceso de diseño. A su vez, la entrevista tiene el factor "interactividad" entre el evaluador y el usuario, lo que es una "arma de doble filo": Permite, por una parte, mejorar la comprensión de ciertos aspectos mientras que, por otra, suele acabar con la pérdida de la estructura inicial que el evaluador se había propuesto.

Más adelante, al hablar de las Métricas de Usabilidad (punto 5.6.2.6), veremos una serie de cuestionarios especialmente diseñados para evaluar la usabilidad de los sistemas interactivos.

Grabación del uso (análisis de logs).

La técnica grabación de uso, más conocida como análisis de logs o simplemente *logging*[79], se basa en "grabar" o "recoger" todas las actividades realizadas por el usuario con el sistema para su posterior análisis. Para ello es preciso de una aplicación secundaria que realice automáticamente esta labor que pase, además, totalmente desapercibida por el usuario.

El *logging* implica disponer en el ordenador de una ampliación del sistema que recoja automáticamente estadísticas sobre el uso detallado del sistema. Es útil porque muestra cómo los usuarios realizan su trabajo real y porque es fácil recoger automáticamente datos de una gran cantidad de usuarios que trabajan bajo diversas circunstancias [PAG02].

Típicamente, un registro de la interfaz contendrá estadísticas sobre la frecuencia con la que cada usuario ha utilizado cada característica en el programa y la frecuencia con que los diversos eventos de interés (tales como mensajes de error) han ocurrido. La estadística que muestra la frecuencia del uso de comandos y de otras características del sistema se puede utilizar para optimizar características usadas frecuentemente y para identificar las características que se no utilizan o se utilizan raramente. La estadística que muestra la frecuencia de las diversas situaciones de error y el uso de la ayuda se puede utilizar para mejorar la usabilidad del sistema (reajustando las características que causan la mayor parte de los errores y la mayoría de los accesos a la ayuda en línea).

- Procedimiento.

El registro se realiza generalmente o bien modificando *drivers* del sistema como por ejemplo del ratón, del teclado o de otras partes del sistema que permitan registrar las acciones del usuario, o modificando la aplicación que estamos probando. Este último método suele ser el preferido, ya que hace más fácil registrar acontecimientos de interés. Si los únicos datos disponibles son entrada de información y salida sin procesar, es mucho más difícil analizar los acontecimientos de gran interés para el uso del sistema, tal como situaciones del uso de alguna característica o de error. Si el sistema equipado se ejecuta en una unidad central o en sitios de trabajo con un espacio compartido del fichero, es fácil recoger datos de registro simplemente copiando los ficheros de diario de cada usuario en los intervalos regulares. Si no, puede ser necesario recoger datos de registro a través de correo electrónico automáticamente o pidiendo que los usuarios ejecuten periódicamente un programa que envíe el fichero por correo.

[79] El término *logging* proviene de analizar los ficheros de log (ficheros con extensión log) cuya misión es dejar rastro de todo lo que acontece en el contexto en el que se aplica. Nacieron con la imperiosa necesidad que tenían los implementadores de software de disponer de información acerca de lo que pasaba durante la ejecución de sus aplicaciones para depurarlas en la solución de errores e introducir mejoras, así como de disponer de información que ayudase a los responsables de los equipos de desarrollo y a los directivos para tomar decisiones relacionadas con el sistema.

- Características.

Las principales características que definen este método son:

- Resulta ser un método *muy económico*, puesto que pueden analizarse las acciones de un número de usuarios muy elevado prácticamente con el mismo coste.
- *No se necesita la presencia física de los usuarios* (o si éste es realizado para analizar sitios web no es necesario ni un espacio especial para la tarea).
- *Puede realizarse remotamente*, lo que permite evaluar un gran número de datos de infinidad de usuarios sin desplazarse a su lugar de procedencia.
- Los datos suelen tener un *formato estándar*, lo que facilita la comparación de datos según diferentes criterios (meses, días, semanas, países, etc.).
- Los *resultados* se obtienen *de manera instantánea*. No es necesario esperar a un análisis especial de expertos para entender qué ha pasado, ni se necesitan transcripciones, ver cintas de vídeo, etc.
- Permite tener al *usuario en su entorno* habitual (el *log* se recoge con el usuario en su ordenador sin sentirse observado, ofreciendo datos más reales sobre el uso).
- *Muestras amplias* (normalmente estaremos hablando de miles de usuarios).
- Muestreo de los usuarios a lo largo del tiempo, recogiendo así su *variabilidad*.
- Está especialmente indicado para analizar sitios web: Se detecta fácilmente el verdadero uso del sitio (páginas más vistas, palabras más buscadas, etc.).
- Esta técnica se puede utilizar en las etapas de prueba de versiones avanzadas del sistema, de despliegue o para el rediseño de aplicaciones existentes (caso para el cual es muy indicado).

Puede observarse que esta técnica es muy apropiada para analizar las acciones que los usuarios realizan en los sitios web. El análisis de los archivos de logs que los usuarios anónimamente van dejando en los servidores web permite realizar reajustes al sitio para mejorar, entre otros aspectos, la usabilidad del mismo.

En la siguiente figura podemos ver la información típica que nos proporciona un archivo de *logs* de un servidor web junto a dos figuras correspondientes al análisis de logs del proyecto del sitio web para la infancia de la Paeria de Lleida realizado durante los meses de junio a octubre del año 2002.

196.40.43.218	IP1. o dirección física del visitante
-	Nombre del Usuario
-	Contraseña
[31/May/2002:00:11:52 +0200]	Fecha y hora de visita
GET /faq.php HTTP/1.0"	Archivo solicitado
200	ID de respuesta. Nos permite conocer errores y posibles debilidades dentro de la arquitectura (2xx - éxito, 3xx - redirección, 4xx - error, 5xx - fallo del servidor). Estos errores se pueden producir en una entrada de datos, cuando la información no se ha encontrado pero se está disponible, cuándo la información se ha solicitado pero no está disponible, por errores del sistema o enlaces perdidos
25258	Volumen de transferencia (25258) - número de bytes enviados - que tiene que tenerse presente en el momento de medir el tiempo de permanencia y número de páginas vistas. Cuando más peso tenga que bajar un usuario menos tiempo estará observando el contenido y más reticencia a continuar navegando
"http://www.google.com/search? q=comercio+electronico"	"referrer" que es la página de la cual proviene el navegante
"Mozilla/4.77 [en] (Win98; U)"	El navegador (Mozilla/4.77) y el sistema operativo (Win 98) utilizados para visualizar la página solicitada

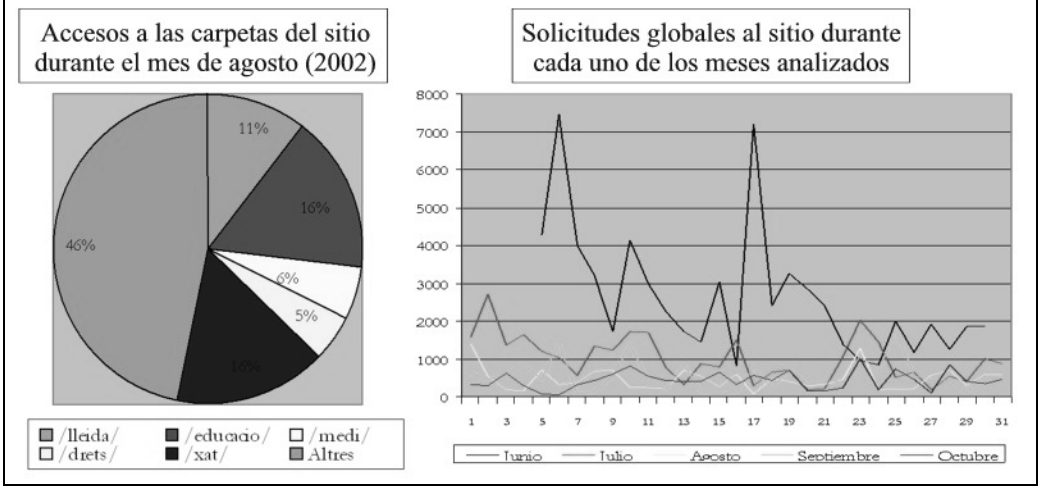


Figura c5_31: En la parte superior de la imagen podemos observar cuál es la información que podemos analizar para cada línea de un archivo de logs de un servidor web. La parte inferior muestra dos gráficas correspondientes al análisis de logs realizado durante los cinco primeros meses de puesta en funcionamiento del sitio web de la infancia de la Paeria de Lleida

Test

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

Los principales métodos de evaluación por test son:

Medida de las Prestaciones.

Este método de evaluación está basado en la toma de medidas acerca del rendimiento u otro tipo de aspecto subjetivo que afecte a la usabilidad del sistema, para lo que será necesario disponer bien sea del sistema ya implementado o de un prototipo que permita evaluar estos aspectos.

- Para ello existen una serie de **características importantes** a tener en cuenta:
  a) No debemos olvidar que el *objetivo primordial es mejorar la usabilidad del producto*; no debe confundirse con un test de funcionalidad, que tiene como objetivo garantizar que el producto funcione de acuerdo con las especificaciones.
  b) Los participantes en el test (que evidentemente serán usuarios reales realizando tareas reales) se analizarán tanto en la *manera como utilizan el producto como midiendo el tiempo que les lleva realizarlo*.
  c) A pesar de que también puede realizarse en el entorno del usuario, este método es muy apropiado realizarlo en un laboratorio de usabilidad.

Un aspecto primordial para la realización del test será la selección de tareas que los usuarios deberán realizar. Los siguientes puntos deberán tenerse presentes a la hora de escoger dichas tareas:

a) **Tareas que demuestren problemas de usabilidad**. El criterio más importante para seleccionar tareas es utilizar aquellas que prueben los problemas potenciales de usabilidad del producto.
b) **Tareas sugeridas por la propia experiencia**. Los desarrolladores siempre tienen algunas ideas respecto de dónde encontrar problemas. Saben qué partes del producto fueron más difíciles de diseñar y cuáles son los problemas que se han de probar.
c) **Tareas derivadas de otros criterios** como, por ejemplo, las tareas que son difíciles de recuperar después de un error.
d) **Tareas que los usuarios harán con el producto**. Se seleccionan tareas habituales en el día a día de los usuarios en orden para optimizar la usabilidad de los aspectos más cotidianos.

- Funcionamiento del método.

Como se ha mencionado anteriormente, trataremos en primer lugar de comprender qué es lo que se puede medir. Para ello podemos recoger:

- *Medidas de rendimiento*. Esto quiere decir contar las acciones y los comportamientos. Este tipo de medidas son cuantitativas, pudiéndose contar personas, número de errores cometidos, cuántas veces repiten el mismo error...

Ejemplos de medidas de rendimiento en test de usabilidad típicos son:
- Tiempo para completar una tarea
  - " consumido en menús de navegación
  - " consumido en ayuda en línea
  - " en buscar información en un manual
  - " invertido en recuperarse de errores
- Número de opciones de menú erróneos
  - " de opciones incorrectas en cajas de diálogo
  - " de selección de iconos incorrectos
  - " de teclas de función mal seleccionadas
  - " de llamadas a la ayuda
  - " de pantallas de ayuda en línea
  - " de veces que se consulta el manual
- Observaciones de frustración
  - " de confusión
  - " de satisfacción

- *Medidas subjetivas.* Esto quiere decir percepciones de las personas, opiniones y juicios. Pueden ser cuantitativas o cualitativas.

  Ejemplos de medidas subjetivas en test de usabilidad típicos:
  - Reflexiones acerca de:
    - la facilidad de uso del producto
      - " de aprender el producto
      - " de hacer una determinada tarea
      - " de instalar el producto
      - " de encontrar información en el manual
      - " de comprender la información
    - utilidad de los ejemplos de ayuda
  - Preferencias o razones de la preferencia:
    - de una versión previa
    - sobre un producto de la competencia
    - de la manera como estamos haciendo las tareas ahora
  - Predicciones de comportamiento:
    - ¿Comprará el producto?
  - Comentarios espontáneos:
    - Estoy totalmente perdido
    - Ha sido fácil
    - No comprendo el mensaje

Pensando en voz alta (thinking aloud).

En este método de evaluación conocido como "*thinking aloud*" descrito por NIELSEN [NIE93] se pide a los usuarios y de forma individual que **expresen en voz alta y libremente** sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto (diseño, funcionalidad…) mientras que interaccionan con el sistema o un prototipo del mismo. Resulta ser un método altamente eficaz para capturar aspectos relacionados con las actividades cognitivas de los usuarios potenciales del sistema evaluado.

- Procedimiento

Se proporciona a los usuarios el prototipo a probar y un conjunto de tareas a realizar.

Se les pide que realicen las tareas y que expliquen en voz alta qué es lo que piensan al respecto mientras están trabajando con la interfaz, describiendo qué es lo que creen que está pasando, por qué toman una u otra acción o qué es lo que están intentando realizar. En definitiva, ¡*cuantas más impresiones mejor*!.

Pensando en voz alta permite a los evaluadores comprender cómo el usuario se aproxima al objetivo con la interfaz propuesta y qué consideraciones tiene en la mente cuando la usa. El usuario puede expresar que la secuencia de etapas que le dicta el producto para realizar el objetivo de su tarea es diferente de la que esperaba.

Aunque el **principal beneficio** del método es una mejor *comprensión del modelo mental del usuario y la interacción con el producto* hay, asimismo, otros beneficios como, por ejemplo, conocer la terminología que el usuario utiliza para expresar una idea o función que debería ir incorporada en el diseño del producto o en su documentación.

Este método tiene como **ventaja más importante** la *simplicidad*; requiere realmente poca experiencia para poderlo llevar a cabo y puede proporcionar ideas muy útiles acerca de los problemas con una interfaz [DIX93, pág. 386].

Otras ventajas importantes del método son:

- Que puede ser utilizado para observar cómo el sistema se utiliza actualmente (complemento para el método de Observación de Campo visto anteriormente).
- Que puede realizarse en todas las fases del ciclo de vida (incluso en las más iniciales) y con cualquier tipo de prototipo.
- Que se trata de un método muy económico.

Y como principales **inconvenientes** tenemos:

- La información proporcionada es subjetiva y selectiva (dependerá de las tareas escogidas).
- El proceso de observación puede alterar la manera en la que los usuarios realizarán sus tareas, pudiendo obtener vistas parciales (*describir lo que uno hace a menudo cambia la forma de hacerlo*).

- Variante del método.

  Una variante del *thinking aloud* es método conocido como **evaluación cooperativa**, que estimula al usuario a verse a sí mismo como un colaborador de la evaluación más que un simple sujeto experimental.

Interacción constructiva.

Este método, conocido también con el nombre de *aprendizaje por codescubrimiento,* es una derivación del pensando en voz alta e implica tener, en vez de uno, a dos usuarios

realizando conjuntamente cada test del sistema [OMA84].

La principal ventaja de este método es que la situación del test es mucho más natural que el pensar en voz alta con usuarios individuales, ya que las personas normalmente verbalizan cuando tratan de resolver un problema conjuntamente y además hacen muchos más comentarios.

Este método tiene la desventaja que los usuarios pueden tener diferentes estrategias de aprendizaje.

Un aspecto a tener en cuenta es que la interacción constructiva requiere el doble de usuarios que el método de pensar en voz alta, aspecto importante a considerar si ello puede tener repercusiones económicas.

Test retrospectivo.

Si se ha realizado una grabación en vídeo de la sesión de test es posible recoger más información haciendo que el usuario revise la grabación [HEW87].

Los comentarios del usuario mientras está revisando el vídeo son más extensos que mientras ha estado trabajando en la tarea de test y, por tanto, es posible que el evaluador pare el vídeo y pregunte al usuario con más detalle sin tener miedo de interferir con el test que esencialmente ha sido completado.

El **aspecto negativo** más evidente es que con cada usuario se tarda como mínimo el doble del tiempo necesario con cualquier otro método.

Método del Conductor.

El método del conductor [MAC92] es algo diferente de estos métodos de test vistos hasta ahora en los que hay una interacción explícita entre el usuario y el evaluador (o conductor). El último trataba de interferir lo menos posible al usuario mientras realizaba el test.

Este caso resulta ser totalmente al contrario en este aspecto: Se conduce al usuario en la dirección correcta mientras se usa el sistema.

Durante el test, el usuario puede preguntar al evaluador cualquier aspecto relacionado con el sistema y éste le responderá.

Este método se centra en el usuario inexperto y el propósito del mismo es descubrir las necesidades de información de los usuarios de tal manera que se proporcione un mejor entrenamiento y documentación al mismo tiempo que un posible rediseño de la interfaz para evitar la necesidad de preguntas.

Ordenación de tarjetas (card sorting).

Este método tiene un enfoque distinto a los presentados anteriormente y a pesar de que, como veremos, suele asociarse con la implementación de la Arquitectura de la Información[80] en el diseño de sitios web, es un método completamente válido para relacionar la información de cualquier medio interactivo.

Al comenzar un nuevo ejercicio de diseño de la información es normal encontrarse con una larga lista de ítems sin relacionar que "hay que incluir" y "no sabemos cómo hacerlo". El reto radica en *organizar esta información de manera que sea útil y comprensible para los usuarios* del sistema.

Aunque es cierto que cuidadas investigaciones sobre el análisis de la información pueden revelar algunas pistas, difícilmente podrá determinarse qué tópicos deben agruparse entre ellos.

> *La dificultad de organizar el contenido procede de la falta de conocimiento sobre cómo usan los usuarios reales este contenido. Y sin este conocimiento cualquier intento de organizar dicha información no deja de ser un puro ejercicio teórico* [ROB01].

La técnica conocida como ordenación de tarjetas, o *card sorting*, es la utilizada para conocer cómo los usuarios visualizan la organización de la información. El diseñador utiliza las aportaciones de los usuarios para decidir cómo deberá estructurarse la información en la interfaz.

Se trata de una técnica *simple* —fácil de entender y de aplicar—, *barata*, *rápida* y que *involucra a los usuarios*, que es especialmente indicada cuando disponemos de una serie de ítems que precisen ser catalogados, así como para decidir la estructura organizativa de cualquier sistema de información.

Esta técnica tiene demostrada utilidad para desarrollar sitios web, para la cual está especialmente recomendada [BEV03].

- Realización:

Los pasos a seguir para implementar una ordenación de tarjetas son los siguientes:

a) *Determinar la lista de tópicos*
   Identificar la lista de los ítems a ordenar. Esta lista no debería ser muy extensa (ha de ser manejable) a la vez que debe ser comprensible para todos los participantes de la sesión. El evaluador no debe poner ningún tipo de indicación que pueda influenciar a los usuarios es su decisión, así como ningún tópico que induzca a la agrupación de términos (ej.: Archivo, edición, FAQs).

[80] La Arquitectura de la Información está explicada en el capítulo 2, concretamente en el punto 2.3.2.

b) *Crear las tarjetas*
Cada tópico deberá escribirse en una tarjeta (papel, cartón) que ocasionalmente puede adjuntar algún tipo de explicación (aunque no es muy recomendable). Deberá, además, proporcionar unas cuantas tarjetas en blanco a los participantes.

c) *Seleccionar a los participantes*
Los participantes preferentemente serán usuarios finales (gerentes y otros implicados no son usuarios finales) de quienes deberemos estar seguros que representan fielmente a grupos de usuarios potenciales del sistema.

d) Proceder con la/s *sesión/es de ordenación*
Cada sesión debe comenzar con una explicación del método y de los objetivos animando a todos los participantes a organizar las tarjetas y etiquetar, en las tarjetas en blanco, los grupos según sus criterios personales.

El organizador de la sesión debe tomar nota de todo aquello que pueda resultar relevante para la evaluación final.

Figura c5_32: Dos instantáneas de sesiones de ordenación de tarjetas correspondientes a la estructuración de los contenidos de web de la infancia (izquierda) y al sitio web del Congreso i2004 (derecha), realizado con la ayuda del programa CardZort [TOR01]

e) *Analizar las agrupaciones*
Una vez han concluido todos, el evaluador deberá analizar todas las agrupaciones en un ejercicio de "análisis democrático" para identificar aquellas agrupaciones más frecuentes para poder decidir la estructura final.

Existen programas informáticos específicos [TOR01] que pueden ayudarnos mucho en esta labor de síntesis.

- Errores a evitar:

La constante aplicación de esta técnica en todos los proyectos relacionados demuestra que el grado de conocimiento que aporta la experiencia práctica está por encima de la teoría de dicho conocimiento, lo que ha dado lugar a una relación de errores típicos

que no se encuentran referenciados en la bibliografía científica. Los errores más frecuentes son:

a) Los resultados de las agrupaciones suelen carecer de la fiabilidad necesaria si la comunicación previa a la realización del test con el usuario no ha sido la apropiada. El evaluador debe expresarles los objetivos claros de la prueba de forma "muy concreta" para que los usuarios sepan "exactamente que se espera de ellos" durante la prueba.
b) Por otra parte, el evaluador suele caer en la falsa tentación de "querer facilitar el trabajo de los usuarios". Con tal objetivo reduce el número total de tarjetas a base de crear tarjetas que en realidad son agrupaciones de unidades de información con entidad propia, lo que confunde al usuario y dificulta el análisis de los resultados esperados.

Comparativa de los Métodos de Evaluación de la Usabilidad

A continuación se presenta un cuadro que resume los métodos de evaluación de la usabilidad presentados con la finalidad de disponer de una perspectiva global que permita ver, entre otras cosas, las principales características de cada uno de ellos en relación a las diferentes clasificaciones mostradas, los momentos del ciclo de vida más adecuados para su aplicación o el reflejo de cada uno de ellos respecto a los parámetros que definen la usabilidad.

El cuadro también indica si los resultados obtenidos son cuantitativos o no lo son, o sea, si al final de la prueba dispondremos de una lista de errores o mejoras detectados o de acciones concretas a realizar, o si contrariamente disponemos de un conjunto de datos que posteriormente deben analizarse.

	Tipo	Fase	Lugar	Usuarios	Automático	Remoto	Usabilidad			Datos cuanti-tativos
							Efect	Efic	Satisf	
Heurística	Inspección	D/I/**L**	L	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Rec. Usab. Plural		AR/D	L	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
Recorrido Cognitivo		AR/D/I	L	No	No	No	Sí	No	No	Sí
Rec. Cog. con usuarios		AR/D/I	L/E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Estándares		D/I/L	L	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Observ. de campo	Indagación	AR	E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
Focus Group		AR/D/I/**L**	L/E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Entrevistas		D/I/L	L/E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
Cuestiona-rios		L	L/E	Sí	Ambos	Sí	No	No	Sí	Sí
Logging		L	L/E	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí
Medida Prestaciones	Test	I/**L**	L/E	Sí	Ambos	No	Sí	Sí	No	Sí
Thinking Aloud		D/I/L	L/E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
Interacción constructiva		D/I/L	L/E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Test Retrospec-tivo		D/I/L	L/E	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Método Conductor		D/I/L	L/E	Sí	No	No	Sí	No	Sí	No
Ordenación Tarjetas		AR/**D**	L/E.	Sí	Ambos	Sí	Sí	Sí	No	Sí

Tabla c5_11: Tabla comparativa de los distintos métodos de evaluación de la usabilidad de los sistemas interactivos

Leyenda de la tabla:
FASE: AR (Análisis de Requisitos), D (Diseño), I (Implementación) y L (Lanzamiento)
Si una fase está en negrita indica que es la fase más adecuada para la aplicación del método
Lugar: L (Laboratorio), E (Entorno)

5.6.2.6. Métricas de Usabilidad

Hasta ahora hemos hablado acerca de la usabilidad de un sistema interactivo en términos más bien conceptuales y cualitativos. Sin embargo, por pura lógica, surge el interés en saber el grado de usabilidad que una aplicación tiene. No es suficiente con decir que una interfaz es usable, bastante usable, poco usable o nada usable, el interés está en disponer de algún tipo de medida que permita darnos valores que reflejen numéricamente el nivel de usabilidad del sistema evaluado.

Por otra parte, entrar en este terreno con un concepto tan difícilmente cuantificable como realmente es la usabilidad es comprometerse con una tarea que no tiene fácil solución. Vamos a presentar en este apartado las iniciativas más exitosas en el campo de las técnicas y las herramientas de medición del atributo usabilidad de los sistemas software.

Cuestionarios

Una de las formas de medir la usabilidad que más éxitos ha recogido es la de realizar estas medidas utilizando cuestionarios especialmente diseñados para tal propósito. La idea es bien simple, se diseña un cuestionario "tipo test" donde es necesario contestar una colección de preguntas que deben responderse entre un rango determinado de respuestas. El principal motivo de realizar estos cuestionarios está en que se consigue recoger respuestas concretas proporcionando datos comprobables mediante, por ejemplo, estudios estadísticos. Este motivo es, a su vez, su gran ventaja práctica.

Los cuestionarios más relevantes en este ámbito son:

- **QUIS** (Questionnaire for User Interface Satisfaction) [QUI70][CHI87][SHN92]:

  Es una técnica de valoración subjetiva. El cuestionario fue desarrollado a finales de los años 80, pero está sujeto a una constante renovación para adaptarlo a los tiempos cambiantes actuales. Actualmente se ha desarrollado la versión 7.0. El cuestionario está enfocado a los aspectos de la interfaz del usuario y consta de 5 secciones, la primera de las cuales valora las reacciones del usuario mientras utiliza el sistema. Las secciones restantes valoran la pantalla, la terminología y el sistema de información, de aprendizaje y las capacidades del sistema.

- **SUMI** (Software Usability Measurement Inventory) [SUMI][BEV95]:

  Más que un simple cuestionario SUMI es un inventario de medidas de usabilidad que forma parte del proyecto global MUSiC[81] [BEV94][KIR92][KIR93]. El espíritu de este cuestionario es valorar la calidad de uso de un sistema o de un prototipo. Este cuestionario está referenciado en estándares de calidad ISO

[81] MUSiC significa Metrics for Usability Standards in Computing y es un proyecto ESPIRIT en el que profesionales de la usabilidad han trabajado conjuntamente con industrias relacionadas. El objetivo principal del proyecto era desarrollar métodos y herramientas para la especificación y la medida de la usabilidad [BEV94].

como el ISO 9241-10 (principios de dialogo) y en el ISO 9126-2 (Métricas externas y características de la calidad del software). Este cuestionario se encuentra disponible, previo pago, en varios lenguajes —español entre ellos.

- **WAMMI** (Web Site Analysis and MeasureMent Inventory) [WAMMI]:

  Este cuestionario surge como extensión de SUMI al intentar orientarlo hacia la medición de la usabilidad en la web. WAMMI es un cuestionario basado en escenarios que trata de descubrir información acerca de lo que piensan los visitantes de los sitios web en cuanto a su calidad de uso. Igual que el anterior, está disponible en varios idiomas y es una herramienta de pago.

- **MUMMS** (Measuring the Usability of Multi-Media Systems) [MUMMS]:

  Otro cuestionario que surge como una extensión de SUMI, concretamente trata de evaluar la usabilidad de los productos multimedia en general y es realizado usuarios finales. Está enfocado en obtener el conocimiento adquirido por los usuarios, lo que es consecuencia lógica de que el cuestionario esté desarrollado un grupo de investigación en Factores Humanos (de la Universidad de Cork, Irlanda).

- Otros cuestionarios:

  Existen otros cuestionarios con propósitos similares que por diversas razones no se han mencionado: ISOMETRICS (*IsoMetrics Usability Inventory*) [GED99] al ser un proyecto que no tiene continuidad actualmente y SMEQ (*Subjective Mental Effort Questionarie*) [ZIG93][SMEQ] a pesar de ser un proyecto relativamente activo tiene una orientación muy distinta[82].

Herramientas

- **PROKUS** (PROgram system zur Kommunikations ergonomischen UnterSuchung rechnerunterstützer Verfahren —Program system to communication ergonomic examination of computer-aided procedures) [ZUL00]:

  PROKUS es un software desarrollado por el Laboratorio del Instituto de Ingeniería Humana e Industrial de la Universidad de Karlsruhe (Alemania) que mide la usabilidad de un sistema basándose en la ergonomía como criterio de calidad principal. Concretamente se basa en el estándar ISO 9241-10, que especifica los principios de diálogo de los terminales visuales en términos ergonómicos.

  A pesar de que no se trata de un cuestionario, una parte importante del método también está basado en un catálogo de preguntas que son rellenadas por el

[82] Sobre SMEQ no indicamos que no sea interesante —que lo es— sino que está diseñado para valorar el esfuerzo mental que un usuario debe realizar durante la ejecución de determinadas tareas.

experto evaluador durante el procedimiento.

Finalmente, los datos medidos pueden ser comparados con la definición de los requisitos del propio sistema o incluso compararlos con los requisitos de otros (sistemas de la competencia por ejemplo).

- **DRUM** (Diagnostic Recorder for Usability Measurement) [BEV94][HAM92]:

  Esta herramienta software realiza el análisis de la usabilidad a partir de grabaciones de vídeo de sesiones de evaluación de la usabilidad. El programa se conecta a una videocámara y permite que el evaluador ligue puntos interesantes de la evaluación con dicha grabación. La gran ventaja de este método está en que al tener marcados los tramos en la propia grabación permite reducir enormemente el tiempo de análisis de sesiones grabadas de usabilidad.

  Esta herramienta fue desarrollada como parte integrante del proyecto MUSiC [BEV94].

Debemos destacar que en nuestras investigaciones, a diferencia del resto de técnicas de prototipado y de evaluación presentadas, no hemos utilizado ninguno de estos métodos de métricas de la usabilidad, ni los cuestionarios ni las herramientas. Principalmente esto es así porque hemos focalizado el interés de la experiencia de desarrollar sistemas interactivos con fines usables en el aspecto procedimental.

Contrariamente, y como posteriormente veremos, un tema relacionado con la medición de la usabilidad constituye una de las principales aportaciones de esta tesis, aunque desde una óptica totalmente distinta.

5.6.2.7. Métodos de Evaluación de la Accesibilidad

En esta sección veremos las herramientas más relevantes en el campo de la validación y de la reparación de los aspectos relacionados con la accesibilidad de los sistemas interactivos, regidos mayoritariamente por las pautas marcadas por la WAI comentadas en el Capítulo 3 y por el estándar ISO/TS 16071 [ISO03].

Tal y como ya se ha mencionado, estas herramientas están totalmente enfocadas a resolver el problema de la accesibilidad en el paradigma web.

Herramientas de validación

Las herramientas de evaluación o de validación permiten realizar un análisis de páginas y sitios web proporcionando un informe o un valor de una escalera prefijada respecto a dicha accesibilidad.

El abanico de herramientas existentes actualmente es grande, algunas son gratuitas y otras no, así como que algunas se ejecutan en línea a través de Internet y otras en modo local.

Estas herramientas de validación se dividen en tres grupos: Generales, centradas y de servicios.

Herramientas de validación generales.

Analizan varios aspectos de la accesibilidad. Las siguientes herramientas son las más representativas de este grupo:

- **Bobby**: Se trata de una de las primeras herramientas de evaluación de accesibilidad web, y está disponible tanto para su ejecución en línea como en local. La versión gratuita *on-line* es capaz de evaluar una página web proporcionando realimentación basada en hipertexto. Bobby desaprobará los sitios que no cumplan unos estándares mínimos, los cuales pueden ser evaluados en función de los estándares WAI o los estándares de la sección 508 [SE508][MUE03] (estándares tecnológicos para la accesibilidad americanos que se encuentran resumidos en el apartado *Estado del arte a nivel internacional* del anexo Accesibilidad).

  La "marca" *Bobby Approved* con que puede etiquetarse un sistema que cumple con el test no es necesariamente sinónimo de accesibilidad total. No obstante, desarrolladores web bien informados pueden hacer uso de Bobby como herramienta de ayuda.

- **Step508**: Es un proyecto piloto desarrollado a partir de una colaboración entre el Departamento de Salud y Servicios Humanos (*Department of Health and Human Services, HHS*) del gobierno de los EEUU, el Centro Nacional para los Medios Accesibles (*the National Center for Accessible Media, NCAM*), y la rama de Tecnologías de la Comunicación del Instituto Nacional del Cáncer (*Communication Technologies Branch of the National Cancer Institute*), que es parte del Instituto Nacional de Salud (*National Institutes of Health, NIH*) —todos ellos de los EEUU.

  Step508, que significa *Simple Tool for Error Prioritization for Section 508 compliance*, es una herramienta software que prioriza los aspectos que deben repararse en un sitio web para asegurarse que cumple con los requisitos de accesibilidad de la sección 508. También proporciona medidas para divulgar el progreso realizado para mejorar la accesibilidad de un determinado sitio web durante cierto tiempo.

- **TAW**: Test de Accesibilidad a la Web, es una herramienta desarrollada mediante un convenio[83] de colaboración suscrito entre el IMSERSO, el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales con el apoyo del CEAPAT, y la entidad Fondo de Formación de Asturias. Está disponible tanto en versión *on-line* como para ser

[83] El mencionado convenio forma parte de la política del IMSERSO relativa al tránsito a una sociedad de la información para todos.

descargada y utilizada localmente, siendo ambas versiones gratuitas y en lengua castellana.

TAW evalúa una página web basándose en las pautas del W3C *Web Content Accessibility Guidelines*, WCAG [WCAG]. Permite analizar, estudiar y validar páginas web con el objetivo de que los programadores y diseñadores de sitios web puedan construir páginas accesibles en beneficio de todos los ciudadanos, incluyendo personas con discapacidad.

El informe presenta una versión de la página original con iconos que indican la prioridad (de las pautas WCAG) de cada problema, proporcionando un enlace con la explicación del problema. Marca también los problemas que requieren una verificación manual.

- **AccessEnable™**: Herramienta de validación y corrección *on-line*. Se trata de un sitio web de evaluación y corrección *on-line* capaz de solucionar automáticamente errores, así como también de fijar interactivamente las exigencias gubernamentales particulares y otros estándares posibles. No se dispone de la versión gratuita de esta herramienta.

- **AccVerify™**: Herramienta que implementa verificación programada y reporta todos los errores "que no cumplen" con los estándares, además de una lista de comprobación para todos aquellos criterios que no pueden ser verificados para programar. Verifica "todo lo que falla" de la versión texto. Diferencia entre la sección 508 y WCAG. Permite toda una variedad de formatos para los informes, a la vez que proporciona un API para que los desarrolladores la incorporen en otros proyectos.

  AccVerify puede funcionar como un producto independiente para Microsoft Windows, o como una extensión para Mercury TestDirector y FrontPage de Microsoft, Office y productos de servidores .NET.

Herramientas de validación centradas.

Las herramientas de validación centradas analizan un número limitado de aspectos genéricos pero que están altamente relacionados con la accesibilidad.

- **W3C CSS Validator**: Valida el código CSS usado en los documentos. Su uso puede realizarse a través de las interfaces del W3C o puede descargarse y ejecutarse mediante un comando java (para lo cual deberemos tener instalada la Máquina Virtual de Java). Dispone de una lista de correo para formular preguntas.

- **W3C HTML Validator Service**: Se trata de un servicio para validar código HTML basándose en las recomendaciones W3C y el propio estándar HTML. El

servicio, así como el código fuente asociado, se encuentra disponible en el sitio web del W3C y en varios *mirrors*.

- **WDG HTML Validator**: Está basado en el mismo motor que el analizador del W3C y puede usarse tanto *on-line* como localmente. Sus mensajes de error son más fáciles de entender al mismo tiempo que abarca una mayor variedad de códigos de caracteres. Tiene, además, la ventaja de poderse mandar un lote de páginas a la vez.

- **Wave**: Herramienta *on-line* que proporciona una realimentación visual a los desarrolladores web insertando iconos informativos en lugares apropiados de la página.

  Por ejemplo, si una imagen carece del atributo "ALT" dispone de un pequeño icono cerca de dicha imagen avisando de ello.

  Entre otras habilidades detecta algunos errores de JavaScript o muestra el orden de lectura de las celdas de una tabla tal y como lo haría un lector para invidentes.

Herramientas de validación de servicios.

Corresponden a esta tipología de herramientas aquellas que se ejecutan durante el funcionamiento de la aplicación (*proxies*, servicios web y monitores). Las más destacadas de este grupo son:

- **AccMonitor™ y AccessibilityWATCH™**: Monitoriza el estado de accesibilidad de un sitio web entero (o un subdirectorio del mismo) siguiendo las prioridades del 1 al 3 del WCAG, así como los requisitos de la sección 508 (ver Bobby un poco más arriba).

  Los resultados de AccessibilityWATCH™ de los tests manuales pueden ser grabados utilizando la interfaz del servicio del "ayudante basado en web". AccMonitor incluye un API que permite a los desarrolladores incorporarlo en otros proyectos o incluso extenderlo.

  La gran ventaja de estas herramientas reside en que proporcionan una manera fácil de detectar aquellos problemas que hacen que la web no sea accesible, y, una vez localizados, sólo quedará corregirlos (ya sea a mano o haciendo uso de las herramientas de reparación que para este propósito se han diseñado).

Herramientas de reparación

Una vez realizada la evaluación del sitio web, si uno desea modificar todos (o parte) de los aspectos que no cumplen con los criterios de accesibilidad, el siguiente paso es

solucionarlos. Para ello disponemos de algunas herramientas de las que vamos a destacar aquellas que realmente sirven para controlar la validez del código y que afectan a la accesibilidad del sistema:

- **A-Prompt**: Se trata de una herramienta independiente desarrollada por la Universidad de Toronto. Los desarrolladores instalan el programa localmente en su ordenador para especificar después el archivo a ser evaluado. El programa por medio de un asistente conduce al usuario y el proceso finaliza actualizando el archivo al cual se le han incorporado los cambios que el desarrollador ha realizado.

- **AccReppair™**: Este software prevé la verificación y la corrección de la política de accesibilidad y de los estándares requeridos por los sitios web. AccRepair sigue las pautas de WCAG con los tres niveles, así como la sección 508, y a través del Administrador del Test de Usabilidad proporciona una prueba de usabilidad.

  El software incluye un editor de bibliotecas de reparación teniendo en cuenta los servicios del equipo y reparaciones de los errores comunes de accesibilidad, y todas las funciones de verificación de AccVerify (referenciado anteriormente). El kit del desarrollador, incluyendo API y código fuente de la muestra, está disponible para posibles extensiones y/o integraciones en otros productos.

5.6.2.8. Documentar la evaluación

El proceso de evaluación es, sin ninguna duda, el punto más crítico de todo el proceso. De cada actividad de evaluación, cualquiera que sea la técnica utilizada, la fase en la que se ha realizado o el prototipo evaluado, se obtiene una colección de datos de naturaleza diversa que deben trasladarse al siguiente ciclo del desarrollo del sistema, de lo contrario de nada serviría haber realizado dicha actividad.

Así que tras cada evaluación debemos ser capaces de gestionar la información obtenida para documentar el progreso realizado durante las diferentes iteraciones al modelo de proceso MPIU+a.

Para ello no hace falta inventar nada nuevo, tan necesario es aplicar el conocimiento como el proceso descrito en el estándar ISO 13407 [ISO99, punto 7.5.7 *Reporting the results*, págs. 11-12 y Anexo B *Example of a structure of a usbility evluation report*, págs. 17-19].

Este punto del estándar remarca como una necesidad que la documentación relacionada con las distintas evaluaciones debe evidenciar:

a) Para aquellos métodos en que sea aplicable, el número adecuado de usuarios y/o implicados y su grado de representatividad en relación al contexto de uso.
b) El número de objetivos centrados en el usuario que se ha evaluado.
c) La conformidad del método así como los datos recogidos tras cada evaluación.
d) El tratamiento de los resultados. Para verificar si se ha realizado apropiadamente.

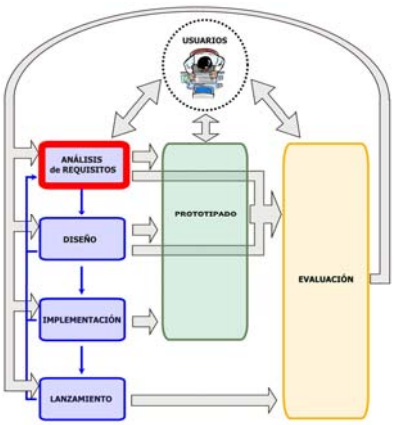
En el mismo estándar se describen tres maneras distintas de documentar la evaluación que pueden resultar más o menos útiles en función de si la evaluación está focalizada a la realimentación en el diseño, a contrastar con estándares específicos o a verificar la consecución de ciertos objetivos centrados en las personas (términos específicamente relacionados con los objetivos de usabilidad de salud o de seguridad):

- La documentación focalizada a la **realimentación en el diseño** deberá:
    - Tener lugar en el momento apropiado durante el proceso de desarrollo (de lo contrario, no será efectiva).
    - Basarse en fuentes de evaluación apropiadas (usuarios, revisiones de diseño…).
    - Proporcionar realimentación para el diseño en forma de decisiones.
    - Indicar dónde se deben aplicar los cambios en el sistema.

- La documentación focalizada a **contrastar con estándares específicos** deberá:
    - Identificar los estándares relevantes e indicar la base de su utilización.
    - Evidenciar que la valoración la ha conducido una persona competente con el estándar relacionado que ha utilizado procedimientos adecuados.
    - Evidenciar que se han probado suficientes partes del sistema como para dar resultados representativos.
    - Referenciar muy claramente cómo se tratan los puntos de disconformidad.
    - Justificar cualquier desviación.

- La documentación focalizada a la **consecución de objetivos centrados en las personas** deberá:
    - Definir el contexto de uso donde se ha realizado la evaluación.
    - Adjuntar información relacionada con los requisitos del usuario y su organización.
    - Describir el producto probado y su estatus (tipo de prototipo…).
    - Describir las medidas realizadas, así como los usuarios y los métodos utilizados.
    - Aportar resultados con datos estadísticos relevantes.
    - Indicar las decisiones de aceptación o de rechazo de acorde con los requisitos.

5.6.3. Análisis de Requisitos



La comunicación con los usuarios es un aspecto prioritario para las empresas que desarrollan sistemas software; aun así confían más en la experiencia acumulada que no en la aplicación de métodos pensados para capturar la experiencia de los usuarios y sus verdaderas necesidades. Sin embargo, cuando se analizan las razones por las cuales no se alcanzan correctamente dichas necesidades de los usuarios las compañías suelen otorgar la culpabilidad a los propios usuarios, argumentando *"que no describieron correctamente sus necesidades, que cambian de pensamiento fácilmente, que tienen diferentes puntos de vista o simplemente que éstos no saben cómo diseñar un producto interactivo"*. Lo que nunca piensan es que si hubieran aplicado correctamente las técnicas del análisis de requisitos centradas en los usuarios se habrían ahorrado estos problemas —y los usuarios estarían satisfechos— [LIU03].

Como vemos, el concepto que en última instancia establece la calidad de un sistema software viene determinado a partir de la concordancia entre los requisitos fijados y la consecución de los mismos.

Los requisitos de un sistema interactivo hasta hace poco únicamente hacían referencia a la componente funcional dejando otras connotaciones fuera del alcance del sistema. Afortunadamente, hoy en día los aspectos relacionados con los usuarios y con el uso que éstos realizan de los sistemas acaparan mayor grado de interés.

Esta fase del modelo de proceso se fundamenta en la Ingeniería de los Requisitos especificada en el Capítulo 2 y en el modelo de calidad definido en el estándar ISO/IEC 9126-1 [ISO01], que describe la calidad de los requisitos del sistema en las etapas iniciales del ciclo de vida refiriéndose principalmente a la vista externa y a la vista del usuario más que en referencia a la calidad interna o funcional, que es a la que únicamente hacen referencia los desarrolladores.

Este modelo de calidad hace especial énfasis en la consecución de la necesaria y suficiente calidad para ser capaces de encontrar las verdaderas necesidades de los usuarios como objetivo prioritario. Tarea que no resulta nada fácil puesto que **las necesidades que los usuarios exteriorizan habitualmente difieren de sus necesidades reales**. Los usuarios, por ejemplo, no son siempre conscientes de sus verdaderas necesidades las cuales, además, evolucionan con el uso del sistema.

5.6.3.1. Análisis

El punto de vista que de la fase del Análisis de Requisitos realiza la Ingeniería del

Software (IS) "clásica" establece los servicios que el sistema debe proporcionar y las restricciones bajo las cuales debe operar. Se especifican las condiciones que determinan *qué* debe hacer el sistema y *cómo* debe hacerlo, o sea requisitos:

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

Por otra parte, los modelos de Ingeniería de los Requisitos añaden nuevos factores a tener en cuenta que, de realizarse, garantizarán el desarrollo de un sistema con un grado mucho tanto desde el punto de vista funcional como de su usabilidad y de su accesibilidad.

> *Aun así, las aproximaciones al desarrollo de software "centradas en el usuario" reconocen que es imposible especificar todos los requisitos por adelantado* [BRO95].

Los clientes no pueden apreciar sus necesidades reales hasta que no pueden ver e interactuar con las opciones de que disponen (*muchos requisitos son descubiertos una vez los usuarios interactúan con el "runnig prototype*[84]*"* [BRO95]); o incluso más, no aprecian las nuevas tecnologías hasta que no las prueban, simplemente porque las desconocen. No se sabe lo que se ha desarrollado hasta que no se ha realizado el primer "*wrong system*[85]*"* [ROS02a].

De las afirmaciones anteriores se deduce que será imposible determinar todos estos objetivos en una primera fase o visita con el cliente. Deberá ser el propio *Equipo de Desarrollo quien, haciendo uso de las técnicas de prototipaje y evaluación referenciadas por el modelo de proceso junto con las actividades de protección de la Gestión de la Configuración, GC,* (explicada en el apartado 2.2.4.1)*, sea capaz de definir toda esta información lo más detallada y efectivamente posible.*

¡Aun así, los cambios son inevitables!, por lo que tenemos la obligación de reducir su número y disminuir al máximo el impacto de los mismos.

El modelo de proceso, MPIu+a, utiliza parte de la GC de la IS a la que le aplica un cambio decisivo para conseguir el deseado diseño centrado en el Usuario: *En la IS el Diseño de las Interfaces se aborda después de haber especificado el diseño de los datos, el arquitectónico y el de los módulos, mientras que en el MP el Diseño de las Interfaces pasa a primer término y el resto viene condicionado, si procede, a la Interfaz.*

---

[84] El *Running Prototype* o Prototipo Ejecutable es un prototipo que proporciona un nivel de interacción tal que permite al usuario ejecutar una serie de tareas (que en función del objetivo de la evaluación serán unas u otras). Como es de suponer, suele asociarse un *running prototype* con un prototipo software.

[85] La primera versión de un sistema siempre es mala. Si ésta ya es una versión un poco avanzada del sistema desearemos no tirarla (el caso más habitual), y arrastraremos sus defectos durante toda su vida útil. A esta primera versión se le conoce como *wrong system* o simplemente sistema malo (defectuoso, para tirar).

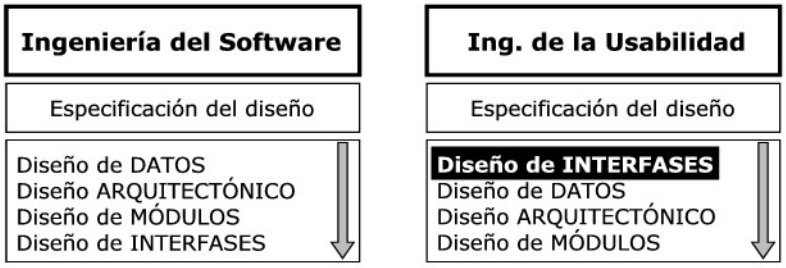


Figura c5_33: El enfoque del Diseño de las Interfaces de Usuarios desde el punto de vista de la Ingeniería del Software y de la Ingeniería de la Usabilidad es parecido pero distinto

Este **cambio**, aunque parece menor e insignificante, es **altamente determinante**, pues ello *conlleva a una total reorientación en la forma de trabajar con muchas connotaciones colaterales*. Vincular el diseño de la estructura interna del sistema al diseño de su interfaz introduce, por ejemplo, cambios en la estructura de las Bases de Datos debidos a una especificación impuesta por un requisito de la interfaz.

5.6.3.2. La Recogida de Requisitos en el modelo de proceso

En la fase de Análisis de Requisitos del modelo propuesto se estudia el dominio del problema interactuando constantemente con clientes y usuarios para detectar información sobre sus verdaderas necesidades.

El contacto o interacción con los usuarios se realiza preferentemente en el contexto donde éstos trabajan habitualmente, siguiendo los principios del diseño contextual (punto 3.5.3) y las bases de la ingeniería de los requisitos (punto 2.4).

No podemos olvidar que el usuario es el centro del diseño con el objetivo de que la interfaz resultante sea capaz de adaptarse al modelo mental de sus usuarios y no al del programador/diseñador que lo ha realizado.

Así, las actividades que esta fase del MPIu+a contempla para una captura de requisitos desde esta óptica son las que siguen a continuación.

Análisis etnográfico

> *Las personas a menudo encuentran difícil describir "lo que hacen", es natural de ellos mismos. Muchas veces la mejor manera de entenderlo es observarlos en su trabajo, o sea, haciendo un trabajo etnográfico* [KOT97].

La etnografía es un término derivado de la antropología que puede considerarse también como un método de trabajo de ésta; se traduce etimológicamente como *el estudio de las etnias* y significa *el análisis del modo de vida de una raza o grupo de individuos*, mediante la observación y descripción de lo que la gente hace, cómo se comportan y

cómo interactúan entre sí, para describir sus creencias, valores, motivaciones, perspectivas y cómo éstos pueden variar en diferentes momentos y circunstancias; podríamos decir que describe las múltiples formas de vida de los seres humanos.

Realizar un análisis etnográfico implica utilizar lo que se conoce como "método etnográfico", mediante el cual se realiza una investigación por medio de la observación contextual. Para "hacer etnografía" es necesario adentrarse en el grupo, aprender su lenguaje, sus costumbres, haciendo una observación participativa [SPR97]. En definitiva, uno debe introducirse en el grupo o cultura a estudiar hasta el punto en que se llegue a confundir al etnógrafo como un miembro mismo de la comunidad. Nunca existirá la integración total, no obstante, sí que puede conseguirse el nivel suficiente de asimilación para que la presencia sea transparente; no se trata de hacer una fotografía con los detalles externos, hay que ir más atrás y analizar los puntos de vista de los sujetos y las condiciones histórico-sociales en las que se dan.

Y ¿qué conseguimos con un análisis etnográfico en el contexto del desarrollo de software?. La respuesta a esta pregunta es que realizar *este tipo de estudios permite hacer adecuadas interpretaciones de los sucesos, acciones, individuos y roles* para tener en cuenta sus significados y transmitirlos en la interfaz. En definitiva, constituye una técnica adecuada y altamente recomendable para realizar la actividad de Observación de Campo vista al relacionar los métodos de evaluación y *se erige como la principal fuente que alimenta el resto de actividades de esta fase del modelo de proceso* que a continuación veremos.

La siguiente lista de ítems resume las líneas base de la etnografía (*ethnography guidelines*) aplicadas al desarrollo de sistemas interactivos [KOT97]:

- Asumir que las personas realizan correctamente su trabajo y muy a menudo tratan de hacerlo de forma que difiera de la estándar.
- Disponer y pasar tiempo suficiente en conocer a las personas e intentar establecer una buena relación con ellos.
- Guardar notas detalladas de todas las actividades de su trabajo. Analizarlas y sacar conclusiones con ellos mismos.
- Combinar la simple observación con entrevistas abiertas.
- Organizar sesiones regulares de resumen donde el etnógrafo habla con los usuarios fuera del proceso.
- Combinar la etnografía con otras técnicas de adquisición ("elicitation").
- Realizar un estudio etnográfico ayudará de forma altamente determinante a algunas de las otras fases del Análisis de Requisitos, puesto que por ejemplo podremos:
    - Describir el contexto, el lugar de trabajo y cómo las personas realizan sus tareas.
    - Detallar y relacionar los objetos que dichas personas utilizan (directa o indirectamente).
    - Aumentar la información relativa a la organización de las tareas y a su consecución. La experiencia del día a día de los trabajadores

> aporta gran información debido a que cada uno ve una misma tarea de diferente manera.

Un aspecto importante a considerar del análisis u observación etnográfica es el hecho que hay ciertas actividades de la actividad humana que o son de difícil captura o simplemente no pueden capturarse: De las actividades que se repiten frecuentemente podremos esperar capturar sus aspectos principales, mientras que para aquellas "actividades infrecuentes" la observación directa sólo podrá recoger si ésta sucede durante el proceso de observación [DIX03].

Concretamente, con la aplicación de estudios etnográficos como técnica de análisis de requisitos durante el desarrollo de sistemas interactivos seremos capaces de:

a) **Describir el contexto**, el lugar de trabajo y cómo las personas realizan sus tareas.
b) **Detallar y entender las relaciones entre las personas y los objetos** que dichas personas, directa o indirectamente, utilizan (en el ámbito antropológico esta relación entre personas y objetos es conocida como "antropología del arte").
c) **Aumentar la información relativa a la organización de las tareas y a su consecución**. La experiencia del día-a-día de los trabajadores aporta gran información debido a que cada uno ve una misma tarea de diferente manera.
d) Aumentar cualitativa y cuantitativamente las conclusiones obtenidas en una **observación de campo**.

El **principal problema** de utilizar esta técnica es que, si se quiere hacer bien, el proceso de aprendizaje es muy lento; *la principal herramienta de la investigación es uno mismo* y conseguir que esta "herramienta" sea percibida como natural en un contexto "extraño" no se asimila de forma inmediata.

Relacionando el análisis etnográfico con el diseño contextual podemos indicar que, según nuestra opinión, éste último (aunque no la menciona explícitamente) utiliza la etnografía como punto central de la base metodológica; concretamente el punto de partida del diseño contextual es la indagación contextual o *Contextual Inquiry* [BEY98], que no deja de ser una aplicación de la propia etnografía.

Análisis de implicados (stakeholders)

> *Una consulta adecuada, a tiempo y efectiva a los implicados relevantes es de vital importancia en el proceso de desarrollo de la ingeniería de los requisitos* [SHA99].

Veamos primero una serie de definiciones para entender que se entiende por el término implicado y cuál es su relevancia en el contexto del desarrollo de sistemas interactivos:

- Un implicado en una organización es (por definición) cualquier grupo o individuo que puede afectar o puede ser afectado por la consecución de los objetivos de la organización [FRE84].
- Los implicados son esos participantes (en el proceso de desarrollo) junto a cualquier otro individuo, grupo u organización cuyas acciones pueden influenciar o ser influenciados por el desarrollo y uso del sistema, ya sea directa o indirectamente [POU99].
- Los implicados son personas u organizaciones que serán afectadas por el sistema y que tienen influencia directa o indirecta en los requisitos del sistema [KOT97].
- El implicado es cualquier persona cuyo trabajo será alterado por el sistema, aquél que proporciona u obtiene información de él o incluso aquél cuyo poder o influencia dentro de la organización variará con su puesta en funcionamiento [DIX93].

- Clasificación de los implicados.

Existen varias propuestas para clasificar los implicados de un sistema interactivo, siendo la más simple la que se basa en dividirlos entre aquellos que utilizaran el sistema directa o indirectamente [NEW95]:

- Directamente:
    - Ingenieros de software responsables del desarrollo.
    - Usuarios finales.
    - Etc.
- Indirectamente:
    - Directores de los usuarios que son responsables del trabajo de éstos y los que están relacionados con el desarrollo del sistema.
    - Socios y/o proveedores tecnológicos.
    - Etc.

Hasta propuestas tan detalladas como la propuesta en [MAC94], que identifica cuatro categorías de implicados:

- Los responsables del diseño y el desarrollo.
- Los que tienen un interés financiero o económico (responsables de la venta o compra).
- Los responsables de su implantación y mantenimiento.
- Los que tienen interés acerca de su uso (los usuarios).

Y aunque existen otras clasificaciones —que no vamos a mostrar— el aspecto que en todas ellas queda perfectamente definido es que **el usuario final** del sistema **es un implicado más; *un implicado directo y muy especial***. De ahí que en nuestro modelo, como a continuación veremos, se trate el análisis de las características del usuario de forma separada del resto de los implicados.

- Identificación de los implicados.

Los implicados normalmente, aunque no siempre, se identifican por sus roles más que a nivel individual y son tan importantes los que están principalmente interesados en el problema a resolver (usuarios finales, etc.) como los interesados en la solución (diseñadores del sistema, etc.).

Su identificación no es una tarea obvia, más bien todo lo contrario (aunque cierta literatura de los sistemas de información así lo cree), y con este objetivo existen varias aproximaciones metodológicas.

Seguramente por esta falsa creencia durante mucho tiempo las propuestas de la Ingeniería de los requisitos olvidaron este aspecto. Por poner un ejemplo, en el Método de la Ingeniería de Requisitos KAOS [LAM91] no menciona nada acerca de la identificación de los implicados, los asume de forma "natural".

En todo proyecto existe un grupo de implicados *"elementales"*, obvios, cuya identificación resulta muy fácil, pero *deberemos realizar un esfuerzo especial para la identificación de los que no son tan elementales*.

El objetivo es encontrar todos los implicados, incluso aquellos que pueden influir negativamente en el proyecto.

Una de las propuestas metodológicas que explica cómo identificar los implicados en un sistema interactivo es la que proponen tres autores del *Center for HCI Design* y *Computer Science Department* (UK) [SHA99], que a partir de una particular clasificación de las diferentes categorías de implicados centralizados en una línea base —*baseline*— proponen explorar la "red de implicados" a partir de dicha línea base.

La particular clasificación identifica los siguientes implicados en la línea base usuarios, desarrolladores, legisladores y los que toman decisiones. Para su identificación proponen cuatro puntos clave: (i) utilizar técnicas participatorias como la Observación de Campo o el Prototipado Contextual, puesto que no es lo mismo intentar identificar dichos usuarios en el lugar donde la acción se realiza que fuera de ella; (ii) estar muy atentos, los implicados pueden ser internos al equipo, internos a la organización o externos a cualquiera de ellos; (iii) considerar el ciclo completo de las actividades de negocio (pueden aparecer implicados "por sorpresa" que aparecen en momentos que no habíamos previsto), y (iv) considerar el ciclo de vida completo del desarrollo y no hacerlo sólo en la fase inicial.

- Reunión con implicados

Una vez identificados los implicados, debe procederse a obtener toda la influencia relativa al proyecto que éstos pueden aportar al mismo. Una de las formas más habituales de obtener esta información es la realización basándose en la planificación de una serie de reuniones de implicados (*Stakeholders Meetings*).

Niegel BEVAN propone el siguiente método para realizar una "reunión de implicados" [BEV00b]:

Planificar una reunión de un solo día, invitando a los implicados que tienen conocimiento sobre las intenciones de los usuarios y de su uso, incluyendo:
- Responsable del negocio (business manager).
- Responsable del proyecto (project manager).
- Usuario/s representativo/s.
- Responsables de marketing.
- Desarrollador/es.
- Responsables de la formación.
- Responsables del mantenimiento.

El miembro del equipo de desarrollo encargado de esta reunión preparará una lista con todas las cuestiones a ser tratadas durante la reunión.
Las principales recomendaciones para preparar esta reunión son:
- Antes de la reunión:
  - Identificar puntos clave que necesitamos explorar.
  - Proporcionar la agenda y el listado con los puntos a tratar a todos los participantes.
- Durante la reunión:
  - Una vez discutidos los puntos clave deberemos intentar obtener un consenso en aquellos puntos donde haya habido incertidumbre o disconformidad.
  - Si se ha echado en falta información, deberá acordarse cómo se obtendrá.
  - Realizar una discusión sobre temas "menores".
- Después de la reunión:
  - Obtener toda la información que faltaba.
  - Si la información no es fácil de obtener, organizar un estudio de campo para observar a los usuarios en su ambiente de trabajo. Por ejemplo, en un sistema educativo investigar cómo se realizan la enseñanza, el aprendizaje y las actividades de soporte actualmente.

Proporcionar a todos los participantes un resumen con las conclusiones de la reunión.

- **Objetivo de la reunión**

  Durante la preparación de la reunión y mientras dura ésta no podemos olvidar el verdadero objetivo para el cual realizamos dicha reunión, que no es otro que recoger y acordar información sobre:

  - ¿Por qué se desarrolla el sistema?, ¿cuáles son los objetivos a cumplir?, ¿cómo se medirá el éxito del mismo?.
  - ¿Quiénes serán los usuarios del sistema y cuales son sus objetivos?, ¿Cuáles de ellos usarán el sistema?, ¿cuál es su nivel de experiencia?.
  - ¿Cuáles son las restricciones tecnológicas y del entorno?.
  - ¿Qué funcionalidades serán claves para satisfacer a los usuarios?.
  - ¿Cómo se usará el sistema?, ¿cuál es el flujo de trabajo global?, ¿cuáles son los escenarios típicos de cómo y por qué los usuarios interactúan con el sistema?.
  - ¿Cuáles son los principales objetivos de usabilidad?.
  - ¿Cuán importante es la facilidad de uso y de aprendizaje?.
  - ¿Cuánto tiempo debe suponerles a los usuarios completar determinadas tareas del sistema?.
  - ¿Es importante minimizar el número de errores?.
  - ¿Qué estilo de Interfaz Gráfico debe seguirse?.
  - ¿Cómo recibirán asistencia los usuarios?.

- ¿Existen algunos conceptos iniciales a tener en cuenta en el diseño?.
- ¿Hay competencia? (algún otro sistema que realice lo mismo).

- **Beneficios de la reunión**
  Los beneficios directos posteriores a dicha reunión son:

  - Asegurar que se han identificado todos los factores relativos al uso del sistema antes de empezar con el diseño del mismo.
  - Juntar todas las personas relevantes al desarrollo para crear una visión común.
  - Proporcionar las bases para las posteriores pruebas de usabilidad.

- **Recomendaciones:**
  - Si es posible, deberá realizarse esta reunión antes de que los requisitos funcionales hayan finalizado, aunque *la reunión es importante incluso si el diseño centrado en el usuario se ha introducido tarde en el proceso de desarrollo* (este caso, como ya se ha visto con anterioridad, el impacto en el proyecto será mayor cuanto más tarde se produzca este hecho).
  - *Todos los implicados deben asistir a la primera reunión*. Posteriores reuniones suelen ser sólo con los directamente relacionados con detalles concretos.
  - *Si no fuera posible realizar la reunión* con los implicados la información puede recogerse mediante *entrevistas* a los implicados identificados. En este caso, el principal inconveniente es que no tendremos ninguna oportunidad de establecer un consenso entre todos ellos.

La identificación de implicados ha sido un factor verdaderamente fundamental en varios de los proyectos realizados. Por poner un ejemplo, en el caso del proyecto de la recepción si no se hubiesen identificado los implicados precisos y no se les hubiese incluido en varias de las sesiones de evaluación el proyecto habría fracasado totalmente. En la siguiente tabla podemos ver los implicados identificados y su importante en el sistema:

Implicado	Papel en el sistema
Director comercial	• Dispone de toda la flota de agentes comerciales que con sus visitas a clientes y obras realizadas serán una de las principales fuentes de donde el sistema nutrirá la base de datos multimedia. • Conoce a todos los clientes, sus preferencias y en muchas ocasiones cuando visitarán la empresa.
Agentes comerciales	• Son una fuente de datos para el sistema • Deben tener un buen conocimiento de qué información está disponible en el sistema para hacer el mejor uso de ella.
Gerente	• En definitiva, es quien ha decidido la filosofía del sistema, por tanto, debe seguir su manera de pensar para que refleje sus necesidades.
Instalador del sistema audio-visual	• La instalación precisa de equipamiento adicional como la propia pantalla o el proyector, y si hubiésemos obviado al socio tecnológico hubiese resultado imposible casar la tecnología con el sistema.

Tabla c5_12: Implicados del sistema de la recepción y su "implicación" con el sistema

Clasificar a los usuarios

Repetidamente hemos destacado la capacidad de simplificar la interacción de los usuarios[86] con el sistema como el objetivo principal de la metodología propuesta. Por tanto, para desarrollar dicha capacidad deberemos conocer muy bien a nuestros usuarios y las características que les identifican para ser capaces de trasladar dichas características al sistema y proporcionarle interfaces suficientemente usables y accesibles, y adaptadas a sus modelos mentales.

Para ello, los clasificaremos de dos formas distintas que son, a su vez, complementarias. La primera, el perfil de usuario, responde a criterios de tipos de usuarios en cuanto a sus capacidades y habilidades dando lugar a los perfiles de usuarios que agrupan poblaciones de usuarios con características similares. Mientras que la segunda clasificación, los roles, está orientada a las funcionalidades del sistema.

Perfil de Usuario

El diseño de la interacción de los sistemas interactivos tiene dos importantes leyes de importante valor: (1) *debemos conocer a nuestros usuarios*, y (2) *nosotros no somos nuestros usuarios* [RET94]. Estas leyes nos inducen a la necesidad de realizar un esfuerzo en conocer quienes serán nuestros usuarios y cuáles serán sus características y objetivos.

Seguir el diseño de un sistema interactivo centrado en el usuario impone poner mucho énfasis en este apartado del proyecto y poder identificar las *peculiaridades, intereses, necesidades y expectaciones* de los usuarios primarios (aquellos que usan el sistema frecuentemente) y los secundarios (los que lo usan ocasionalmente).

Algún autor [EAS87] incluso distingue un tercer grupo de usuarios, terciarios, que corresponde a aquellos que se ven afectados por la introducción del sistema o que influenciarán en su compra. Desde nuestro punto de vista, esta clasificación corresponde a los implicados, pues aunque pueden influir en algún aspecto del diseño del sistema no lo van a manipular y, por consiguiente, no pueden ser catalogados como usuarios del sistema.

El **objetivo** principal de esta fase del análisis de requisitos es obtener una clasificación de los distintos tipos de usuarios y una descripción de las características más relevantes de la población potencial que usará la interfaz de usuario que vamos a diseñar. Con la **finalidad** de eliminar la separación entre lo que los usuarios conocen y lo que necesitan conocer.

Deberán destacarse aspectos muy diversos como por ejemplo el grado de conocimiento/uso de equipos/programas informáticos que tienen, la experiencia profesional, el nivel de estudios, la experiencia en el puesto o tipo de trabajo, el entorno social, etc.

[86] En el Capítulo 3 hemos visto quién es considerado usuario de un sistema interactivo (punto 3.1).

Esto nos servirá para poder tomar decisiones a la hora de diseñar la interfaz de usuario y también para identificar las categorías de usuarios.

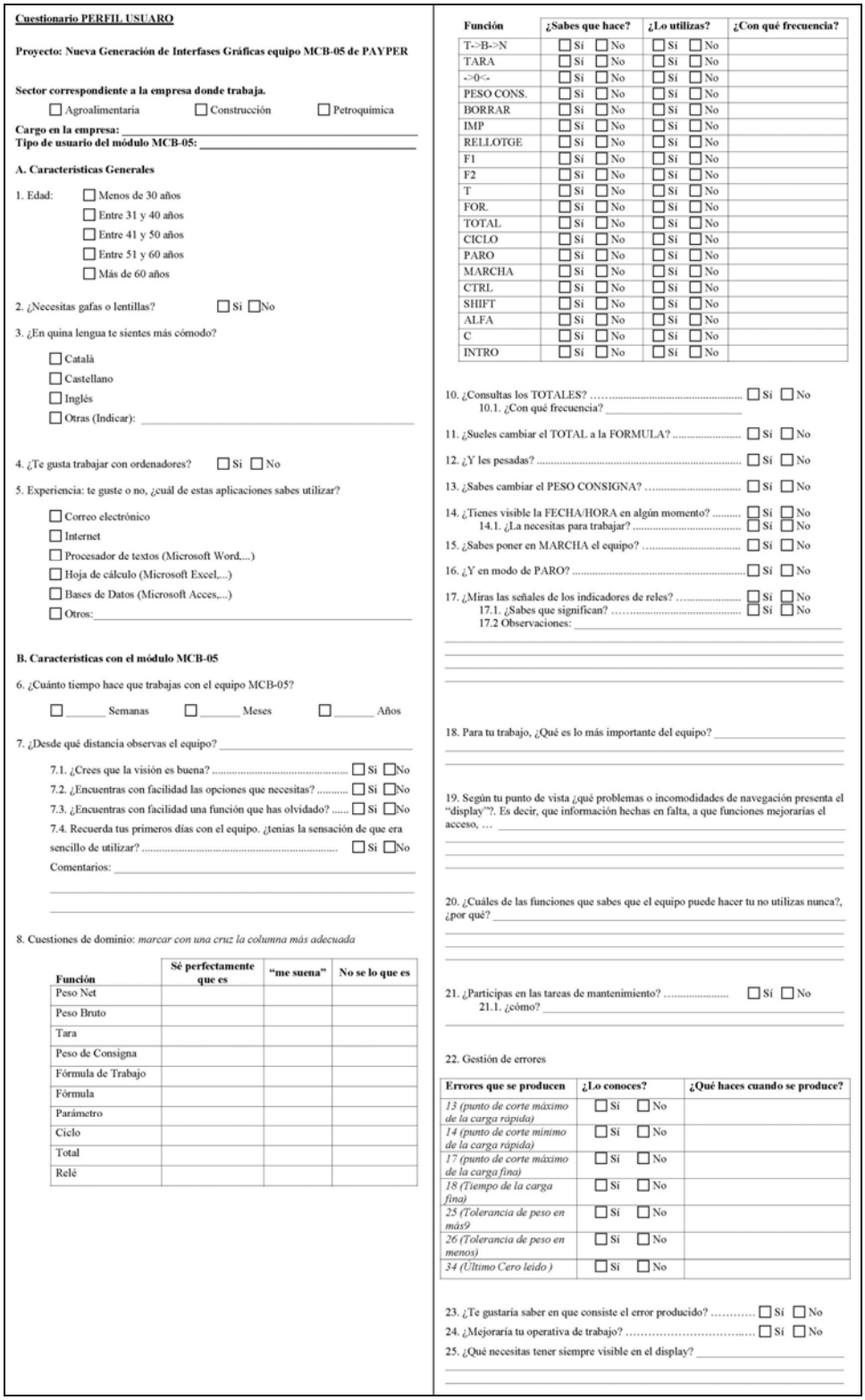
- Identificar los perfiles de los usuarios.

Existen varios métodos para obtener el perfil de los usuarios, siendo los cuestionarios y las entrevistas los más utilizados y con más que probada utilidad para esta finalidad. Una vez analizados los resultados, permiten identificar patrones de usuarios (características y necesidades similares) para reflejarlo en el sistema final.

En la aplicación de estas técnicas a los casos reales mencionados se han desarrollado muchos cuestionarios diferentes con el objetivo de poder seccionar la población de usuarios y clasificarlos de manera que obtengamos los diferentes perfiles. La técnica que nos ha proporcionado más éxito ha sido, sin duda, trabajar a partir de una encuesta base (diseñada a partir de la propuesta por D. MAYHEW en [MAY99]) que para que tenga la realimentación esperada debe adaptarse a cada caso particular para matizar aquellos detalles que sólo tienen sentido en cada proyecto específico.

Los criterios fundamentales para agrupar los usuarios en diferentes perfiles difieren en función del proyecto. Concretamente, por poner un ejemplo, en el caso del sitio web de la infancia se seccionó la población con el criterio principal de la edad puesto que en edades cortas este factor determina enormemente el nivel cognitivo de los usuarios y, por consiguiente, el modelo mental de cada uno de ellos. En el ejemplo mencionado se concretaron los siguientes tres perfiles de usuarios [PER03]: Educación infantil (de 3 a 6 años), educación primaria ciclo inicial (de 7 a 10 años) y educación primaria ciclo superior (de más de 10 años).

En otro proyecto, el de las interfaces del módulo MCB-05 se utilizó un cuestionario del que podemos ver una parte en la figura c5_34 para poder realizar una correcta clasificación de los usuarios potenciales del equipo.



Cuestionario PERFIL USUARO

Proyecto: Nueva Generación de Interfases Gráficas equipo MCB-05 de PAYPER

Sector correspondiente a la empresa donde trabaja.

☐ Agroalimentaria ☐ Construcción ☐ Petroquímica

Cargo en la empresa: _____
Tipo de usuario del módulo MCB-05: _____

A. Características Generales

1. Edad: ☐ Menos de 30 años
☐ Entre 31 y 40 años
☐ Entre 41 y 50 años
☐ Entre 51 y 60 años
☐ Más de 60 años

2. ¿Necesitas gafas o lentillas? ☐ Si ☐ No

3. ¿En quina lengua te sientes más cómodo?

☐ Català
☐ Castellano
☐ Inglés
☐ Otras (Indicar): _____

4. ¿Te gusta trabajar con ordenadores? ☐ Si ☐ No

5. Experiencia: te guste o no, ¿cuál de estas aplicaciones sabes utilizar?

☐ Correo electrónico
☐ Internet
☐ Procesador de textos (Microsoft Word,...)
☐ Hoja de cálculo (Microsoft Excel,...)
☐ Bases de Datos (Microsoft Acces,...)
☐ Otros: _____

B. Características con el módulo MCB-05

6. ¿Cuánto tiempo hace que trabajas con el equipo MCB-05?

☐ _____ Semanas ☐ _____ Meses ☐ _____ Años

7. ¿Desde qué distancia observas el equipo? _____

7.1. ¿Crees que la visión es buena? ..... ☐ Si ☐ No
7.2. ¿Encuentras con facilidad las opciones que necesitas? ..... ☐ Si ☐ No
7.3. ¿Encuentras con facilidad una función que has olvidado? ..... ☐ Si ☐ No
7.4. Recuerda tus primeros días con el equipo. ¿tenias la sensación de que era sencillo de utilizar? ..... ☐ Si ☐ No
Comentarios: _____

8. Cuestiones de dominio: *marcar con una cruz la columna más adecuada*

Función	Sé perfectamente que es	"me suena"	No se lo que es
Peso Net			
Peso Bruto			
Tara			
Peso de Consigna			
Fórmula de Trabajo			
Fórmula			
Parámetro			
Ciclo			
Total			
Relé			

Función	¿Sabes que hace?	¿Lo utilizas?	¿Con qué frecuencia?
T->B->N	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
TARA	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
->0<-	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
PESO CONS.	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
BORRAR	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
IMP	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
RELLOTGE	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
F1	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
F2	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
T	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
FOR.	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
TOTAL	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
CICLO	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
PARO	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
MARCHA	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
CTRL	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
SHIFT	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
ALFA	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
C	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	
INTRO	☐ Si ☐ No	☐ Si ☐ No	

10. ¿Consultas los TOTALES? ..... ☐ Si ☐ No
10.1. ¿Con qué frecuencia? _____

11. ¿Sueles cambiar el TOTAL a la FORMULA? ..... ☐ Si ☐ No

12. ¿Y les pesadas? ..... ☐ Si ☐ No

13. ¿Sabes cambiar el PESO CONSIGNA? ..... ☐ Si ☐ No

14. ¿Tienes visible la FECHA/HORA en algún momento? ..... ☐ Si ☐ No
14.1. ¿La necesitas para trabajar? ..... ☐ Si ☐ No

15. ¿Sabes poner en MARCHA el equipo? ..... ☐ Si ☐ No

16. ¿Y en modo de PARO? ..... ☐ Si ☐ No

17. ¿Miras las señales de los indicadores de reles? ..... ☐ Si ☐ No
17.1. ¿Sabes que significan? ..... ☐ Si ☐ No
17.2 Observaciones: _____

18. Para tu trabajo, ¿Qué es lo más importante del equipo? _____

19. Según tu punto de vista ¿qué problemas o incomodidades de navegación presenta el "display"?. Es decir, que información hechas en falta, a que funciones mejorarías el acceso, … _____

20. ¿Cuáles de las funciones que sabes que el equipo puede hacer tu no utilizas nunca?, ¿por qué? _____

21. ¿Participas en las tareas de mantenimiento? ..... ☐ Si ☐ No
21.1. ¿cómo? _____

22. Gestión de errores

Errores que se producen	¿Lo conoces?	¿Qué haces cuando se produce?
13 (punto de corte máximo de la carga rápida)	☐ Si ☐ No	
14 (punto de corte mínimo de la carga rápida)	☐ Si ☐ No	
17 (punto de corte máximo de la carga fina)	☐ Si ☐ No	
18 (Tiempo de la carga fina)	☐ Si ☐ No	
25 (Tolerancia de peso en más9	☐ Si ☐ No	
26 (Tolerancia de peso en menos)	☐ Si ☐ No	
34 (Último Cero leído)	☐ Si ☐ No	

23. ¿Te gustaría saber en que consiste el error producido? ..... ☐ Si ☐ No
24. ¿Mejoraría tu operativa de trabajo? ..... ☐ Si ☐ No
25. ¿Qué necesitas tener siempre visible en el display? _____

Figura c5_34: Parte del cuestionario utilizado para recoger información de usuarios del equipo y definir con ello los diferentes perfiles de usuario del proyecto Payper

Roles.

Los roles[87] indican clases de usuarios que tienen asignados ciertos subconjuntos de tareas, ya sea por elección propia o como resultado de la organización en la que se encuentran [VEE96]. Por definición, los roles son genéricos para el mundo de las tareas. Vemos, por tanto, que el concepto de rol está estrechamente ligado a las tareas.

Los actores o usuarios pueden tener representaciones internas (mentales) de sus propios roles o bien pueden tenerlas representados externamente mediante comportamientos simbólicos, instrumentos u objetos identificativos.

Es habitual identificar roles mediante, por ejemplo, un uniforme o insignias de identificación: El rol "bombero" puede identificarse claramente por la vestimenta que éste lleva puesta mientras desarrolla este determinado rol; llevar una insignia de un equipo de fútbol o un determinado partido político identifica también un determinado rol de la persona que lo lleva puesto (el de aficionado de dicho equipo o el simpatizante o afiliado al partido político).

A su vez, más de un usuario puede estar involucrado en un mismo rol y un mismo usuario puede tener varios roles al mismo tiempo. Es más, los roles pueden realizarse temporalmente, ser negociados entre los actores y ser aceptados o rechazados.

El bombero sólo asume el rol asociado mientras está de servicio, o sea, mientras lleva puesto el uniforme que le identifica como tal.

Existe además el concepto de "organización", que hace referencia a la relación existente entre actores y roles en un determinado contexto, describiendo la estructura jerárquica y de delegación de responsabilidades entre roles, así como el papel de los actores en los diferentes roles.

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

Relación entre los perfiles de usuario y los roles.

Existe una estrecha relación entre los perfiles de usuarios y los roles que éstos desenvuelven. La relación entre ambas clasificaciones es del tipo *n..m*, o sea, que uno o más perfiles de usuarios puede estar asociado a uno o más roles y viceversa.

[87] En términos de Ingeniería del Software, debido principalmente a la adopción de la notación UML, se utiliza con el mismo significado la denominación actor en lugar de rol: a*ctor es el rol que tiene un usuario con el sistema.*

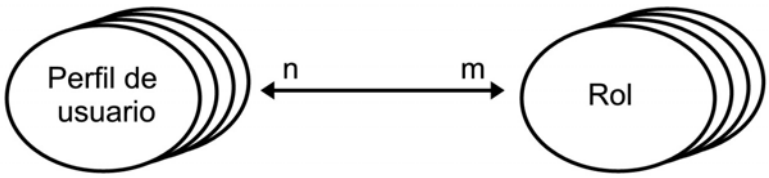


Figura c5_35: Un perfil de usuario puede realizar varios roles y un rol puede ser materializado por varios perfiles de usuarios

Si pensamos en un determinado actor como la persona física que encarna un usuario en concreto éste puede encasillarse en un determinado perfil de usuario y a su vez en correspondencia a dicho perfil tiene asociadas una serie de funcionalidades o roles. Evidentemente, también puede darse el caso que este mismo actor puede desempeñar más de un perfil de usuario.

En el ejemplo del sitio web del congreso i2004 se han determinado los siguientes perfiles de usuarios y roles:

Perfiles de usuario	Roles
• Estudiante universitario. • Profesor. • Profesional de la industria. • Doctorando. • Investigador.	• Ponente. • Asistente al congreso. • Asistente a tutorial. • Participante del seminario de doctorado. • Presidente. • Comité de organización. • Comité de programa. • Profesor de tutorial. • Conferenciante invitado.

Tabla c5_13: Perfiles de usuario y roles identificados en el proyecto del sitio web del congreso i2004

Viendo la tabla anterior es fácilmente observable que un determinado perfil de usuario puede desempeñar varios roles y viceversa, un determinado rol puede asociarse a más de un perfil de usuario. Por ejemplo, un "profesor", como perfil, puede desempeñar cualquiera de los roles identificados (un determinado profesor podría incluso tener participación en todos los roles). A su vez el rol "comité de organización" está compuesto por más de un perfil de usuario, "profesores", "estudiantes universitarios" y "doctorandos".

Vemos, por tanto, que la correcta clasificación tanto de los diferentes perfiles de usuario como de la determinación del o los roles asociados está estrechamente ligada a las tareas que el sistema software debe ser capaz de ejecutar. Así, si somos capaces de resolver este entramado acertadamente, la disposición de las funcionalidades estará adaptada al modelo mental de los distintos perfiles de usuarios y favoreceremos la usabilidad del sistema.

Análisis contextual de tareas

Los sistemas interactivos no existen ni trabajan aisladamente, sino que se encuentran inmersos en una determinada instancia o situación de servicio [GUL03]. Cuando un equipo desarrolla un determinado software este dará respuesta a una serie de actividades estrechamente ligadas a las actividades del trabajo, a la organización del mismo, a sus costumbres y sus particulares maneras de realizar determinadas tareas; aspectos que definen el contexto de uso de dicho sistema.

La actividad del análisis contextual de las tareas trata de realizar un estudio de las tareas actuales de los usuarios, cómo las realizan, qué patrones de trabajo utilizan —si utilizan alguno— dentro del contexto en el que se desarrollan dichas tareas y, con ello, llegar a **especificar** y **entender** los objetivos de los usuarios.

No se trata aquí de realizar el análisis de las tareas sino de *determinar*, a partir del análisis etnográfico previamente realizado, *todas las tareas que el sistema es capaz de realizar actualmente relacionadas en el contexto específico* en el cual se desarrollan, entendiendo como sistema el conjunto de personas, objetos, métodos y herramientas que actualmente intervienen durante la realización de las tareas.

El contexto del sitio web del centro excursionista CEL es totalmente distinto del portal de música electrónica (culturanocturna) a pesar de que ambos son lugares de encuentro de grupos de personas con unos intereses comunes, unos los tienen por el excursionismo y la naturaleza y los otros por la música electrónica y el mundo noctámbulo. En cada uno de estos proyectos se ha realizado un estudio y la posterior documentación del contexto que envuelve a los respectivos usuarios cuando acceden a la web. Entender este contexto influye por ejemplo en aspectos como organizar la información o incluso en los colores a utilizar.

Otro aspecto destacable de contextualizar las tareas realizadas tanto por usuarios como por implicados (en condición de actores que intervienen en el sistema interactuando con él) es que ello permite comprender la **estructura organizativa** en la que se encuentran, lo que ayuda a cohesionar las tareas que el sistema debe realizar con el contexto de su realización.

Finalmente, otro aspecto a considerar cuando analizamos el contexto es el **entorno** del mismo, que influye en el trabajo que los actores llevan a cabo condicionando la manera de llevarlo término. Así pues, este factor también condiciona e influye a la hora de realizar el diseño de un sistema, pues aunque el resultado final de una misma tarea sea el mismo, los pasos necesarios para su consecución pueden ser completamente distintos.

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

El proyecto del entorno de recepción ubicuo tendría resultados completamente distintos en otro entorno diferente a la sede central. Incluso no sería igual si la misma empresa decidiese instalar un sistema igual en una delegación situada en otra zona geográfica.

Objetos

Consideraremos como objeto (o artefacto) cada cosa, por innecesaria que parezca, que directa o indirectamente intervenga en el proceso de interacción entre la persona y el sistema interactivo.

Creemos importante destacar que, como podrá verse a continuación, el concepto de objeto que aquí se describe dista enormemente del concepto de objeto que un ingeniero software dispone.

Los **objetos** pueden ser cosas **físicas** (un bolígrafo, una tarjeta de crédito, la puerta de entrada para acceder al cajero automático, etc.) o **conceptuales** (mensajes, gestos, *passwords*, firmas, etc.).

El uso de objetos o artefactos constituye una valiosa fuente de información para el análisis del sistema. Permite el afloramiento de asunciones de la interacción que aun siendo relevantes para el desarrollo del sistema podrían pasar por alto y emerger en el momento más inoportuno del desarrollo.

El contenido y el significado de los objetos o su disposición en el entorno *codifica el estado de los mismos y disparan acciones* subyacentes a dicha codificación: Un papel en un sitio determinado de la mesa puede significar "archívame", mientras que en otro lugar de la oficina como por ejemplo en una bandeja junto con otros documentos puede significar "en curso" o incluso en la misma bandeja con un post-it saliendo puede significar "para ser revisado" [DIX03].

Lo más significativo de estas actividades es que no están recogidas en el protocolo oficial del funcionamiento del sistema pero modifican su estado de manera tan natural que seguramente tendrán implicaciones en su diseño.

La siguiente figura muestra dos objetos, correspondientes al proyecto de culturanocturna, conocidos como *flyers* en el argot de las personas relacionadas con este "mundo". Los *flyers* son pequeñas hojas dotadas de información sobre la programación de un evento, con contenidos repletos de interés sobre las actuaciones y con un diseño llamativo e inusual.

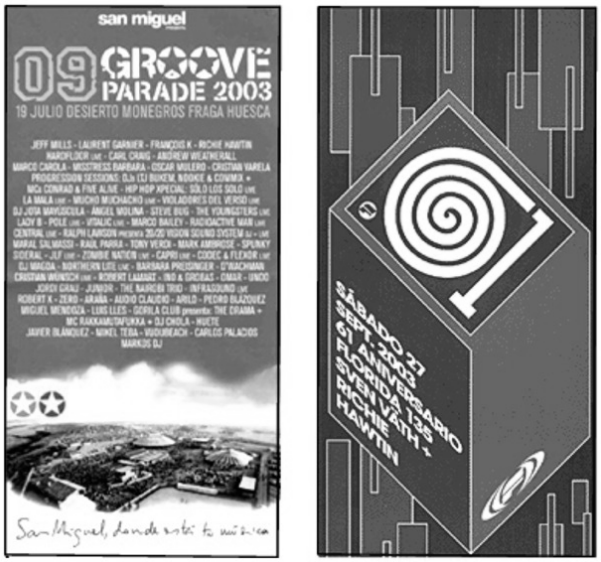


Figura c5_36: *Flyers*: Ejemplo de dos *flyers* con los que un club relacionado con el ambiente de la web informa a sus clientes de su programación

Estos *flyers* son objetos del tipo físico. Relacionados con el mismo proyecto tenemos objetos de tipo conceptual como por ejemplo: *Techno* para referirse indistintamente a la multiplicidad de estilos musicales electrónicos; *clubbers* para referirse a todo aquel relacionado con la temática (la relaciones públicas, el gerente del club, el discjockey, etc.).

Plataforma (posibilidades/restricciones)

Este punto va directamente relacionado con la plataforma tecnológica escogida para albergar el sistema. En función de cuya elección se estudiarán y documentarán el conjunto de posibilidades que dicha plataforma nos ofrece, así como las restricciones tecnológicas que nos impone.

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

La empresa de prefabricados de los casos de la recepción y de los comerciales decidió hace varios años apostar por la tecnología software de Microsoft y por el hardware de IBM, por tanto, la tecnología a utilizar en ambos proyectos era bien clara y definida, condicionando desde el inicio muchos aspectos relacionados. En cambio, en el proyecto de culturanocturna no estaba claro y se hizo un estudio para conocer los sistemas operativos más utilizados, los navegadores (del cual corresponde la siguiente figura c5_37), las resoluciones de pantalla y las velocidades de conexión para decidir con qué tecnología se desarrollaría el proyecto.

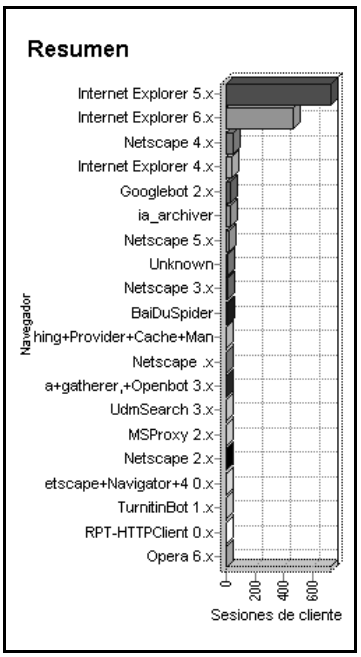


Figura c5_37: La variación entre los navegadores (*browsers*) es extraordinariamente difícil de llevar al día, si bien la inmensa mayoría usan Internet Explorer (versión 5.0 y posterior) y no se puede descuidar al porcentaje que utiliza Netscape Navigator o similares, las variaciones entre versiones de estos navegadores exige una evaluación prolongada

Objetivos

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

A la hora de recoger los objetivos de una aplicación tendremos en cuenta tanto los requisitos **funcionales** como los **no funcionales** (tiempos de respuesta, utilización de un determinado lenguaje de programación, etc.), e incluso los objetivos marcados en cuanto a la usabilidad y/o accesibilidad del sistema.

Observación: Todos estos objetivos no podrán ser determinados en una primera fase o visita con el cliente. Deberá ser el desarrollador quien, ayudándose de técnicas como el prototipaje y la evaluación que el modelo de proceso proporciona junto con la aplicación de las actividades de protección, sea capaz de definir toda esta información lo más detallada posible.

Una vez definidos tanto los **objetivos de usabilidad y/o de accesibilidad concretos para cada aplicación** deberemos contrastarlos con los objetivos funcionales principalmente para analizar si alguno de los objetivos aquí definidos entra en contradicción con dichos objetivos funcionales. Si se da el caso, por cierto muy frecuente, se procederá a "negociar" la solución a adoptar para resolver el conflicto.

Objetivos funcionales.

La lista de objetivos funcionales es, en principio, la más fácil de recoger. No porque sea un tema obvio de conseguir, sino porque es el caso más habitual de cualquier aplicación interactiva: Normalmente las aplicaciones sólo responden a criterios de las funcionalidades que tienen que poder realizar.

Es evidente que si las aplicaciones no son capaces de realizar dichas funcionalidades de nada servirá el resto. Por más usable y accesible que sea un determinado sistema de nada servirá si no realiza las tareas que se le han encomendado. *Aunque si esto sucede realmente la aplicación no puede ser usable puesto que ya vimos que en la definición de usabilidad está el que los usuarios puedan conseguir objetivos específicos, o sea los objetivos funcionales de dicho sistema.*

La definición de los objetivos funcionales se basará en un listado de dichas funcionalidades donde cada una de ellas contará con las especificaciones necesarias que permitan al equipo desarrollador implementar los procesos necesarios para que el sistema pueda ofrecer los resultados esperados a sus usuarios.

Objetivos de usabilidad.

No reincidiremos en este apartado acerca de los beneficios y la necesidad que aporta la usabilidad a un sistema interactivo.

Tan sólo, y a modo de recapitulación, recordar que la usabilidad es vista generalmente para asegurar que los productos interactivos sean fáciles de aprender, efectivos y agradables para sus usuarios. Todo ello conlleva optimizar las interacciones que las personas llevan a cabo con sus productos interactivos para poder conseguir realizar sus actividades en el trabajo, la escuela, y, en definitiva, en su vida cotidiana.

Para entenderlo claramente, veamos cómo se definieron los objetivos de la usabilidad para el sitio web de culturanocturna:

- Facilidad de aprendizaje:
  - Nuestros usuarios serán capaces de usar la web la primera vez sin ningún tipo de aprendizaje.
  - La interfaz ha de ser simple, fácil de aprender y utilizar, con funcionalidades accesibles y bien definidas.
- Consistencia:
  - Primaremos el uso de convenciones de diseño siempre que sea posible. Los usuarios se verán presionados a recordar cualquier truco especial de interacción de una visita a otra, dada la cantidad de tiempo que dedicarán a visitar otros sitios web. Para entonces, los usuarios habrán acumulado un modelo mental genérico de la forma en la que deben funcionar las páginas web, en base a sus experiencias en los demás sitios.
  - Utilizaremos y crearemos guías de estilo, que permitirán alcanzar la consistencia del *look & feel* del sitio.
  - En el texto, evitaremos los fondos oscuros y los colores llamativos. También evitaremos subrayar las palabras, porque un usuario las podría confundir con hipervínculos.

    - Subrayaremos los vínculos y usaremos el azul como el color para los vínculos no visitados. Si los vínculos son azules, los usuarios sabrán qué hacer. Excepto en las barras de navegación que utilicen un diseño que deje más que claro dónde puede hacer clic el usuario.
- Flexibilidad:
    - Evitaremos requerir escritura cuando un botón de selección o un enlace lo pueden hacer.
    - Evitaremos requerir que el usuario tenga que cambiar constantemente entre hacer clic y escribir.
- Robustez:
    - Evitaremos el uso de marcos (*frames*). Ciertos navegadores no soportan esta característica. Esta característica también prima la accesibilidad de los lectores de pantalla.
    - No confiaremos en relaciones espaciales para hacer el texto sensible. Por ejemplo, no referirse a la columna de la izquierda o al botón de abajo.
    - Minimizaremos en lo posible el uso de DHTML o Java. Elementos como los *rollovers* o *popups* no estándares son difíciles de interpretar para los programas lectores de pantalla.
- Recuperabilidad:
    - Hay que contemplar los errores del usuario. Debe haber una retroalimentación apropiada del sistema.
    - Crearemos páginas de error útiles y que permitan al usuario saber dónde está.
- Tiempo de respuesta:
    - El tiempo máximo de descarga ha de ser de 10 segundos a la velocidad de conexión media de los usuarios.
- Disminución de la carga cognitiva:
    - El usuario debería alcanzar cualquier página en el menor número posible de clics de ratón, a ser posible menos de 3.
    - Aunque no importa el número de veces que hay que hacer clic en algo si la opción es mecánica e inequívoca.
- Estética:
    - Es preciso proporcionar un entorno agradable que contribuya al entendimiento por parte del usuario de la información presentada.
    - En una escala del 1 (muy agradable) al 7 (nada estético), los usuarios valorarán el sitio al menos con un 4.

Un aspecto importante a considerar, tal como se ha mencionado antes, es que suele darse el caso de que algún objetivo funcional entra en conflicto con otro de usabilidad. Esta situación se resuelve, por ejemplo, con un preciso análisis de pros y contras en una reunión con los implicados en esta situación.

Objetivos de accesibilidad.

Por todos los motivos que sobradamente se han mencionado, la accesibilidad de cualquier sistema debe constituir un objetivo primordial que no puede descuidarse ni dejarse de la mano de la improvisación.

Igual que en el caso de la definición de los objetivos de usabilidad en este apartado no vamos a enumerar ninguna lista de objetivos a definir, pues se trata de un tema

particular de cada aplicación. El aspecto realmente importante es definir los objetivos de manera clara y precisa acorde con las discapacidades que pretendamos cubrir, para lo cual nos basaremos en los estándares y en las normativas vigentes.

De todas formas, en esta definición de objetivos, debemos ser conscientes de que nunca seremos capaces de ofrecer total funcionalidad para todos los tipos de discapacidades, como tampoco podremos solucionar todos los problemas relativos a una misma tipología. Por tanto, *seamos ambiciosos pero no nos marquemos objetivos imposibles*.

Otro aspecto a considerar son los equipos actuales y la tecnología relacionada. Sabemos que estos equipos y esta tecnología no disponen de capacidad suficiente para poder satisfacer todas las necesidades. No obstante, el avance en este campo está realizando progresos espectacularmente esperanzadores.

En los casos reales realizados encontramos muchos y variados ejemplos de objetivos de accesibilidad. Por ejemplo, en aquellos proyectos relacionados con el paradigma web algunos **parámetros frecuentes** que se han tenido presentes para proporcionar accesibilidad a la aplicación son:

- La inclusión de texto ALT en las imágenes es la más antigua y sencilla de las directrices para hacer los sitios web accesibles a los usuarios discapacitados, por lo que incluiremos texto ALT en todas las imágenes.
- Evitaremos usar color para hacer distinciones significativas entre los objetos a causa de la discapacidad visual del color.
- Elegiremos combinaciones de color de modo que la lectura no sea difícil y evitaremos al mínimo el uso de colores rojos y verdes para ayudar a los usuarios daltónicos (el 8% de los hombres y 0,5% de las mujeres de Europa y Norteamérica tienen estos problemas visuales).
- Usaremos alto contraste y fuentes altamente legibles para ayudar a los que tienen menos capacidad visual.
- Permitiremos al usuario controlar fuentes y el tamaño de las fuentes para una lectura optimizada, utilizando tamaños relativos.
- Ofreceremos contenido alternativo si las funciones de los scripts, applets y plugins no son accesibles.

Otra forma de aportar accesibilidad es la que se definió en el **proyecto del entorno de recepción**, donde dado el nivel cognitivo de la usuaria principal del sistema se dotó al sistema de una interfaz multimodal mediante una pantalla táctil y un módulo de reconocimiento de voz que refuerza el acceso a los diferentes recursos de la aplicación.

Y para el proyecto de **comunicación aumentativa y alternativa**, los objetivos relacionados con la accesibilidad, por la característica de persona discapacitada del usuario principal, son más evidentes. Concretamente el cliente, padre del usuario, además de proporcionar un sistema con el cual comunicarse con el resto de las personas desea que ello sirva de herramienta para el proceso de aprendizaje y de escolarización del hijo, lo que añade características específicas al sistema.
Encontramos además aspectos relacionados con la ergonomía del artefacto sobre el cual se ejecuta la aplicación sin los cuales, por más que el sistema funcione perfectamente, sería imposible de utilizar:

- El niño debe llevar consigo el equipo para utilizarlo en cualquier situación que se encuentre, para lo que debemos tener presentes características de peso y tamaño (el niño sólo tiene once años), de autonomía (deberá tener, por ejemplo, un cargador de baterías y una batería de repuesto en lugares frecuentados como por ejemplo el centro educativo al que acude diariamente.
- El dispositivo interactivo (apuntador) deber ser el propio dedo, con lo que evitaremos molestias y pérdidas, aspecto que condiciona muy directamente detalles como el tamaño de los iconos y

la separación entre ellos (la discapacidad del niño le impide una correcta coordinación de movimientos).

- Lleida, la ciudad de residencia del niño, es un lugar de grandes contrastes climatológicos: El invierno suele ser muy húmedo, con nieblas persistentes, mientras que el verano es extremadamente caluroso y seco. Estos factores deben tenerse presentes a la hora de escoger el equipo, que deberá ser totalmente estanco para impedir la penetración de la humedad que pueda favorecer la aparición de fallos técnicos a la vez que la pantalla debe tener características que permitan su visualización incluso en condiciones de gran intensidad lumínica (todos conocemos los problemas que los reflejos luminosos provocan en las pantallas de los ordenadores y de los televisores).

Reflexión

Aplicar todas las técnicas previamente mencionadas para analizar y detallar los requisitos de un sistema interactivo ayuda favorablemente tanto al aspecto funcional del sistema como al aspecto de su uso: su usabilidad y su accesibilidad.

No obstante, y como resultado de aplicar sistemáticamente las actividades detalladas en los apartados anteriores durante el desarrollo de los casos reales referenciados, queremos destacar la aportación de la técnica del análisis etnográfico en el proceso global de la captación y definición de los requisitos del sistema a desarrollar.

Utilizar esta técnica, no muy bien vista desde la óptica de la Ingeniería del Software[88], facilita el afloramiento de una cantidad de datos y detalles mucho más precisos que los obtenidos por las técnicas habituales basadas principalmente en reuniones entre desarrolladores y/o analistas y el cliente o sus representantes.

Recomendamos, pues, su puesta en práctica sistemáticamente desde la fase más inicial del proceso. Los resultados que se obtienen influyen directamente en el detalle de actividades como la definición de los perfiles y los roles de los usuarios, facilitan la afloración de objetos determinantes para el proceso de interacción, la definición de los objetivos y, sobre todo, constituyen la única forma creíble para realizar un correcto análisis contextual de las tareas.

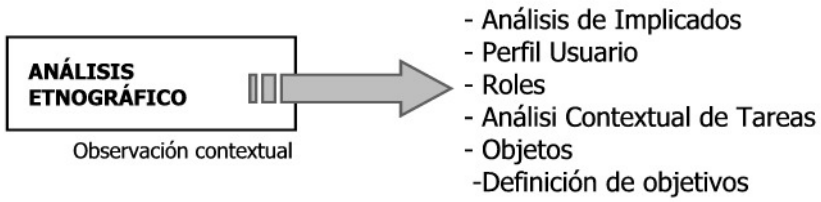
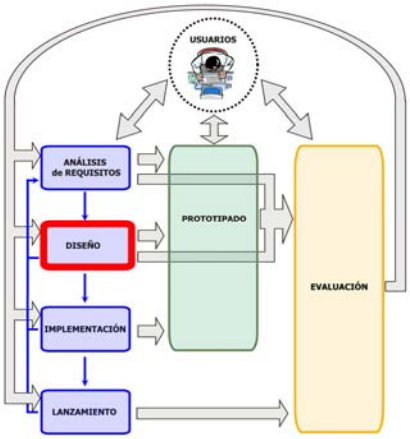


Figura c5_38: Los resultados de la actividad del Análisis Etnográfico influyen directamente en casi todas las demás actividades del Análisis de Requisitos

[88] Los modelos de la Ingeniería de la Usabilidad sí que, en mayor o menor grado, promocionan el uso de los métodos etnográficos, siendo incluso para alguno de ellos como, por ejemplo, el DUTCH Model (ver 2.1.1.2) un aspecto altamente considerado.

5.6.4. Diseño



El diseño es la segunda fase del ciclo de vida de todo proceso de desarrollo de software y, por tanto, también es la segunda fase del modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad, MPIu+a, en su vertiente integradora de la Ingeniería del Software.

Repetidamente se llega a esta fase tras realizar actividades relacionadas con el Análisis de Requisitos que proporcionan información necesaria para que el equipo de desarrollo sea capaz de modelar el sistema para, posteriormente, proceder a su codificación.

Durante el desarrollo de un sistema, nuevo o no, una vez resueltas las funcionalidades que debe cubrir junto con el resto de características derivadas del contexto de la interacción se pasa, en esta fase, a realizar el *diseño de la actividad* y el *diseño de la información* como principales actividades que conforman el proceso global de *diseño de la interacción*.

Diseñar la actividad está directamente relacionado con la especificación funcional, la tecnología y las nuevas posibilidades que el sistema ofrece para que las personas sean capaces de utilizar sistemas interactivos para la consecución de sus actividades. El diseño de la actividad se consigue analizando las funcionalidades y las tareas necesarias que permiten realizarlas (el análisis de las tareas) y el modelado a nivel conceptual buscando una aproximación al modelo mental de los usuarios —previamente incorporados como miembros activos del equipo de desarrollo. El diseño de la actividad cubre el espacio existente entre las funcionalidades definidas y la interfaz del usuario.

El **diseño de la información**, cuyo principal objetivo es dar soporte a la percepción, la interpretación y la comprensión de la información de los sistemas interactivos afronta aspectos relacionados con la parte física de la interacción (colores, organización de los elementos…), el lenguaje (visual para las interfaces visuales, auditivo para las auditivas…), los modelos de la información y la consistencia y la coherencia. No sólo nos referiremos a qué colores o fuentes tipográficas utilizar, sino a la disposición de los elementos interactivos en la interfaz de acuerdo con las tareas a realizar y en compromiso con los objetivos de usabilidad y a la consecución funcional de dichas tareas. En definitiva, el diálogo con el usuario.

La *affordance* o comprensión intuitiva (concepto visto en el Capítulo 3) será un aspecto importante en esta fase que relacionará los factores humanos (vistos también en el mismo capítulo) con la capacidad de los elementos de la interfaz de transmitir la sensación de poderse utilizar adecuadamente.

5.6.4.1. Objetivos

El diseño de un sistema interactivo es una tarea que además de ser compleja es determinante.

Determinante en el sentido en que supone la conexión de los requisitos con la implementación y, evidentemente, del resultado de esta conexión derivará la interfaz con la que el usuario interactuará.

Y su complejidad, motivada en parte por dicha importancia, sólo puede ser resuelta con garantía de éxito si el equipo de desarrollo utiliza convenientemente compaginados los mecanismos y metodologías de Diseño Centrado en el Usuario con los de la Ingeniería del Software, teniendo presente en todo momento la interdisciplinariedad de los componentes de dichos equipos.

Básicamente existen dos maneras de abordar el diseño de los sistemas interactivos:

- Una es la **aproximación empírica**. El diseño se basa en la propia experiencia del diseñador o bien en la de otros diseñadores que se recoge mediante compendios de recomendaciones (guías, reglas de oro, estándares, etc.) más o menos relevantes para la construcción de un interfaz con éxito. Estos resultados generalmente están avalados por unos estudios de evaluación realizados por el usuario (tests de usabilidad).
- Otra es la **aproximación metodológica**. Basada en unos fundamentos teóricos y en la aplicación de una serie de pasos para la realización del diseño.

La aproximación metodológica posee bastantes aportaciones de otras disciplinas, sobre todo de las teorías cognitivas, ya que aportan mecanismos para la descripción del conocimiento que el usuario posee del sistema. Mientras que, la aproximación empírica se basa en las aportaciones más relevantes (como por ejemplo reglas de diseño) de las aportaciones teóricas.

Desde nuestro punto de vista, dicha problemática se aborda a partir de la aproximación metodológica analizando las peculiaridades de este tipo de sistemas y los mecanismos existentes para su análisis y diseño. Para ello incidiremos en los siguientes aspectos:

- Ver y comprender aspectos vistos acerca del factor humano y qué implicaciones tiene en el diseño de interfaces de usuario.
- Conocer el proceso de diseño de sistemas interactivos.
- Realizar un Diseño Centrado en el Usuario.
- Representación del Modelo Conceptual (MC).
    - Análisis de tareas.
    - Notaciones para el diálogo.
- Estrategias generales de diseño.

5.6.4.2. Relación con los factores humanos

Antes de pasar a las actividades que directamente permiten realizar el diseño del sistema es necesario establecer una relación entre diversos aspectos vistos en el capítulo de los factores humanos y el diseño de interfaces de usuario.

Comprender esta relación proporciona una serie de características que de tenerlas presentes durante el diseño de las interfaces mejorarán enormemente los aspectos interactivos de las mismas. Los contenidos de este apartado están basados en el documento de [SUT03b].

Percepción y comprensión

Procesamiento visual.

La implicación de la interpretación visual es que las imágenes son susceptibles de malas interpretaciones, pues cada persona adjunta el conocimiento propio a lo que ve. La comprensión visual puede resumirse como *"lo que uno ve depende de lo que uno conoce"*. Estas imágenes se almacenan en la memoria de trabajo y a pesar de que su extracción es rápida, esta velocidad también varía de acuerdo con la complejidad de cada imagen y el conocimiento acerca del dominio de la misma.

Algunas de las implicaciones que el procesamiento visual tiene en el diseño de interfaces multimedia son:
• No esperemos que los usuarios atiendan detalladamente a diferentes áreas de una imagen a la vez.
• El efecto dominante de imágenes en movimiento puede truncarse si existe más de una a la vez.
• La información que un usuario comprenderá de una determinada imagen es muy difícil de predecir, por lo que proporcionar ayudas en forma de indicaciones (lingüísticas, otras imágenes…) facilitarán su correcta comprensión.

Modalidad auditiva: oído y habla.

Durante el proceso comunicativo, el sentido auditivo comparte protagonismo con el visual e igual que le pasaba a éste último, lo que una persona oye no depende sólo del sonido que recibe, sino de la interpretación que del mismo realizamos.

Desde el punto de vista humano, el aspecto más importante del sonido es el habla y el lenguaje. El sistema auditivo clasifica las entradas en tres categorías: *Ruido* (sonidos sin importancia que pueden ser ignorados), *sonido significante* (con sentido y significado) y *expresiones significantes* que componen el lenguaje. Este sistema, igual que pasaba con la visión, hace uso de la experiencia pasada para interpretar las entradas.

Otra característica importante del sonido es que al tratarse de un medio transitorio, a menos que éste se procese muy rápido, el mensaje se pierde. A pesar de ello, las personas disponemos de suficiente capacidad como para comprender efectivamente el lenguaje hablado e interpretar otros sonidos rápidamente. El mayor problema viene dado por las interferencias producidas por otros sonidos que compiten por igual con el mensaje principal [GCH87].

Las implicaciones que pueden afectar al diseño de interfaces podemos resumirlas en:
• El "sonido de fondo" es interpretado como ruido si entorpece la comunicación.
• Los cambios de sonido producen un impacto ambiental, aspecto que puede aprovecharse, por ejemplo, para comunicar situaciones de alerta y advertencia.
• El sonido como medio de difusión que puede molestar a las personas no afectadas por el mensaje.
• El discurso es interpretado según las reglas gramaticales y las referencias que cada uno posee en la memoria, corrigiendo automáticamente muchas imperfecciones de la lengua hablada.

Atención selectiva

La Memoria de Trabajo.

En el capítulo de los factores humanos vimos que las personas tenemos una capacidad limitada[89] para poder procesar un número limitado de entradas simultáneamente. *El proceso de atención es selectivo y está estrechamente relacionado con la percepción*, a la vez que difiere mucho de un individuo a otro dependiendo, entre otros, de factores cognitivos (un director de orquesta distingue los instrumentos individualmente mientras que un oyente "normal" no puede).

El proceso de la atención está limitado en el momento en el que se quieren atender dos tareas mentales concurrentemente (pongamos, por ejemplo, leer un periódico a la vez que se escucha la radio) y por esta razón se realiza un proceso de selección.

De esto se deduce que si tratamos de poner demasiados focos de atención en una determinada interfaz se activan demasiadas demandas atencionales que compiten por la atención del usuario, lo que conduce al estrés y a la fatiga (entorpeciendo la comunicación en vez de favorecerla).

Vimos, al hablar de la memoria de trabajo, que los contenidos que ésta recoge decaen rápidamente y continuamente se ven sobreimpresos por otros de nuevos. Este factor tiene determinantes implicaciones a tener en cuenta durante el proceso de diseño de interfaces.

[89] Límites determinados por la psicología de cómo los humanos procesamos la información [WIC83].

Pongamos, por ejemplo, el tiempo necesario que una imagen debe permanecer en escena para que seamos capaces de extraer la información requerida de la misma. Esta característica nos permite entender el porqué de una película no somos capaces de recordar los detalles de cada escena pero sí de la idea esencial de lo que ocurre. Este efecto también se da en los discursos hablados.

Las características de la Memoria de Trabajo repercuten en el diseño en aspectos como:
• Debemos intentar no sobrecargar la memoria de trabajo, tanto en términos de cantidad de información como en términos del tiempo de exposición de la misma.
• Los medios de comunicación dinámicos rápidamente saturan la capacidad de la memoria de trabajo, quedando sólo la idea esencial de la información.
• La memoria de trabajo debe ser refrescada para que la información esté disponible cuando se precise.
• Al mismo tiempo, la estructuración de dicha información ayuda al proceso de memorización.

La Memoria a Largo Plazo.

La Memoria a Largo Plazo, MLP —o simplemente *memoria* en lenguaje coloquial—, se caracteriza (como ya vimos en el punto 3.6 al hablar del factor humano) por los procesos de *reconocimiento* y de *recuperación* de la información que almacena.

La frecuencia de utilización de la información almacenada en la MLP así como una mala construcción del contenido inicial (distracciones durante el proceso de memorización, atención diversificada…) repercute muy directamente en la activación de cada uno de estos dos procesos. Esta repercusión afecta al rendimiento de este almacén cognitivo.

La memoria es uno de los factores más críticos que limitan directamente el procesado de la información por parte de los humanos. Somos capaces de entender y memorizar información compleja dividiendo la complejidad en componentes más simples y utilizando aproximaciones jerárquicas. Cuanto más *estructurada* esté la información menor será el esfuerzo necesario para su aprendizaje y, por tanto, su reconocimiento y recuperación.

El principio de estructuración de la información se ve reforzado con el de la *consistencia*, el cual proporciona, por ejemplo, patrones de reconocimiento que facilitan el aprendizaje.

Las características de la Memoria a Largo Plazo repercuten en el diseño en aspectos como:
• La eficiencia de la memoria (a largo plazo) está directamente correlacionada con la profundidad del tratamiento del mismo en su proceso de entrada.
• La distracción supone la mayor causa del olvido del material recientemente aprendido.
• Entradas similares para el almacenaje de información perjudican el proceso de su recuperación.
• La recuperación resulta más fácil para una imagen acompañada de texto que una imagen o un texto por separado.
• Encajar bien la temática del ítem a recordar dentro de su contexto, así como agrupar y estructurar información de temática similar favorece enormemente su reconocimiento y posterior recuperación.

Todas estas características repercuten en el diseño de las interfaces en implicaciones como:
• Hacer razonar y preguntar por la comprensión son dos actividades que ayudan al proceso de memorización.
• Todas las técnicas de estructuración de la información (palabras clave, acrónimos, memorización espacial…) pueden utilizarse como ayudas para la recuperación de la información.
• La consistencia en la estructura y asociaciones crean mejores contextos para la memorización y su posterior recuperación.

Motivación

La motivación es otro fenómeno que afecta directamente al rendimiento en la consecución de las tareas, en la toma de decisiones y en la atención.

A su vez, la atención se ve seriamente afectada por la *dificultad de la tarea*, la *distracción* en el entorno y la *motivación* individual.

Podemos observar que estos factores dependen, en parte, unos de otros —entre la motivación y la atención existe un proceso cíclico de relación.

El proceso de la motivación tiene una fase inicial de despertamiento (*arousal*) que es el encargado de estimular los sentidos del receptor para atender a determinados estímulos.

Las imágenes en movimiento suelen despertar mejor los estímulos que las estáticas, pero a su vez una imagen de un paisaje con una puesta de sol tiene efectos relajantes tendiendo a reducir el despertamiento.

Las referencias que actualmente tenemos del despertamiento en la literatura actual [REE96] explican que este proceso se encuentra todavía en fase de comprensión está aún poco comprendido, aunque sí se cita que afecta a la memoria (recordar mejor eventos después de un desenlace desagradable que si éste es placentero). Lo que sí se

sabe es que existe interacción, compleja, entre el despertamiento la motivación y la atracción.

La relación que podemos encontrar con el diseño de interfaces (multimedia) es:
• En cuanto al contenido, las imágenes en movimiento favorecen la atracción e incrementan el despertamiento, pero un exceso de animación resulta molesto y distrae.
• *Estética*: Este campo resulta muy difícil pues por ejemplo lo que resulta placentero para unas personas puede despertar justo lo contrario para otras (recordemos, por ejemplo, la historia del arte moderno).
• El *diseño*: Puede determinar el tipo de usuario al cual va dirigida la interfaz con el objetivo de despertar la atención de sus destinatarios.

Las implicaciones que estos aspectos pueden derivarse en el diseño son:
• Para despertar la motivación será importante adaptar el contenido y la funcionalidad a las motivaciones de los usuarios.
• Estas motivaciones también deben reflejarse en el estilo de la interfaz.

5.6.4.3. Modelo mental y modelo conceptual

En el Capítulo 3 se han explicado el concepto del modelo mental y la relación que existe entre éste y los diferentes tipos de memorias que forman parte del concepto global de la memoria de las personas.

Entender estos procesos internos es fundamental para definir los procesos interactivos que las interfaces de los sistemas ofrecen a sus usuarios.

El modelo mental

Durante el aprendizaje, una persona adquiere conocimientos de las relaciones estructurales y el funcionamiento del sistema con el que está interactuando. Se forma, por tanto, su propio modelo mental.

Así, este modelo mental constituye una abstracción del conocimiento interno que el usuario pose del sistema (medida real de lo que éste conoce o piensa), lo que a su vez es un modelo conceptual de lo que el usuario piensa acerca del sistema.

Como vimos al hablar de los factores humanos las principales características que definen los modelos mentales son: Que n*o es estático*, su *representación es incompleta*, *es ejecutable mentalmente*, *es inestable*, *no tiene* unos *límites claros*, *es acientífica* e *incluye supersticiones y creencias erróneas* sobre la conducta del sistema y, además, *es parsimoniosa*.

Por consiguiente, el modelo mental no es ni completo, ni consistente, ni exacto.

Todo lo contrario que el modelo conceptual (como veremos a continuación).

El modelo conceptual

> *Un modelo conceptual correcto permite al usuario predecir los efectos de sus actos. La falta de modelo conceptual conlleva actuar de memoria: el usuario no comprende la razón de por qué funcionan las cosas* [NOR90].

El modelo conceptual de un sistema software constituye una **abstracción externa** que describe mediante **diagramas y notaciones** con distinto grado de **formalidad**[90] *el conocimiento que debe poseer una persona acerca de un sistema*, conocimiento que, como hemos visto en el punto 3.6.3, se encuentra almacenado en la Memoria a Largo Plazo.

Por otra parte, sabemos que el diálogo es el proceso de comunicación entre dos o más participantes y en el diseño de interfaces de usuario representa en gran parte la estructura de la conversación existente entre el usuario y el sistema interactivo.

Así pues, *desde el punto de vista del usuario* el modelo conceptual:

- Representa la información que cualquier usuario debería tener o adquirir sobre el sistema.
- Está formado por un conjunto de elementos (conceptos) y relaciones entre ellos observables desde el exterior.

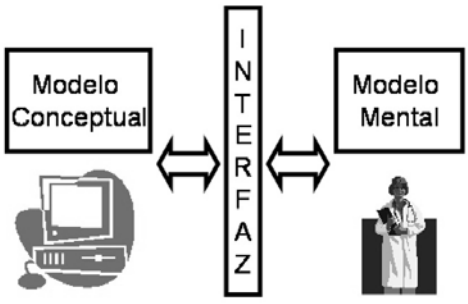


Figura c5_39: El diálogo entre el modelo conceptual del sistema y el modelo mental de los usuarios se realiza por medio de la interfaz

El modelo conceptual debe suministrar información al usuario acerca de **qué hace el sistema** y los **mecanismos para llevarlo a cabo**. Su importancia radica en que debe *favorecer el aprendizaje del sistema*, es una guía para predecir el comportamiento del sistema, y además, el usuario utilizará este modelo para establecer estrategias encaminadas a resolver sus problemas. Los principios en los que debe estar basado el modelo

[90] La notación formal es importante porque evita la ambigüedad.

conceptual harán, por tanto, que sea:

- *Asimilable* (mediante el uso de conceptos familiares).
- *Consistente* (coherente y bien formulado).
- *Simple* (uso de descripciones comprensibles por un usuario medio).

Justamente debemos entender que no basta con diseñar el sistema para la efectividad (funcionalidad) puesto que **el diseño de la interacción, además, debe ser comprensible** para el modelo mental del usuario que interviene en dicha interacción.

Entendamos estos conceptos a partir de un ejemplo frecuente: Cuando las personas utilizan un ordenador para conseguir una determinada tarea utilizan cualquier conocimiento previo, lo que les permite escoger y realizar las acciones apropiadas. La siguiente figura contrasta el modelo del diseñador de una tienda en-línea con la de un comprador. El diseñador del sistema debe, por tanto, aprovechar este conocimiento del comprador para mejorar su utilización.

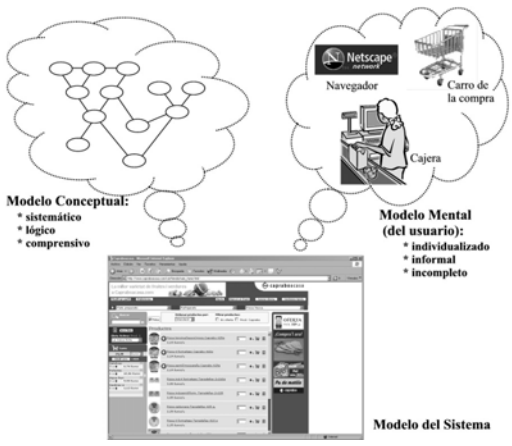


Figura c5_40: El modelo mental de un comprador en una tienda *on-line* es completamente distinto al del diseñador del software (que es quien implementa el modelo conceptual)

El ejemplo del cliente de un supermercado, como en el caso de la tienda *on-line* (y de la figura anterior), es uno de los casos más evidentes en el que se percibe la diferencia entre los modelos mentales de dicho cliente en contraposición al del programador:

El modelo mental del cliente está constituido por una serie de estanterías que ofrecen los productos de manera perfectamente ordenados, perfectamente identificados (precio, procedencia, ofertas, fabricante) y clasificados según criterios de proximidad contextual en la que los productos relacionados se encuentran ubicados unos al lado de otros para facilitar la compra al cliente. Éste, además, recorre los pasillos entre las estanterías empujando un carrito en el que va disponiendo los productos que va seleccionando y al final del recorrido pasa por la caja donde una persona (cajero/a) calcula el precio total de la compra y procede a cobrar su importe.

Éste es, pues, el modelo mental correspondiente al cliente y, por tanto, cuanto más fielmente refleje el sistema este modelo mental más fácil de utilizar será por parte del cliente.

El programador debe olvidarse de intentar poner opciones que se alejan de este modelo mental, por más evidentes que a él le parezcan. Por ejemplo, en el caso comentado de la tienda *on-line* se ha comprobado

que reproducir el modelo de búsquedas habitualmente utilizado en Internet para buscar productos en las tiendas *on-line* no consigue los objetivos deseados, lo cual es consecuencia de que se han aplicado los modelos preconcebidos del programador, habituado al entorno Internet, para que sea utilizado por personas que no están habituadas a ello.

5.6.4.4. Actividades del modelo de proceso en la fase de diseño

Análisis de tareas

Como fruto de la fase anterior —Análisis de Requisitos— el equipo de desarrollo dispone de una serie de requisitos funcionales que el sistema debe satisfacer y de una serie de tareas contextualizadas que los usuarios realizan. Ambas series influyen en la materialización de las mismas y deberán traducirse en líneas de código para que el sistema las realice.

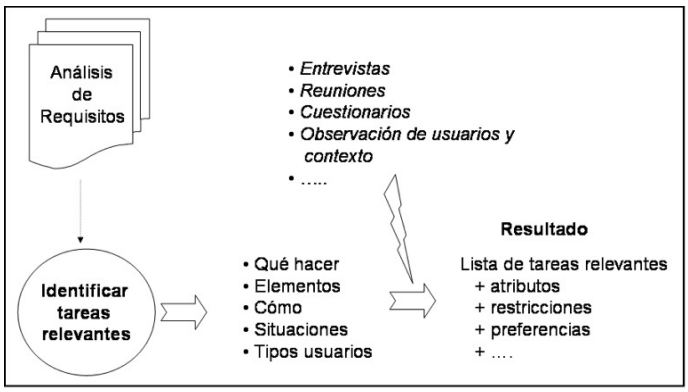


Figura c5_41: Proceso de obtención de la lista de tareas a analizar

El análisis de tareas supone el paso intermedio entre las descripciones de las tareas obtenidas y su codificación, estando orientado a **describir las interacciones usuario-sistema** de manera sistemática y eficiente.

Realizar esta actividad antes de la codificación además de ayudar a concretar las secuencias necesarias para la consecución de cada una de las diferentes tareas sirve como herramienta de soporte para un nuevo ciclo de análisis de requisitos puesto que a menudo hace aflorar detalles que no acabaron de quedar perfectamente explicitados.

Formalmente, se define el análisis de tareas como *el proceso de analizar la forma como las personas realizan sus trabajos: las cosas que hacen, las cosas sobre las cuales o con las cuales actúan y las cosas que necesitan conocer* [DIX93].

En todo proceso de análisis de tareas hay dos fases bien diferenciadas:

a) Una primera etapa de **obtención** de la información necesaria para comprender las actividades que realiza el usuario (*fase de análisis*).
b) La posterior **representación** de esta información sobre un modelo adecuado (*fase de modelado*).

Los diferentes métodos [91] existentes para realizar el análisis de tareas —que posteriormente veremos— parten de un **objetivo** (*estado o logro que el usuario quiere alcanzar dentro de una aplicación*) para cuya consecución realizaremos una serie de **tareas** (*actividades necesarias para conseguir el objetivo, que pueden ser tanto actividades mentales como físicas*) y de **acciones**[92] (*pasos a seguir para estructurar el orden y el cómo deben realizarse dichas tareas*) asociadas a dichas tareas.

- La **utilidad** de esta actividad radica en aspectos como:
  - Ayuda para *comprender el dominio de la aplicación* (identificación de las actividades más importantes y sus relaciones).
  - Sirve para *fijar, organizar y describir* los datos previamente recogidos [DIA04].
  - Facilita las *discusiones interdisciplinares* (el conocimiento de las tareas puede ser útil al diseñador, usuarios, analistas, psicólogos, sociólogos, etc.).

    En este punto cabe remarcar que la experiencia que hemos aprendido durante el desarrollo de los casos de ejemplo las discusiones interdisciplinares son mejores cuanto más simples son las notaciones utilizadas. Este punto es uno de los de frecuente discusión entre integrantes procedentes de la IS con el resto de disciplinas.

  - El diseño de la nueva aplicación de forma *consistente con el actual modelo conceptual*, preservando las características más relevantes del funcionamiento lógico.
  - El *análisis y evaluación de usabilidad* (se puede predecir el rendimiento humano e identificar problemas de uso).

Métodos.

Los diferentes métodos que permiten llevar a cabo el análisis de tareas se agrupan en función de sus características bajo estas tres categorías:

a) Métodos **cognitivos**
   - Identifican secuencias de comportamiento correctas.
   - Representan el tipo de conocimiento que debe tener el usuario acerca del uso del sistema.
   - Generan una especificación del usuario a partir de la descripción de tareas.

[91] Los diferentes métodos para realizar el análisis de tareas se diferencian básicamente entre sí por el grado de formalismo de su notación y por el poder de expresividad y de finalidad.

[92] Podemos considerar una acción como una tarea que no implica una solución de un problema o una estructura de control.

b) Métodos **predictivos**
- Evalúan el rendimiento humano.
- Describen secuencias de comportamiento.
- Análisis centrado en rutinas de comportamiento.

Los que principalmente se utilizan son:

- **HTA** (*Hierarchical Task Analisys* o Análisis Jerárquico)

  La técnica del Análisis Jerárquico de Tareas, HTA, desarrollada por ANNET y DUNCAN [ANN67] y clasificada como un *método cognitivo* aun siendo la más antigua, es muy válida y por tanto sigue siendo ampliamente usada.

  En HTA se realiza una descripción de tareas en términos de operaciones y planes, siendo:

  - Las **operaciones** (descomposición en subtareas) actividades que realizan las personas para alcanzar un objetivo.
  - Los **planes** una descripción de las condiciones que se tienen que dar cuando se realiza cada una de las actividades.

  Las operaciones se pueden descomponer de forma jerárquica (de ahí su nombre) y se asigna un plan a cada una de las subtareas que aparecen.

  La representación puede ser bien en formato gráfico, en forma de árbol descendiente o en formato tipo texto.

  La siguiente figura muestra la representación gráfica[93] correspondiente al análisis de una tarea específica del nuevo sistema interactivo de la recepción del hotel:

[93] Un análisis de tareas con HTA puede también ser descrito mediante lenguaje natural (con una notación específica) aunque la notación gráfica es la más utilizada.

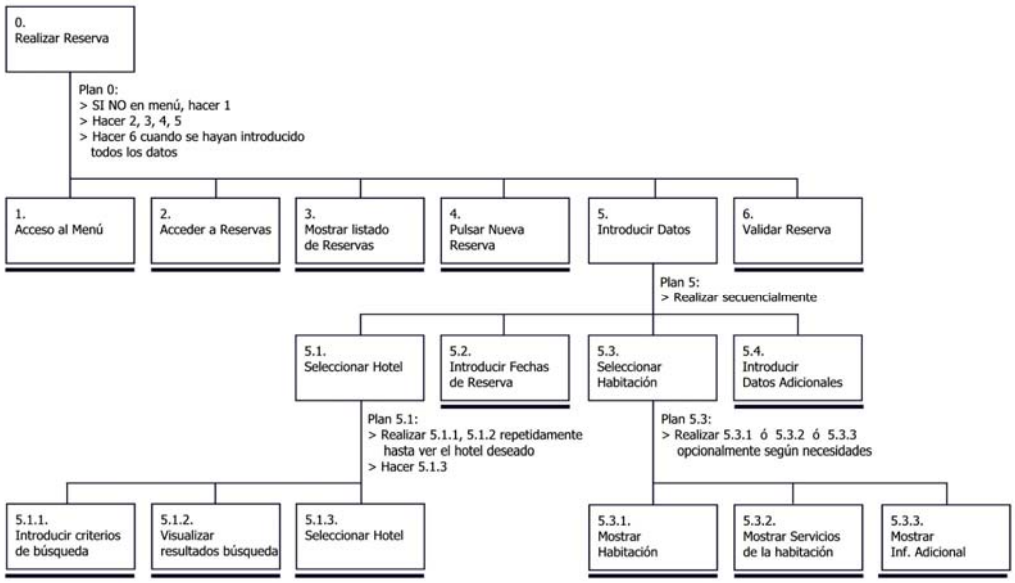


Figura c5_42: Análisis de una tarea con el método HTA

Metodológicamente, encontramos tres etapas en la realización del análisis:

a) *Etapa inicial*: Definir la tarea principal, que típicamente se divide entre cuatro y ocho subtareas.
b) *Etapa intermedia*: Decidir el nivel de detalle que se requiere y en qué punto acabar la descomposición.
c) *Parte final*: Revisión y evaluación del trabajo realizado para comprobar su consistencia.

- **GOMS** (Goals-Operations-Methods-Selection)

  El método GOMS [CAR83][KIE04] comprende una familia de lenguajes que se basan en la visión del usuario como un sistema procesador de información (modelo de procesador humano visto en el capítulo del Factor Humano). Igual que HTA, éste método se ubica entre los *métodos cognitivos*.

  El modelo GOMS se basa en el mecanismo de razonamiento humano para la resolución de problemas y realiza la formalización de aquellas actividades (físicas y mentales) que intervienen en esa labor.

  La **metodología** de este método describe para cada tarea lo siguiente:

  Para cada tarea se describe:

  a) El objetivo o meta a satisfacer (*goal*).
     - Las metas que se propone el usuario (lo que desea obtener).

- Un objetivo contiene información de la intención del usuario.
- Para ello, debe realizar una serie de operaciones básicas.
- Los objetivos pueden servir como un punto de referencia en caso de un error.

b) El conjunto de operaciones (*operations*) que el sistema pone a disposición del usuario para la interacción.
   - Las operaciones son unidades elementales de percepción, motoras o actos cognitivos cuya ejecución es necesaria para cambiar algún aspecto del modelo mental del usuario, o bien para modificar el entorno.
   - Este tipo de acciones puede afectar al sistema (*pulsar una tecla determinada*) o bien sólo al estado mental del usuario (*leer un cuadro de diálogo*).
   - Existe un grado de flexibilidad acerca de la granularidad de las operaciones (amplitud de cada operación).

c) Los métodos disponibles para llevar a cabo esas operaciones (*Methods*)
   - Existen varias posibilidades de descomposición de una tarea en subtareas. Por ejemplo, en un gestor de ventanas, se puede cerrar la ventana mediante ratón en un menú o teclado (atajo). Cada una de estas posibilidades será un método.

d) Y un conjunto de reglas de selección (*Selection*) para determinar la alternativa más conveniente en cada caso (descritas mediante estructuras de control del tipo *if-then*).
   - Cuando hay más de una alternativa, podemos indicar una serie de condiciones y reglas para tomar la mejor alternativa (método).

Cada tarea se podría descomponer en otras tareas primitivas formando un árbol jerárquico.

GOMS se utiliza también para medir rendimientos de la capacidad de procesamiento de la memoria humana. En este caso, la profundidad de las subtareas puede usarse para estimar los requisitos de la memoria a corto plazo o memoria operativa (punto 3.6.2.2 en el Capítulo 3 al hablar del factor humano) e incluso para estimar tiempo de respuesta (asumiendo tiempos constantes para cada operación).

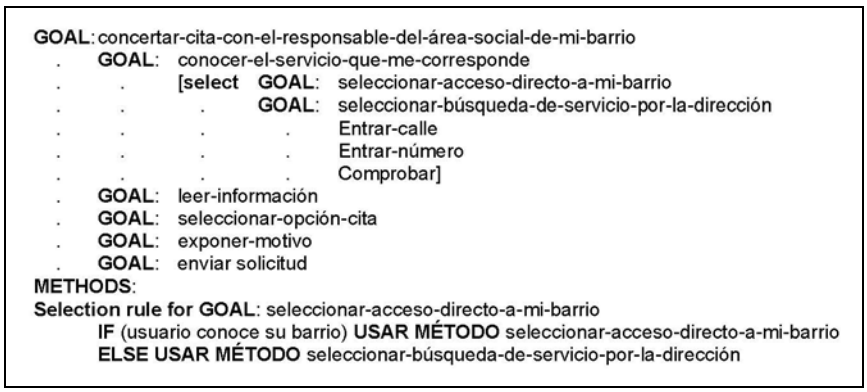


Figura c5_43: Descripción de una tarea con notación GOMS

El ejemplo anterior corresponde a una parte del análisis de tareas realizado con motivo del proyecto del sitio web para los servicios personales del ayuntamiento de Lleida. Se experimentó con esta notación porque creímos que ésta sería de más utilidad para resolver los aspectos destinados a *proporcionar usabilidad a un sistema accesible*.

Tras dicha realización, y a pesar de que el nivel de detalle de GOMS hacía presuponer lo contrario, no detectamos mejora respecto a utilizar otros métodos para el objetivo mencionado.

- **CTT** (Concur Task Trees)

  Concur Task Trees, o simplemente CTT [CTTe], es un método propuesto y desarrollado por el grupo de investigación en IPO de la Universidad de Pisa (Italia) liderado por Fabio Paternó [PAT02a] que *representa las relaciones temporales entre actividades y usuarios que son necesarias para llevar a cabo las tareas a realizar*.

  Una de las principales ventajas de esta notación es su facilidad de uso, lo que hace que sea aplicable a proyectos reales con aplicaciones de un tamaño medio-largo y que conllevan especificaciones de cierta complejidad. La notación genera una representación gráfica en forma de árbol de la descomposición jerárquica de las tareas existentes en el sistema.

  Como características destacables encontramos:

  - Notación de los nodos del árbol:
    - **Notación gráfica** que correlaciona los nodos del árbol con el tipo o categoría de tarea que desarrollan (categorías: Tarea de Usuario, Tarea de la Aplicación, Tarea de Interacción y Tarea Abstracta).
    - Una serie limitada (pero suficiente) para la **notación entre los nodos** del árbol que especifican la interacción con el usuario.

- Puede representar **entornos cooperativos**[94] (CSCW: *Computer Supported Cooperative Work*).
- Pueden definirse **atributos a nivel de objeto y de tarea**.
- Dispone de una **herramienta de libre distribución**, CTTe, que facilita su uso y posterior análisis [CTTe].

Hemos utilizado sistemáticamente tanto HTA como CTT, entre otros objetivos para determinar si un método aporta mayor comprensión de las tareas a desarrollar que otro e incluso si resulta más comprensible para los componentes del equipo que no están habituados a las notaciones típicamente de la Ingeniería del Software.

En general, hemos constatado que esta notación con su representación gráfica de nodos y relación entre ellos, resulta muy **comprensible para todos los componentes del equipo multidisciplinar**, aunque la representación HTA es también mayoritariamente aceptada.

Por ello, podemos afirmar que ambas notaciones son igualmente válidas y utilizar una u otra será ya más cuestión de gustos que de potencialidad de la misma.

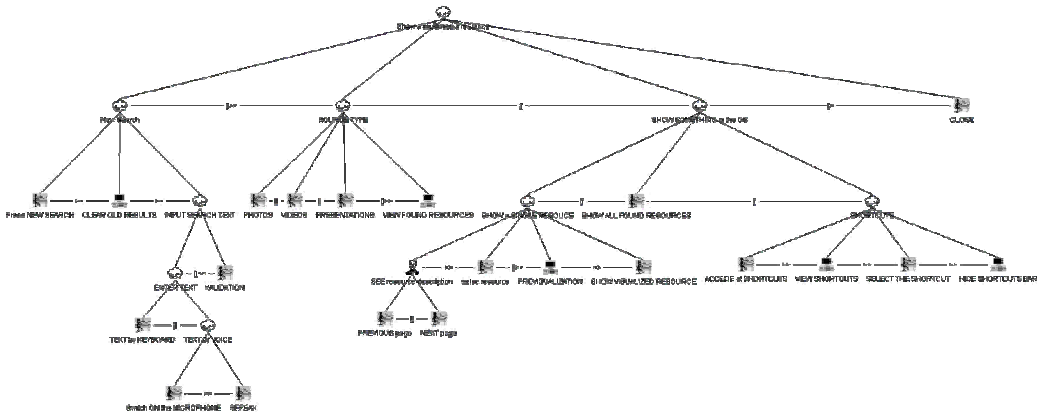


Figura c5_44: Descripción de la tarea "Mostrar un recurso multimedia" correspondiente al espacio de tareas de la aplicación para la recepción de la empresa de prefabricados (la figura pv_23b del anexo Proyectos Validados muestra este mismo ejemplo y al ser de mayor tamaño puede apreciarse mejor)

Modelos de diálogo como parte del modelo conceptual

Desarrollar un modelo conceptual conlleva previsualizar el producto propuesto, basándose en las necesidades del usuario y otros requisitos identificados (información

[94] De forma muy resumida, los entornos cooperativos son aquellos sistemas desarrollados para que varios usuarios realicen actividades de forma colectiva, donde las tareas no pueden ser resueltas unilateralmente, sino que precisan de una cooperación entre los diferentes participantes. El término CSCW lo introducen GRIEF y CASHMAN como "*una vía para describir cómo la tecnología de los computadores puede ayudar a los usuarios a trabajar juntos en grupos*" [CRO94].

extraída de la fase anterior del modelo de proceso).

Podemos distinguir diferentes clases de modelos conceptuales, agrupados o clasificados todos ellos en dos grandes grupos:

a) Aquellos modelos conceptuales basados en las **actividades**:
Interactuando con sistemas los usuarios suelen verse envueltos en ciertas actividades (instruyendo, conversando, manipulando, navegando, explorando y hojeando) que no son excluyentes entre sí.

Es posible, por ejemplo, que una persona dé instrucciones mientras conversa o navega por Internet o mientras está hojeando un documento en papel.

b) Aquellos modelos conceptuales basados en los **objetos**:
Que tienden a ser más específicos que los anteriores, ya que se basa en objetos o artefactos (una herramienta, un libro, un vehículo, etc.) utilizados en un determinado contexto.

El desarrollo de esta actividad se materializa realizando los **modelos de diálogo**, los cuales plasman la estructura del diálogo describiendo la comunicación con cada participante representando una parte del modelo conceptual del sistema.

La **descripción** de estos **modelos de diálogo** puede realizarse mediante:

- *Gramáticas*. Descripción del diálogo como reglas de producción.
- *Diagramas de estados*.
- *Redes de Petri*. Formalismo, connotación gráfica de actividades concurrentes.

Diagramas de transición de estados.

En el contexto del diseño de un sistema interactivo se entiende por *estado* un *modo observable del comportamiento* del sistema (por ejemplo, esperar a que el usuario dé su contraseña, mezclar unos ingredientes para una receta, llenar el depósito, esperar la siguiente orden, etc.) y por *transición* al *conjunto de condiciones* que deben darse para que el sistema pase de un estado a otro.

Los Diagramas de Transición de Estados o *State Transition Networks* (STN) constituyen una *notación formal para representar el diálogo* a base de expresar los posibles **estados** del sistema así como las **transiciones** entre ellos.

El diagrama de transiciones está formado por nodos, enlaces y condiciones, donde

- Los **nodos**, simbolizados mediante rectángulos o círculos, representan los posibles estados del sistema.

- Los **enlaces**, simbolizados con flechas, representan las posibles transiciones entre estados.
- Las **condiciones** que causan un cambio de estado **y** las **acciones** que el sistema toma cuando cambia de estado. Las condiciones y acciones se muestran junto a la flecha que conecta los dos estados relacionados.
  Una condición es un acontecimiento externo que el sistema es capaz de detectar (una interrupción, la llegada de un paquete de datos, una señal, etc.) y provoca que el sistema pase de un estado de espera *X* a un estado de espera *Y* o de realizar una actividad *X* a realizar una actividad *Y*.

Se utiliza para modelar el comportamiento del sistema de manera que muestra cómo el sistema pasa de un estado a otro (nodos) y los sucesos que hacen que el sistema cambie de estado (enlaces), indicando qué acciones se llevan a cabo como consecuencia de un suceso determinado.

Se trata de una notación muy adecuada para modelar sistemas grandes y complejos enfocados a negocios que sí que tienen aspectos de comportamiento de tiempo real. Por ejemplo, si el sistema gestiona entradas de miles de terminales y entradas de alta velocidad de otros sistemas, pueden entonces surgir aspectos de comportamiento dependientes del tiempo.

Aunque también podríamos incluso identificar el actor que ha provocado una acción concreta, pues las acciones del usuario serán aquellas transiciones realizadas directamente por la participación directa del usuario.

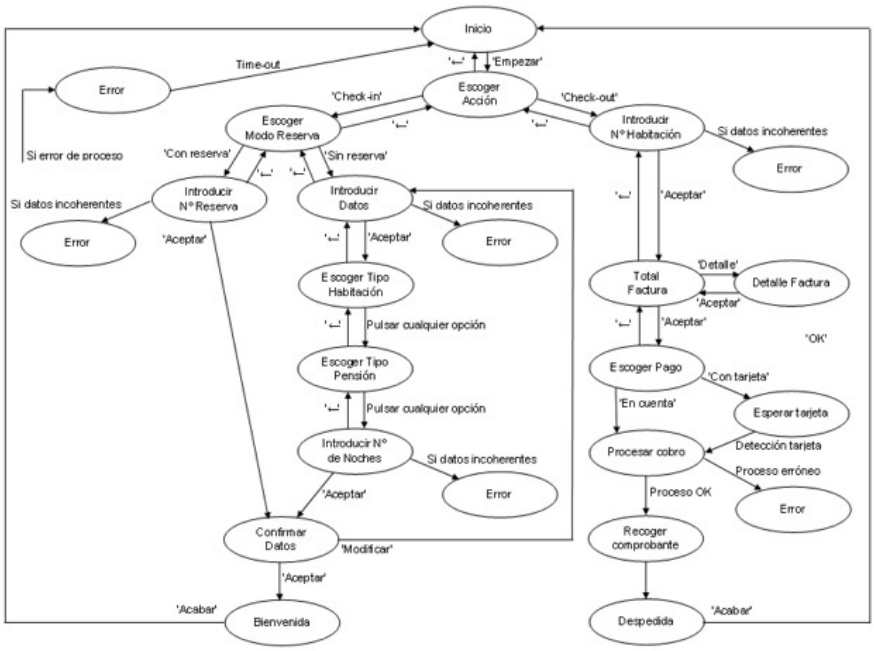


Figura c5_45: Representación mediante la notación STN del diagrama de estados del nuevo sistema de *check-in* y *check-out* de la recepción del hotel

Diagramas de estados y de actividad (UML).

El Lenguaje de Modelado Unificado o UML (*Unified Modeling Language*) dispone de varios modelos y diagramas, cada uno de los cuales es completo desde su punto de vista del sistema [BOO99].

Disponemos de dos diagramas de UML que proporcionan herramientas útiles para matizar el modelo conceptual del sistema:

- El diagrama de estados UML:

  Puramente, en UML un diagrama de estado representa los estados por los que pasa un objeto a lo largo de su vida, modelando el comportamiento de partes del sistema. Este comportamiento es modelado en términos del estado en el que se encuentra el objeto, qué **acciones** se ejecutan en cada estado y cuál *es el* ***estado*** *al que transita después de un determinado evento.*

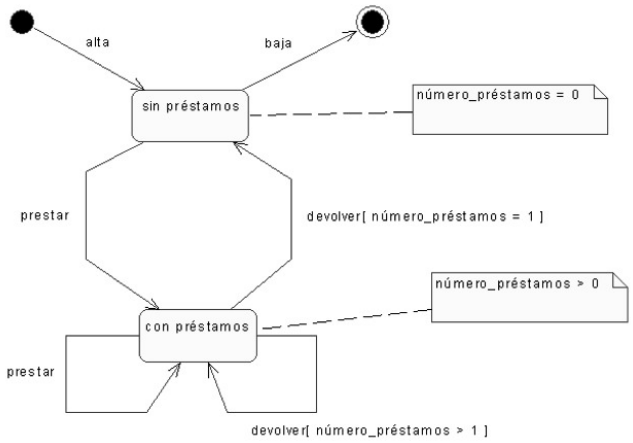


Figura c5_46: Un diagrama de estados representado con notación UML

- El diagrama de actividad UML:

  El diagrama de actividades puede especificar el comportamiento de los objetos de una clase, la lógica de una operación (método), parte o toda la descripción de un caso de uso y la descripción del flujo de trabajo.

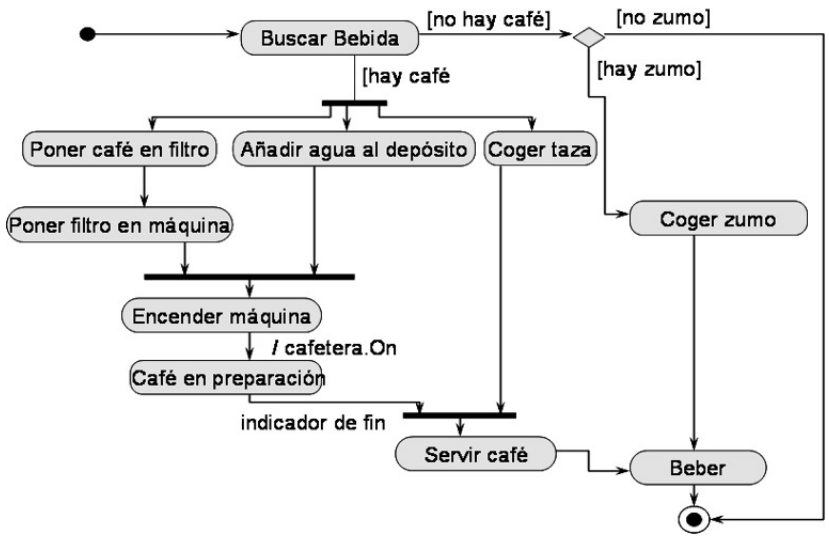


Figura c5_47: Un diagrama de actividad con UML

En función del detalle requerido haremos uso de un diagrama u otro, o incluso de ambos.

Mención especial de otros métodos.

Existen otros métodos de representación que se encuentran entre la representación de tareas y de los modelos de diálogo que no se van a detallar, no por ser menos importantes, sino porque hemos querido enfocar el tema en aquellas notaciones más aceptadas por la mayoría de los integrantes de nuestro grupo "multidisciplinar" de investigación.

En este apartado queremos destacar dos notaciones que permiten modelar situaciones cada día más frecuentes como son las aplicaciones distribuidas o cooperativas (CSCW), que permiten la colaboración entre varias personas y que corresponden a los entornos cooperativos. Estas dos notaciones son:

- **GTA**, GroupWare Task Analysis [VEE96]

  El análisis de tareas en entornos de trabajo colaborativo o de grupo, *GroupWare Task Análisis*, GTA, es un método que da soporte al modelo DUTCH (ver punto 2.1.1.2) para la especificación de grupos que combina técnicas etnográficas aplicadas al diseño de sistemas interactivos y la teoría de la actividad adoptando una clara diferenciación entre tareas y acciones.

  Igual que CTT, este método dispone de una herramienta software, Euterpe, que permite realizar el análisis de tareas bajo esta propuesta.

Durante la fase del análisis de requisitos del proyecto del entorno de recepción se realizó un

estudio de este método y se testó su aplicación en el mencionado proyecto. En el anexo Proyectos Validados puede verse un diagrama de un análisis de tareas relativo a este proyecto.

- **AMENITIES**, A MEthodology for aNalysis and design of CooperaTIve systEmS [GAR03]

  AMENITIES es una propuesta muy válida para modelar la representación del conocimiento de sistemas cooperativos. Este método introduce una notación y un método propios que modelan las interacciones entre los participantes que colaboran para alcanzar sus objetivos comunes.

  Entre sus principales características, cabe destacar:

  - La incorporación de 4 vistas diferentes y complementarias del sistema: (i) La vista organizacional (o de grupo), (ii) la vista cognitiva, (iii) la vista de interacción y (iv) la vista de información.
  - La incorporación de la notación COMO-UML, basado en el estándar UML pero con extensiones que permiten modelar los modelos cooperativos.
  - La incorporación de una semántica precisa de dicha notación mediante el formalismo de las Redes de Petri Coloreadas [JEN96].

  AMENITIES incorpora también una herramienta, COMO-TOOL, que incorpora diferentes funciones de apoyo al análisis y modelado de sistemas.

- **UMLi**, *Unified Modeling Language for Interactive Applications* [PIN00a] [PIN00b] [PIN03]

  La notación unificada UML, aunque tiene especificaciones para describir aspectos de la interfaz del usuario, éstas son muy pobres y presentan muchas dificultades, como por ejemplo:

  - Ningún diagrama de UML proporciona una notación para la contención y la promulgación de los objetos que intervienen en la interacción.
  - Tampoco proporciona identificación gráfica para los roles abstractos que los objetos de la interacción pueden desempeñar en las interfaces utilizadas (por ejemplo, la información que se muestra a los usuarios, o la que se recibe de los mismos, las acciones desencadenadas, etc.).
  - Modelar algunas categorías del comportamiento frecuentes (por ejemplo, realizando una actividad en una manera repetible —comportamientos persistentes— o realizando un sistema de actividades en cualquier orden que asegura que cada actividad será realizada una vez —comportamiento independiente de la orden—) es complejo en modelos del comportamiento de UML (en diagramas de secuencia, diagramas de la colaboración y diagramas de la actividad).
  - Con los diagramas de UML los objetos de interacción para especificar el flujo de datos entre los usuarios y los objetos del dominio son difíciles de especificar y de visualizar.

- Los diagramas de UML, en general, son muy complejos incluso para modelar interfaces de usuario muy simples.

  UMLi es un proyecto de investigación que está desarrollando el *Information Management Group* de la Universidad de Manchester desde el año 1998. La motivación principal de UMLi es tratar el problema del diseño y del desarrollo de interfaces de usuario combinando las técnicas de UML y de MB-UIDE[95]. Esta metodología proporcionará la integración necesaria entre las interfaces de usuario y los usos o aplicaciones subyacentes. Por ejemplo, teniendo una sola notación, las estructuras y los comportamientos comunes de las interfaces y sus usos subyacentes pueden compartirse en el tiempo del diseño. Además, los desarrolladores de las interfaces pueden tener las ventajas de diseñar interfaces de una manera sistemática, y también estándar.

  Esta notación tiene además la ventaja de contar también con una herramienta de diseño orientado a objetos que soporta la notación denominada *ARGOi Modeling Tool.*

Estilo. Estrategias de diseño de la información

El propósito de esta actividad es, como su nombre indica, definir un estilo que garantice la coherencia general de toda aplicación, entendiendo que la coherencia engloba todas las facetas de la interfaz (visual, sonora...), la funcionalidad completa del sistema y la interactividad con la que éste ofrece dicha funcionalidad al usuario mediante la interfaz.

En relación al estilo hay dos aspectos que habitualmente demuestran conflictos de comprensión que conviene aclarar:

- Suele confundirse el estilo de una interfaz con el diseño gráfico de la misma, lo que, a su vez, manifiesta dos errores significativos; el primero es que aunque las interfaces visuales son las más extendidas y frecuentes el concepto de interfaz es, como hemos visto en recordemos el Capítulo 3, mucho más amplio, y el segundo es que aun tratando las interfaces visuales su diseño gráfico constituye tan solo una parte de dichas interfaces.
- No debemos caer en la frecuente tentación de confundir el diseño de la interfaz del usuario con la propia usabilidad: el estilo de la interfaz es tan sólo una de las características de su usabilidad.

Una vez definido el estilo es aconsejable que se documente debidamente para que sirva de guía de estilo para toda la aplicación. Además, las aplicaciones evolucionan con el

[95] Los entornos de desarrollo de interfaces basados en modelos (*Model Based-User Interface Development Environments*, MB-UIDE) son un acercamiento avanzado al desarrollo de la interfaz que proporcionan la capacidad al diseño y desarrollan interfaces de manera sistemática. Sin embargo, la tecnología MB-UIDE actual sólo se puede utilizar para diseñar interfaces de usuario y no aplicaciones completas.

tiempo (nuevas funcionalidades, nuevas versiones, nuevas capacidades, etc.) y un factor habitual que suele ir totalmente en contra de la usabilidad es que dicha evolución va acompañada de un cambio en la forma de presentar las opciones a los usuarios los cuales, por tanto, se encuentran "despistados" por la propia interfaz. Disponer de una guía de estilo, seguirla y cumplirla garantiza que esto no se produzca.

Estándares generales.

Desarrollar estándares[96], bien sea para la interfaz como para cualquier otro aspecto del sistema, sirve para hacer desarrollos de software más fáciles y seguros, estableciendo unos requisitos mínimos de fabricación, eliminando inconsistencias y variaciones innecesarias.

Seguir estándares aporta una serie de **ventajas** como por ejemplo el que garantiza una terminología e identidad común, facilita el mantenimiento y la evolución, se reduce el proceso de formación y beneficia a la salud y la seguridad de los usuarios.

Seguir, por tanto, estándares generales en el diseño de cualquier sistema proteger la uniformidad y la línea de productos desarrollados, mejorando, con ello, la eficiencia del usuario (beneficio de una interfaz común para muchos programas). Aseguran la coherencia y la consistencia a lo largo del diseño de la interfaz.

Estándares particulares.

Este apartado recoge aspectos particulares directamente relacionados con el destinatario final de la aplicación. Estos estándares también se conocen como guías de estilo corporativas.

Si una organización desea desarrollar su propio estilo corporativo es recomendable que primero se escoja una guía de estilo comercial y ver qué elementos han de ser considerados para tener una imagen coherente. La idea es usar las guías de estilo con características propias que permitan un estilo propio a la organización.

Suele tener mayor importancia cuando este se trata de corporaciones en lugar de usuarios concretos, pues éstas disponen de elementos que les suele caracterizar —logotipo de la empresa, colores corporativos, simbología adaptada de otras aplicaciones existentes, fuentes tipográficas, argot propio, etc.

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

[96] Anteriormente hemos visto el concepto de estándar y los tipos de estándares que tenemos.

La aplicación para los comerciales de la empresa de prefabricados supone un ejemplo de aprovechamiento de los estándares definidos y de su estructuración provinente de la anterior aplicación realizada con el objetivo de rediseñar el espacio de la recepción de dicha empresa. En ese proyecto se establecieron una serie de estándares en forma de colores, ubicación de los elementos clave de la interfaz, dimensiones y metáforas (que veremos en el próximo apartado) y que, por consistencia, se han utilizado en esta nueva aplicación.

Metáforas.

Las personas encontramos más fácil entender ideas nuevas cuando son similares a conceptos que nos son familiares [HOL95]. Una metáfora es la utilización de un concepto conocido para entender, por analogía, otro de nuevo.

> *La metáfora a) aumenta la conciencia de las relaciones, b) torna obsoletos del símil, la metonimia y la lógica conectada, c) recupera la comprensión, "significado" a través de la repetición en otra modalidad y d) se convierte en paralelismo, alegoría* [McL96].

El término metáfora normalmente va asociado al lenguaje y hace referencia a cuando se utiliza una palabra que expresa literalmente una cosa para manifestar otra que tenga cierto parecido con aquélla y, en la literatura de la IPO habitualmente se ha utilizado como vehículo para describir y representar elementos interactivos y estilos de interfaces [HOR03].

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

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

Puede intuirse, por tanto, la importancia que, para el buen uso de un sistema por parte de los usuarios, cobra el hecho de haber definido correctamente las metáforas. Si ello se ha hecho con acierto, el usuario intuirá su funcionalidad, de manera que no necesitará ayuda adicional y recordará su uso con facilidad. Es decir, los objetos o las funcionalidades que las metáforas representan ofrecerán de una affordance apropiada.

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

Otro error común y, por desgracia, demasiado frecuente es decidir las metáforas sin contar con tan siquiera un solo usuario. Estas metáforas responderán al modelo mental

del diseñador y no al del usuario.

El contexto estrictamente de la IPO la principal aspiración de las metáforas está focalizada a proporcionar soporte a los evaluadores y a los diseñadores de sistemas para, en el diseño y las evaluaciones, estudiar los aspectos importantes del pensamiento humano y su apropiada representación en las interfaces que dan soporte a los usuarios [NOR03].

Proyecto: **PAYPER** 09-Enero-2004

Evaluación de la primera propuesta de metáforas gráficas correspondientes a las principales funcionalidades del sistema:

Asisten: 4 usuarios finales. 2 implicados (técnicos de sistemas de la empresa) y 2 evaluadores.

Propuesta de metáforas para validar

ACCIÓN	Metáfora 1	Metáfora 2	Metáfora 3
Adelante			
Atrás			
Ayuda			
Teclado			
Aviso (error nº 25)			
Bloquear			
Configuración			
Configuración avanzada			
Configurar parámetros			
Configurar parámetros especiales			
Escoger los parámetros a visualizar			

Acciones asociadas:
- Mantener para el teclado "INTRO" y "C"
- Para mostrar un ICONO desactivado:
  - en blanco y negro
  - mismo icono con símbolo de prohibido

Figura c5_48: El ejemplo, del proyecto PAYPER, muestra la primera hoja del documento preparado para una sesión de evaluación de las metáforas gráficas para la interfaz del módulo MCB-05

Otros aspectos relacionados con el diseño de las interfaces visuales.

- Los colores

  Igual de importante es establecer los colores apropiados dependiendo del contexto y de los usuarios a los cuales va dirigido.

  Cuando hemos hablado del color como característica del sistema visual en cuanto a canal de entrada de sensaciones hemos visto que éste es muy relativo y las ilusiones ópticas pueden inducir a "ver" colores diferentes a los que realmente tenemos delante. Entender las teorías del color y los sistemas de colores, descritas por ejemplo en [ALB87], son aspectos primordiales para utilizar las posibilidades comunicativas de la relación cromática que el color ofrece.

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

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

- Los Principios de Gestalt

  En 1920, un grupo de psicólogos alemanes describieron los Principios de Gestalt[97] de la organización perceptual. Estos principios, que describen las propiedades de configuración de la *información visual*, constituyen uno de los fundamentos de la psicología perceptual y tienen muchas aplicaciones en el diseño de interfaces que expresan o transmiten información aplicable a la *organización perceptual* de los distintos elementos de la interfaz del usuario.

  Estos principios son:

  - *Proximidad*: Elementos con propiedad visual común o cercanos entre sí tienden a ser interpretados de manera agrupada.
  - *Similitud*: Objetos que comparten características visuales (forma, color...) se interpretan como grupo.
  - *Cierre*: Elementos visuales que tienden a cerrar un área se interpreta como cerrada.
  - *Continuidad*: Existe la tendencia de agrupar elementos en contornos continuos o incluso repitiendo patrones similares.

[97] *Gestalt* es un término alemán que significa *todo*.

- *Simetría*: Hay la tendencia de ver elementos simétricos como partes de una misma figura.
- *Área*: Existe la tendencia de agrupar elementos de manera que se cree la menor figura posible.

Los Principios de Gestalt no indican cómo deben representarse las unidades de información coexistentes en una interfaz, sino que hacen referencia a las consecuencias perceptuales acerca de su forma, composición y posición sirviendo de gran ayuda a la hora de diseñar la disposición de los elementos interactivos en las interfaces visuales [ROS02a].

- Organización de los elementos de la interfaz

  La interfaz organiza la información en estructuras de varios niveles perceptuales. Los elementos básicos —píxeles, contornos y caracteres— se agrupan en estructuras como parágrafos, iconos, listas de ficheros, barras de menús, etc.

  Podemos organizar los elementos de la interfaz siguiendo unas reglas efectivas de diseño tales como:

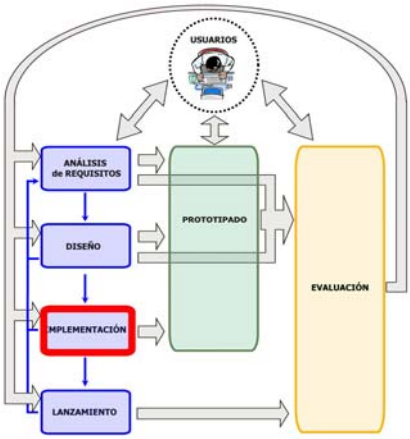
  - El *balanceado*: Busca el equilibrio entre ejes horizontal y vertical.
  - La *simetría*: Duplicar la imagen visual a lo largo de un eje de simetría.
  - La *regularidad*: Elementos ubicados regularmente entre filas y columnas.
  - El *alineamiento*: Elementos alineados entre sí transmiten una percepción más ordenada de la interfaz.
  - El *enrejillado* es una técnica que facilita los cuatro puntos anteriores.

Diseño detallado

Esta actividad es el resultado de la evolución de las actividades anteriores, las cuales han pasado por uno o más procesos de prototipado y su correspondiente evaluación.

Llegado a un punto avanzado del diseño se procede a realizar un diseño de la interfaz que recoge todos los detalles determinados y concretados en tareas anteriores y con el mayor detalle y concreción posible hasta disponer de una versión del sistema que disponga de todos los mismos detalles que la versión definitiva del software.

5.6.5. Implementación



Este apartado y el siguiente contienen dos actividades del modelo de proceso que no por ser menos importantes están menos desarrollados que las anteriores.

Se trata de las actividades de la *implementación* (en este punto) y del *lanzamiento* del sistema (en el siguiente). El motivo de la menor extensión dedicada a ellas se debe a que el desarrollo de sistemas interactivos centrados en los usuarios el trabajo importante de comprensión de los conceptos relativos se ha realizado y consolidado durante todas las etapas anteriores, mientras que las actividades de estas fases pertenecen mayoritariamente a la Ingeniería Software.

De todas maneras, el MPIu+a sí que incide en la necesidad de **continuar realizando constantes evaluaciones** de prototipos o versiones preliminares del sistema final (en momentos próximos al lanzamiento) con implicación directa de usuarios e implicados representativos.

La fase de implementación es conocida también como fase de codificación, pues supone todo el proceso de escribir el código software necesario que hará posible que el sistema finalmente implementado cumpla con las especificaciones establecidas en la fase de análisis de requisitos y responda al diseño del sistema descrito en la fase anterior.

Habitualmente esta fase es la que requiere de mayor dedicación en cuanto a recursos personales, no obstante, este factor se ve minimizado si se sigue el proceso aquí descrito, pues el impacto del cambio se ve minimizado por el buen trabajo previamente realizado.

A pesar de que tanto desde la óptica más clásica de la Ingeniería del Software como de la visión de la Ingeniería de la Usabilidad o de los estándares de calidad del Software se remarca la necesidad de profundizar en las fases anteriores en realidad la mayoría de proyectos que actualmente se desarrollan en la industria suelen basarse solamente en esta fase de codificación, lo que provoca innumerables cambios que responden a los cambios de las necesidades de los clientes o a los cambios derivados de malas interpretaciones de dichas necesidades.

> Comentario a título personal: *Cuento en mi experiencia laboral con más de una década desarrollando procesos y proyectos software para varias empresas, así como un elevado número de colaboraciones con empresas del sector informático especializado en servicios y desarrollo software. Ello me permite asegurar que la mayoría de proyectos de sistemas software interactivos parten de una pobre definición de requisitos funcionales para pasar directamente a la fase de codificación y a partir de las primeras líneas de código que los programadores escriben se va forjando el resto del código del sistema final. Y normalmente, estas primeras líneas de código permanecen en él durante el resto de su vida útil... causando innumerables problemas difícilmente justificables.*

Esta fase agrupa toda la programación del software necesario para concretar la aplicación junto con todos los procesos necesarios para el ensamblaje entre los módulos y dispositivos.

Cuando se llega a esta fase del modelo de proceso ya se han determinado el o los lenguajes de programación a utilizar para la implementación del proyecto, las bases de datos correspondientes que se precisen, los sistemas de intercomunicación de procesos, y en general toda la tecnología subyacente.

Así que todo lo que en este punto debería tratarse no deja de ser lo que la ingeniería clásica del software trata de por sí, con especial inciso en remarcar que para garantizar la usabilidad y la accesibilidad del sistema final no debemos olvidar realizar durante esta fase cuantos prototipos sean necesarios con sus correspondientes evaluaciones.

La propuesta del modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad, como se ha venido repitiendo, ofrece una metodología destinada a conseguir la usabilidad y accesibilidad del producto interactivo, no de cómo éste debe ser programado y qué tecnología utilizar.

En esta fase son recomendables realizar prototipos software en los estados iniciales de implementación para evaluarlos con usuarios finales cuanto antes mejor.

Las aportaciones de evaluar en esta fase son altamente valiosas para no malgastar tiempo en desarrollar software que después deberá, sin ninguna duda, ser cambiado.

Para acabar, es muy recomendable al final de esta fase y antes de empezar la etapa de lanzamiento evaluar el sistema mediante el método de la evaluación heurística para comprobar la consistencia global del producto justo antes de su puesta en escena.

5.6.5.1. Codificación

El mejor diseño fácilmente puede corromperse por alteraciones casuales o incluso bien intencionadas producidas durante la codificación software. Los miembros del equipo de desarrollo encargados del diseño y los encargados de escribir las líneas de código deben estar en estrecha coordinación.

Los programadores son los que finalmente estructurarán todas las preconcepciones plasmadas en los diversos prototipos en las interfaces que realmente utilizarán los

usuarios. Éstos, a menudo debido a los plazos de entrega del producto, suelen ser personas que voluntaria o involuntariamente aportan sus preconcepciones e ideas propias al diseño de dichas interfaces y ello puede llevarles a no seguir estrictamente las pautas o conclusiones determinadas.

Cabe destacar el papel de las disciplinas no directamente relacionadas con la propia codificación, pues los ingenieros software y programadores suelen tener un entrenamiento especial en la resolución de las propuestas enfocadas a la optimización del tamaño del código y a la optimización de la velocidad de ejecución descuidando los aspectos relacionados con la usabilidad y la accesibilidad e incluso con el diseño gráfico de la interfaz.

Será importante, pues, que los programadores estén completamente comprometidos con el seguimiento del modelo de proceso y convencidos de los beneficios del mismo incluso si no lo entienden o no están de acuerdo en algunas decisiones del diseño. Deben ser conscientes de que cualquier cambio debe ser validado por usuarios y de no ser así pueden surgir dificultades difíciles de superar.

Otro aspecto destacado en este punto será que los programadores y diseñadores que respectivamente escribirán las líneas de código y dibujarán los elementos de las interfaces respeten las características establecidas en el enorme trabajo realizado en las fases precedentes. Aquí juega un papel determinante la gestión de la configuración realizada como seguimiento del proyecto y toda la documentación generada en las fases anteriores. Sin embargo todos los aspectos serán nuevamente comprobados en las *repetidas evaluaciones del sistema que continuaremos haciendo en esta fase.*

5.6.5.2. Accesibilidad

Merecen una mención breve pero especial las características de la accesibilidad determinadas en los objetivos que el sistema en este ámbito debe cumplir.

Esta mención especial se debe a que en muchos proyectos hemos determinado que frecuentemente las consideraciones relacionadas con la accesibilidad del sistema son fácilmente implementables si se tienen en cuenta desde el inicio. Muchos de los aspectos que aportan accesibilidad pueden conseguirse, de realizarse con la previsión y la secuencialidad requeridas, con poco esfuerzo adicional a la codificación habitual.

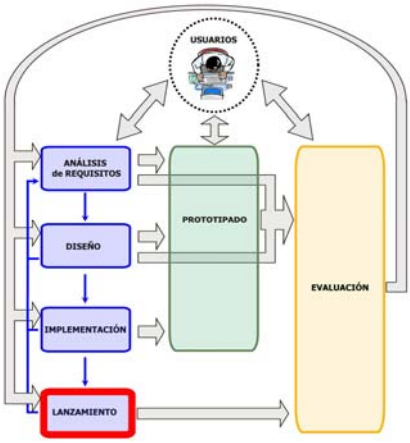
Este factor es destacable en la codificación de sitios web donde existen unas reglas perfectamente determinadas en los estándares especificados WAI del W3C contando además con un conjunto de utilidades de validación y reparación que facilitan enormemente la labor del programador.

En este sentido, cabe destacar que no es suficiente que un sistema software cumpla con las especificaciones de un determinado nivel de accesibilidad para indicar que el sistema

es accesible. Es evidente que "se puede engañar" a los validadores para indicar que el sistema es accesible implementando falsos atributos para que el validador los detecte como válidos. Evidentemente, este aspecto ya entra en la propia ética profesional del equipo de desarrollo o del programador en concreto.

Otro aspecto también relacionado es que tampoco podemos caer el la falsa creencia que aplicando aspectos de usabilidad y adaptando el sistema para su accesibilidad éste ya es usable para las personas con discapacidad. Las necesidades en cuanto a la usabilidad requeridas por este colectivo son completamente distintas y van íntimamente ligadas a la tecnología asistiva utilizada para poder interactuar con el sistema [THE03].

5.6.6. Lanzamiento



La fase de lanzamiento de todo proyecto, sea o no interactivo, suele ser una de las más críticas de cualquier proceso o desarrollo. Es el momento en que se ven concretadas en mayor o menor grado las expectativas puestas en el producto.

Si el cliente se trata de una organización el grado de satisfacción dependerá de qué personas dentro de la estructura jerárquica de dicha organización examinarán los resultados.

De todas formas, cabe indicar que la percepción que el usuario final del producto tiene un peso específico enorme a la hora de indicar si el producto será aceptado o no.

El éxito del producto dependerá de dos factores muy importantes:

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

El primer concepto va relacionado directamente con la usabilidad y la accesibilidad del sistema, mientras que el segundo va relacionado con su funcionalidad.

La aplicación del MPIu+a asegura que ambos aspectos se vean satisfechos, pues:

- El diseño se ha hecho en base y para los usuarios. Haciéndoles partícipes, además, se consigue un efecto doble, por un lado, como en parte se sienten responsables del diseño del sistema no encontrarán motivos para criticarlo duramente, y por otro, como todo ha sido evaluado por ellos mismos su utilización y aprendizaje no les comportará carga cognitiva excesiva.
- Como todo producto software, desarrollado por los métodos clásicos, la evaluación funcional es lo primero que se prima y no se da por bueno si no se cumplen sus especificaciones.

En definitiva, en esta fase deberá comprobarse que se ha conseguido la *aceptabilidad del sistema*, la cual se consigue, según J. NIELSEN [NIE93], mediante una correcta combinación de su aceptabilidad social y su aceptabilidad práctica. La siguiente figura

muestra los factores relacionados con la mencionada aceptabilidad del sistema:

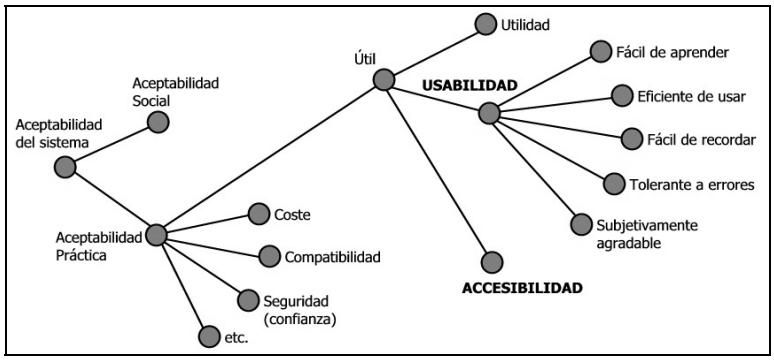


Figura c5_49: Factores que definen la aceptabilidad de un sistema interactivo

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

Realimentación (*feedback*) del usuario. Una vez el producto ha sido instalado y puesto en explotación durante un cierto periodo —denominado habitualmente como fase de pruebas—, se recogen las impresiones, observaciones, pegas, mejoras, defectos, virtudes, etc. detectadas por los usuarios durante su familiarización con el sistema, a partir de las cuales se procede a la implementación de las mejoras y retoques procedentes y que son consistentes con los requisitos preestablecidos. Posteriormente el producto entra en una nueva etapa de test por parte del usuario hasta tener una satisfacción total.

Podríamos pensar que como el sistema se ha desarrollado siguiendo el modelo de proceso centrado en el usuario esta etapa debería ser innecesaria a este nivel del modelo. Tenemos, no obstante buenas razones para que debamos tener en cuenta este factor: La realimentación del usuario…

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

5.7. El MPIu+a en el entorno web

Si bien en cada apartado de la explicación del modelo de proceso hubiésemos podido incluir un punto especial para explicar aquellos aspectos específicos a tener en cuenta cuando se aplica al desarrollo web, por considerar que sería más claro hemos optado por incluir un apartado separado para explicar de manera agrupada todos los aspectos que particulares relacionados con la aplicación del MPIu+a al paradigma en cuestión.

Como hemos visto, parece evidente que un equipo de desarrollo debe afrontar el proceso de una aplicación en el paradigma web teniendo objetivos de usabilidad y de accesibilidad claramente definidos, lo que no será viable si el mencionado equipo no dispone de nuevas metodologías que favorezcan dichos objetivos, siendo el MPIu+a nuestra propuesta a tal necesidad.

Una de las riquezas del MPIu+a es que las fases "más importantes" en cuanto a la obtención de la usabilidad y/o accesibilidad se refiere es que no cambian sea cual sea el paradigma de interacción a utilizar, o sea que aquí se especificarán matices concretos a tener en cuenta en las fases de Análisis de Requisitos, el Diseño, la Implementación y el Lanzamiento, aunque el sentido general del modelo permanece invariable.

5.7.1. Análisis de Requisitos

Ya se ha hablado ampliamente de lo crítica que es esta fase [KOT97][DUR00] y aunque este aspecto es ampliamente compartido por los desarrolladores de software, lo cierto es que habitualmente esta fase no se realiza con el rigor que merece.

En el paradigma web los requisitos se centran en los grandes temas de estudio de la audiencia, las necesidades de los usuarios y la diversidad de los mismos. A continuación se presentan aquellas actividades del MPIu+a directamente relacionadas con el paradigma web:

5.7.1.1. Estudio de la audiencia y de la plataforma

El objetivo del análisis de la audiencia es estudiar quienes serán nuestros usuarios y el entorno de software y hardware que vamos a utilizar.

- **Audiencia**: Siempre que procedemos a iniciar un nuevo proyecto de sitio web lo hacemos pensando en una audiencia determinada. El análisis de la audiencia pretende conocer quiénes son realmente estos futuros usuarios, cómo interactúan y cuáles son sus necesidades.

Tener en cuenta la audiencia supone también ser conscientes de que el crecimiento del

uso de Internet significa que está llegando a un número cada vez mayor de personas, muchas de ellas con un conocimiento tecnológico muy bajo o nulo. Hasta ahora podíamos pensar en audiencias "tecnológicamente savias" y, por tanto, sus necesidades estaban "exentas" de problemas tecnológicos, pero esta nueva masa social que no responde a este perfil tan tecnológico demanda interfaces fáciles de usar a la vez que accesibles.

Para ello, podemos basarnos en información procedente de fuentes empresariales [AIM03][CBU97] o, si la información no está disponible, deberemos proceder a la realización de nuestros propios estudios realizando encuestas y/o entrevistas.

Así, organizaremos la audiencia en categorías, para cada una de las cuales estableceremos el perfil, sus necesidades y sus metas.

Como ejemplo ya se ha visto que para la web de la infancia del ayuntamiento de Lleida se determinó una audiencia muy joven que, debido a sus peculiaridades, debía estructurarse en tres grupos: (1) de 3 a 6 años, (2) de 7 a 10 y (3) de más de 10 años.

A la hora de entender la audiencia no sólo tendremos en cuenta los atributos personales, sino que también deberemos analizar los distintos dispositivos y plataformas que utilizan para acceder a la información.

- **Escenarios**: El objetivo de los escenarios —que ya sabemos que son historias de usuarios que experimentan con el sitio para realizar un objetivo— es asegurarse que resuelve las necesidades de personas específicas en situaciones reales y nos asegura que hemos considerado todos los detalles necesarios. Por tanto, los escenarios son una técnica altamente destacada relacionada con la especificación de la audiencia y sus características.

5.7.1.2. Diseño para la diversidad

Los sitios web están expuestos a gente de los más diversos orígenes. Cualquier persona con un ordenador conectado a Internet puede visitar nuestro sitio web, independientemente de su origen geográfico, cultural, generacional o motivacional. Debemos, por tanto, diseñar nuestro sitio web teniendo siempre presente esta característica.

Cualquier insinuación aparentemente inofensiva en un determinado contexto puede ser altamente ofensiva en otro. Esto es particularmente importante en sitios web diseñados para ser accedidos por varios países que compartan la misma lengua. La lengua española, por poner un ejemplo, dispone de variaciones y transformaciones semánticas diferentes de un país hispano parlante a otro (incluso entre regiones de un mismo país), por lo que el lenguaje a utilizar debe ser lo más internacional posible, sin que esté sujeto a interpretaciones derivadas del contexto particular.

Es evidente que crear un diseño óptimo para todo el mundo es imposible y por ello es necesario identificar la audiencia destino de nuestro sitio con el fin de evaluar sus necesidades minuciosamente.

- **Diferencias individuales**: Segmento de mercado —edad, género, educación, ocupación, aficiones...—, discapacidades —visuales, auditivas, motrices...— y nivel de experiencia son tipos de diferencias entre individuos que deben ser especialmente consideradas al diseñar webs accesibles.

- **Diferencias hardware y software**: Este punto es de los más arduos de realizar, pues en él se analizan las diferentes características de los ordenadores o dispositivos con los que se accede a la información, de los sistemas operativos con sus peculiaridades, la diferente gama de resoluciones de los monitores, de navegadores e incluso de versiones de un mismo navegador, los diferentes sistemas de acceso a la red así como también las diferentes velocidades que directamente afectan al uso de la información, o sea a la usabilidad del sito web.

    - *Plataforma.* Sin duda, aunque Windows PC es la plataforma más común, hay que considerar que otras plataformas juegan un rol significativo en nuestra población objetivo. Por ejemplo, si bien es cierto que las industrias pueden tener un uso muy pequeño de los sistemas Macintosh, éste tiene una cuota de mercado más alta que el PC en el campo del diseño gráfico profesional.
    - *Navegadores.* En cuanto a la variación entre los navegadores o *browsers* es extraordinariamente difícil de llevar al día. Si bien la inmensa mayoría usan el Internet Explorer (versión 5.0 y posterior) no se puede descuidar al porcentaje que utiliza Netscape Navigator o similares. Además, un número elevado de los usuarios de la web no tienen JavaScript habilitado, por lo que si basamos nuestros trabajos exclusivamente con menús de esa tecnología, esta cuota de usuarios no podrá navegar.
    - *Monitores.* Prácticamente la mitad de la población utiliza una resolución de 800x600, con lo que será conveniente probar a fondo nuestro sitio a esa definición además de evitar la aparición de *scrolls* horizontales. Es fundamental también darle la misma importancia a resoluciones de 1024x768, así como evaluar minuciosamente definiciones de colores de 16 bits (65.000 colores).
    - *Velocidad de conexión.* Un tiempo largo de descarga es una de las quejas de usabilidad más frecuentes. Las conexiones de alta velocidad más implantadas en nuestra audiencia son el ADSL y el cable, pero tendremos especialmente presentes el uso de módems de 28.8K y 56K, para que nuestro sitio tenga un tiempo de espera mínimo.

- **Internacionalización**: Internet nace desde su inicio con un espíritu internacional, accesible desde cualquier parte del planeta, sin limitaciones espaciales ni temporales. Los sitios web no conocen ni reflejan nada sobre fronteras que limitan los territorios nacionales.

Diferentes países y culturas utilizan diferentes lenguajes, unidades de medición (peso, tiempo, longitud…), símbolos, monedas, ideologías e incluso diferentes maneras de

proceder ante determinadas situaciones.

La lengua supone una de las principales características que refleja las diferencias internacionales pero no debemos creer que es la única característica, ya que incluso dentro de un mismo contexto lingüístico existen las demás características que también hacen referencia a diferencias internacionales.

Por poner una reflexión sobre el aspecto lingüístico, diremos que el inglés es actualmente la lengua dominante en Internet[98], pero existe un número elevado de personas que no saben, no necesitan saber o simplemente no quieren saber inglés y, sin embargo, quieren o necesitan acceder a dicha información.

5.7.1.3. Necesidades de los usuarios

En esta etapa, y partiendo del trabajo previo de análisis de la audiencia y de la plataforma, definiremos objetivos del negocio o entidad, los objetivos de usabilidad, definir los implicados, analizar la competencia y fijar las metas de éxito a conseguir

Objetivos

Aunque éste es uno de los puntos clave de cualquier análisis de requisitos, sea web o no, en el caso que nos ocupa son los objetivos de negocio más que los funcionales —aun así los objetivos funcionales son los más importantes, puesto que sin éstos normalmente la aplicación carece de sentido— los que deseamos identificar, ya que un parámetro que especialmente marcará el futuro de nuestro sitio será la medición del éxito en relación a dichos objetivos de negocio.

- **Objetivos de negocio (de la empresa)**: En este apartado hemos de establecer por qué los usuarios visitarán este sitio, para entretenerse o para trabajar, para aprender o para aportar información, para conocer o para comprar. Si no sabemos establecer estas razones, probablemente no visitarán el sitio.

En la web de la infancia, los objetivos de negocio más destacados son:

- La página debe servir de vínculo de comunicación entre la juventud y la Oficina de la Defensora de los Derechos de los Niños y Adolescentes.
- Tiene que ser un espacio educativo en el que a partir de diferentes actividades los jóvenes que participen desarrollen un proceso de educación en valores y respeto hacia los demás.
- Que sea una herramienta que permita conocer la ciudad de Lleida, sus costumbres, su cultura, los lugares más emblemáticos, etc.
- Que sea, además, un elemento de interacción entre los niños/niñas y las TIC.

- **Objetivos o especificaciones funcionales**: Este apartado corresponde a la parte más tradicional del análisis de los requisitos de la IS, durante el cual se describe cada subsistema del software y todos los requisitos dentro de cada subsistema. Dado que es

[98] El número de páginas en inglés en Internet están sobre el 70-80% [FUN01].

un tema suficientemente tratado tanto en apartados anteriores como en la propia IS no insistimos en él.

El único punto que es preciso comentar (aunque también ya se ha mencionado) es que puede darse el caso de que algún objetivo de usabilidad entre en contradicción con alguna especificación funcional [SUT02]. Si esto sucede, el equipo de desarrollo junto a los encargados de mantener la calidad del sistema decidirán las acciones pertinentes.

- **Objetivos de usabilidad:** Sin objetivos es difícil poder decidir cómo diseñar un sitio web. Sin objetivos cuantificables de usabilidad resulta imposible medir y valorar si el sitio es usable o no lo es.

Los objetivos de usabilidad necesitan ser identificados para después ser medidos [HIX93], puesto que asignar un valor (o varios) como meta para cada objetivo proporciona al diseñador una línea base de medida, comparación y análisis.

En este apartado analizaremos los objetivos que consideramos más importantes en cuanto a usabilidad del sitio web [BRI02]. En la tabla siguiente definimos una serie posible de objetivos de usabilidad:

Tiempo aprendizaje/tiempo tarea	• Usar el sitio por primera vez sin entrenamiento. • Encontrar un tema por primera vez en menos de 2 minutos. • Usuarios expertos (5 visitas) menos de 30 segundos.
Facilidad de aprendizaje	• Medible por el tiempo que se tarda en la consecución de las tareas habituales.
Número de errores	• No visitar más de tres páginas erróneas para visitar una página. • No hacer errores fatales menos del 99% del tiempo.
Impresión subjetiva	• En una escala de 1 a 10 en cuanto a que el sitio sea atractivo como mínimo de 7 (medible con una encuesta).
Tareas realizadas	• Como mínimo un 75% de los usuarios serán capaces de realizar una compra (en el caso de una web de compra en línea).

Tabla c5_14: Ejemplo de definición de objetivos de usabilidad para un sitio web

En la definición de estos objetivos debemos evitar ser demasiado simplistas o irrealistas. Por ejemplo, la clásica regla de los tres clics, que indica que el diseño de la estructura de un sitio web debe permitir al usuario llegar en tres clics de ratón a la información que desea es, en muchas webs, un objetivo irreal. No deben ser 3 clics, sino los justos y necesarios. Usando este objetivo como punto de partida es responsabilidad de cada equipo de diseño junto con los usuarios para determinar "qué" elementos de información del sitio son "importantes" y "cuántos clics" son aceptables para llegar a ellos [FUC97].

- **Objetivos de accesibilidad:** Tampoco vamos a poner más énfasis del que ampliamente ya se ha argumentado a lo largo del documento. Sólo incidir en que establecer criterios de accesibilidad para implementar sitios web o aplicaciones que utilicen este paradigma debe empezar a ser un aspecto rutinario para toda implementación.

Recordemos que la web es un espacio para todos, universal, y no debemos caer en la

tentación de dejar fuera injustamente un colectivo de personas por el fatalismo de no disponer del total de las capacidades de las que dispone el resto de la población.

Los objetivos que deben marcarse al diseñar una aplicación web dependerán de quiénes sean sus posibles usuarios concretos, aunque es recomendable como mínimo marcarse el seguimiento de las pautas de accesibilidad marcadas por la WAI, que tal como se ha explicado, no aseguran la accesibilidad total, pero sí que facilitan enormemente el acceso a personas con dificultades.

Análisis de la competencia

Seguramente nuestra web, sobre todo si es comercial, no será única y tendrá que competir contra otras similares. Deberemos, por tanto, realizar en esta etapa del desarrollo de un análisis de todas las fuentes secundarias para conocer las fortalezas y debilidades de la competencia [WIL01][STE02] encarado principalmente a la generación de ideas que deberán ser corroboradas por nuestros usuarios finales (que no tienen por qué ser exactamente los mismos que los de dicha competencia).

Analizar la competencia sirve también para ver las buenas ideas que tienen los demás y que pueden ser aplicadas a nuestro negocio, pero debe procederse con mucho cuidado para no ultrapasar los límites de la propiedad intelectual.

Las etapas básicas a cubrir en esta actividad son:

a) Realizar un listado de la **competencia** correspondiente.
b) Crear una **tabla comparativa** con la evaluación de cada sitio.
c) Realizar una **presentación** para revisar los resultados (para lo cual suele ser recomendable la técnica de evaluación *Focus Group*).

Establecer una medida de éxito

Otro aspecto destacable a tener presente en todo sitio web es establecer unos criterios que puedan determinar el éxito del mismo, o lo que es lo mismo, si cumple con los objetivos para los que fue desarrollado. En la mayor parte de casos, la medida estará directamente relacionada con el objetivo del sitio, siendo el número de visitas, de solicitudes, de ficheros descargados o de ventas realizadas los parámetros habituales por los que se rigen.

En el caso de un libro digital disponible en un sitio web, el éxito vendría dado por el número de descargas de los capítulos en el caso de una estantería virtual para profesores y alumnos de la universidad, el éxito vendría marcado por el número de profesores que han depositado material docente correspondiente a sus asignaturas y el número de alumnos que lo utilizan.

Para el sitio web del congreso i2004, este factor viene dado por el número de personas que finalmente se registrarán en el mismo, para la web de la infancia el número de niños de la ciudad de Lleida que la

consultan y participan en sus juegos y para el centro excursionista el número de personas que acceden a la parte pública, y en el número de socios que consultan tanto la parte pública como la privada y la frecuencia con que lo hacen, etc.

Otra manera de considerar el éxito de un sitio es su clasificación en los buscadores y directorios de sitios web más importantes.

5.7.1.4. Evaluación en la fase de requisitos

Realizar encuestas es especialmente útil en las etapas más iniciales del proyecto. Esta técnica está especialmente indicada para conseguir una definición precisa de la audiencia y está siendo, además, una técnica con una buena relación coste-beneficio. Éstas, además, en función de la audiencia a la que va destinada, casi siempre pueden realizarse a través del correo electrónico y tecnología basada en Internet (alcanzando así un espectro de población muy amplio y diverso).

Entrevistas y/o grupos de discusión (*Focus Groups*) con implicados (*Stakeholders*) haciendo uso de maquetas o prototipos de papel nos proporcionarán reacciones subjetivas acerca de nuestras suposiciones que nos ayudarán a entender su entorno y cómo tratan de resolver sus problemas. El carácter individual de las entrevistas hace que los resultados obtenidos carezcan de influencias externas. Por el contrario, las influencias del grupo ensalzan aquellas ideas que un miembro destapa. Vemos, por tanto, que combinar ambas técnicas suele ser altamente beneficioso.

Evaluaciones a partir de descripciones formales de escenarios de casos de uso describen los requerimientos del sistema en el contexto de las especificaciones funcionales mostrando cómo se efectúan los procesos de negocios y qué actores o perfiles de usuario intervienen en éstos a través de las secuencias de tareas descritas para cada uno de los escenarios.

Evaluaciones del tipo recorrido cognitivo con usuarios donde éstos evalúan preferentemente maquetas digitales son especialmente útiles cuando nos encontramos en una iteración un poco adelantada del modelo de proceso.

5.7.2. Diseño

La web es uno de los medios actuales donde el diseño gráfico tiene una mayor relevancia, por lo que el tiempo que esta actividad requiere es elevado. Aun así, no debemos olvidar que el objetivo principal de la web reside en los contenidos que la misma ofrece. Ello nos debe hacer comprender que el tiempo a invertir durante el diseño de la interacción del sitio será aun mayor [NIE01a].

En esta fase del MPIu+a la parte más relevante que deberemos desarrollar será la

implementación del diseño conceptual del sitio con la estructura de la AI desempeñando un papel predominante, para lo cual tendremos presente los aspectos de los siguientes puntos.

5.7.2.1. Estudio de los modelos de navegación

Los diferentes modelos de navegación permiten determinar y entender cómo utilizan Internet los usuarios para definir cómo queremos que naveguen por nuestro sitio.

Varias son las topologías, aunque casi todas, por no decir todas, parten de una página de inicio y de ahí dan acceso al resto del sitio. De todas formas, no hay que olvidar que los navegantes pueden entrar a través de cualquier otra página.

La topología constituye la primera vía de definición acerca de cómo estarán enlazadas las diferentes páginas.

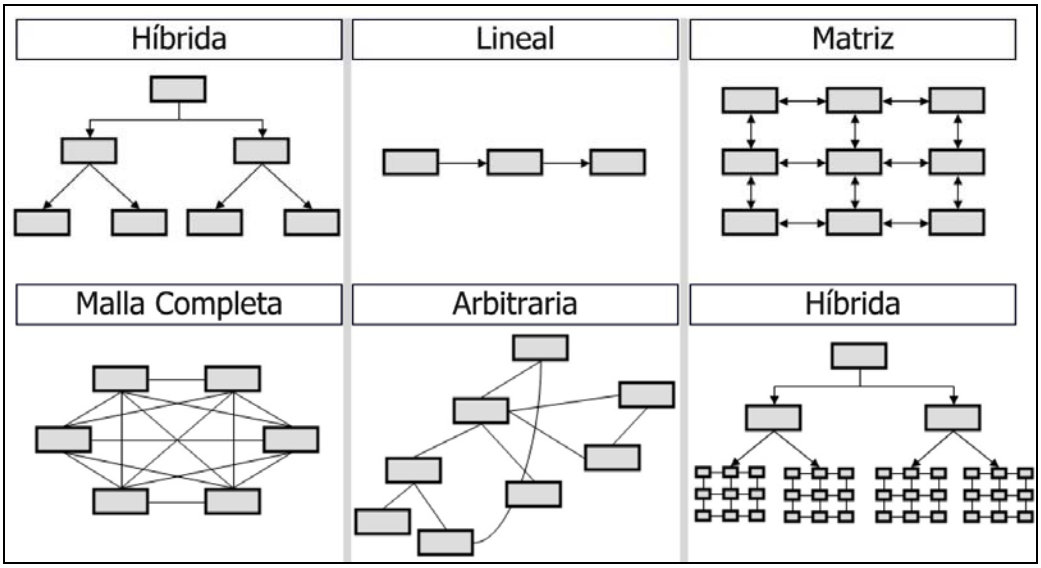


Figura c5_50: Diferentes topologías o estructuras de modelos de navegación

5.7.2.2. La página de Inicio

La *página de Inicio* o "*homepage*" es la página más importante de cualquier sitio web teniendo la misión crítica de comunicar qué es la empresa [NIE02][NIE01a], por lo que el diseño visual y de contenidos de la misma debe realizarse cautelosamente.

El objetivo principal del diseño gráfico es obtener una comunicación visual eficaz, estructurando las páginas con jerarquías consistentes de los elementos de diseño,

enfatizando los más relevantes y mostrando el contenido de una manera lógica y ordenada. Esto no significa que las páginas tengan que ser monótonas y sin inspiración. La estética es un elemento de usabilidad, pero el diseño completo falla si se atienden pobremente los otros objetivos de la comunicación visual. Un buen diseño debe ser estéticamente agradable, pero dentro de un contexto usable.

Mantener una página (del sitio web y especialmente la inicial) consistente, simple y enfocada en los elementos clave nos permitirá explorar creativamente el espacio de diseño mientras mantenemos una página altamente usable [BRI02]. La tabla siguiente resume aspectos básicos que ayudan a mantener la consistencia, la simplicidad y el enfoque clave en una página web con especial afectación en la inicial:

Simplicidad	• Nos aseguraremos que los títulos, los elementos de navegación y la información contenida son reconocidos como tales por el usuario.
Consistencia y contraste	• Estableceremos unicidad a lo largo de las páginas del portal. Además, podemos usar el contraste para conducir la atención del usuario hacia elementos particulares de la pantalla. El contraste y la consistencia van unidos de la mano: Las cosas iguales han de parecer iguales y las diferentes han de parecen diferentes.
Foco	• Haremos hincapié en los elementos clave de una página. Estos elementos (una etiqueta, un título o un icono) deben comunicar inmediatamente la información que contienen.
Simplificación y reducción	• Simplificación de la estructura de la página y reducción de los elementos contenidos dentro de la página (reducir el número de líneas verticales, por ejemplo, una buena manera de mantener el control sobre la estructura es limitar la página a 4 o menos alineamientos verticales).
Equilibrio	• Se usa el equilibrio para establecer un sentimiento de consistencia y armonía en la disposición. • Para desarrollar una página bien equilibrada, empezaremos identificando un eje central (vertical). Una distribución simétrica es altamente organizada, es más fácil de implementar y de revisar y adaptar. • La asimétrica no es buena para el contenido, que cambia a menudo.
Repetición	• Reforzaremos la estructura teniendo consistentemente repetidos ciertos elementos a través del espacio de diseño. Esto además identificará el sitio como un conjunto cohesionado. • La repetición reduce el tiempo de búsqueda visual del usuario y mejora la percepción general. Contribuye, en un nivel más práctico, a la usabilidad minimizando el tiempo de bajada. • Usaremos elementos repetidos en nuestra página para desarrollar una estructura jerárquica de acuerdo a la localización, tamaño y matiz de los elementos generales y destacados.
Principios de Gestalt	• Los principios generales de organización perceptual son la proximidad, la similitud y la buena continuación. • Se pueden usar para organizar una distribución visual y, rompiendo las reglas, se pueden usar efectos para atraer la atención de elementos que cambian frecuentemente y áreas de contenido, para resaltar la actual navegación y localización o para mostrar información crítica.

Tabla c5_15: Características importantes para la distribución de la página de inicio (y del resto)

5.7.2.3. La navegación

Una vez definida la topología organizada a partir de la estructura aportada por técnicas como la ordenación de tarjetas completaremos el trabajo añadiendo atajos aportados por el análisis de tareas, desarrollando la barra de navegación y las señales de orientación.

Los distintos *elementos de navegación* son los que nos permiten movernos por la web. Sin éstos, la web no habría emergido tan exitosamente. Tales elementos son barras de navegación, menús desplegables, opciones de búsqueda, mapa del sitio, sistema de etiquetas, los textos alternativos y de las metáforas a utilizar en toda la interfaz.

5.7.2.4. La Arquitectura de la Información

Ya vimos que la Arquitectura de la Información (AI) se refiere a la estructura de la organización del sitio web, especialmente en cómo las diferentes páginas del sitio están relacionadas entre sí. Implica opciones como la planificación y el análisis de los contenidos, la organización de las páginas, proporcionando indicaciones para ayudar a los usuarios a orientarse, etiquetado de acuerdo al modelo mental de los usuarios, facilitando técnicas de búsqueda y diseñando de la navegación [ROS02b][ROS02c].

La misma información puede tener diferentes estructuras razonables dependiendo de cómo la gente piense, hable de ella o la use.

Partiremos de la información aportada por el análisis de requisitos y el análisis de tareas. Se pueden revisar otras versiones del sitio web que estamos desarrollando y los de la competencia. Esto nos permitirá disponer de piezas de contenidos potenciales, etiquetas y esquemas de organización.

De forma resumida, las tareas a realizar para completar una correcta AI para un sitio web serán:

- **Revisión de material previo**: De la revisión de los resultados obtenidos tras el análisis de requisitos, de los sitios de los competidores y de las tareas determinadas surge una lista completa de los contenidos potenciales, etiquetas candidatas y esquemas posibles de organización.
- **Identificación de objetos**: En la elaboración de los contenidos de un sitio web primero debe procederse a la identificación de los objetos o unidades de información que contendrá la web en particular [FUC97].

El proceso de identificación es un poco diferente si se trata de un sitio nuevo o de uno ya existente. El primero no cuenta con elementos preestablecidos y en el segundo una gran parte del esfuerzo se dedicará a mejorar la organización de la información actual.

Existen diferentes métodos para realizar esta actividad y el método a elegir dependerá, en gran parte, del tiempo y presupuesto disponibles. Los métodos más apropiados son [FUC97] grupos de discusión (*focus group*), encuestas estructuradas (*structured survey*) o encuestas de tanteo (*exploratory survey*).

- **Evaluación de nuestro contenido**: Crearemos un inventario del contenido, que especifica la lista completa de contenido informativo para el sitio que debe ser desarrollado.

- **Crear y evaluar nuestra estructura esencial**: Basándonos en la estructura de la información, las tareas, los tipos de usuario y técnicas de evaluación con el usuario, crearemos una organización de nuestro contenido, decidiendo su agrupación y mostrando un esquema de organización.

Haremos uso de las dos aproximaciones principales para desarrollar una arquitectura: Un diseño de abajo a arriba (*bottom-up design*) y un diseño de arriba abajo (*top-down design*), desde una aproximación de arriba a abajo, consideraremos que la información que podemos situar en un primer nivel podría venir relacionada con las tareas más frecuentes, y desde una aproximación de abajo a arriba nos preguntamos de qué materiales disponemos para construir el sitio.

Finalmente, debemos representar de una manera gráfica y documentar la arquitectura con el objetivo principal de proceder a sus posteriores ciclos de evaluación y rediseño.

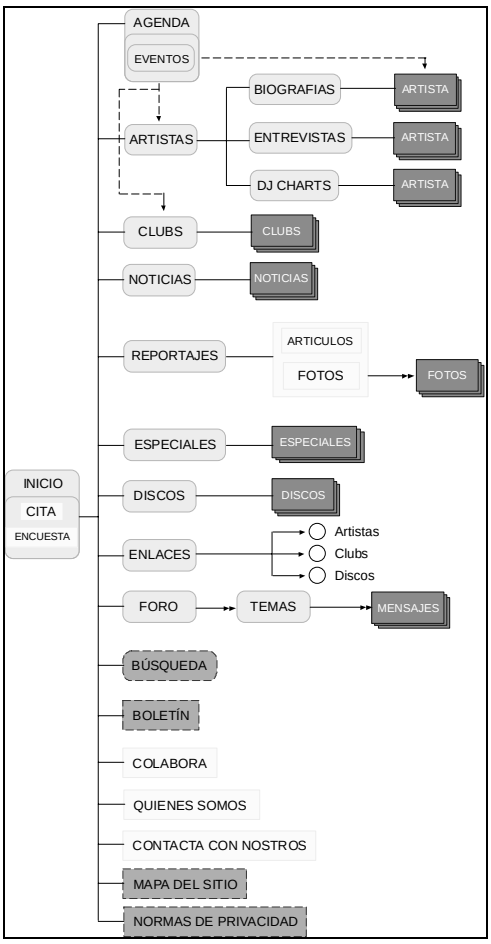


Figura c5_51: Representación de la estructura de la información de la web de culturanocturna

- **Analizar y estructurar la información**: Aunque dicha AI puede realizarse sin la realización del correspondiente análisis de tareas, no es recomendable proceder sin éste, que ayudará a comprender y a resolver problemas funcionales y a la optimización de los mismos. Para este análisis son recomendables técnicas como HTA o CTT, que hemos visto en el apartado 5.6.4.4 dedicado a la fase de Diseño.

Una vez identificados los objetos nos encontramos frente al reto de organizarlos de manera que sea útil y comprensible para los usuarios del sistema.

Aunque es cierto que realizando el análisis de la información pueden revelar algunas pistas, difícilmente podrá determinarse qué tópicos deben agruparse entre ellos, y menos aún imaginar cómo los usuarios los agruparían.

La técnica conocida como ordenación de tarjetas o *card sorting* resulta altamente útil para conocer cómo los usuarios visualizan la organización de la información. El diseñador utiliza las aportaciones de los usuarios para decidir cómo deberá estructurarse la información en la interfaz.

5.7.3. Implementación

Dos aspectos primordiales deben considerarse, uno es el puramente tecnológico y otro, el de los contenidos.

- Aspectos tecnológicos

  Incluye los lenguajes de programación a utilizar, las hojas de estilos, e incluso el seguimiento de las normas WAI para disponer de páginas accesibles a personas con discapacidades. En este aspecto, el MPIu+a, como ya se ha mencionado, deja libertad al equipo de desarrollo, puesto que debemos recordar que el MPIu+a lo que hace es guiar en el proceso de desarrollo para la consecución de productos usables y accesibles, sin entrar en qué tecnología utilizar, puesto que ello dependerá de cada proyecto concreto.

- Aspectos sobre el contenido: *Escribir para la web*

  La base de la web son sus contenidos. Las personas se conectan a Internet buscando incesantemente la información que más le conviene en cada momento, lo que conlleva que el estilo de escritura de lo que se muestra en la web es totalmente distinto a hacerlo para cualquier otro medio.

  El texto de un sitio web debe construirse en base a tres principios básicos como son atraer al visitante, ofrecerle ayuda para su correcta orientación y, evidentemente, transmitirle información. Para ello el contenido debe ser interesante, atractivo y de fácil lectura. La experiencia de leer la información debe ser agradable, el sistema debe informar en todo momento de la situación actual y ofrecer posibilidades para que el usuario pueda decidir si desea continuar.

  > Como menciona S. KRUG, *debemos evitar que el visitante "piense". Si lo que el usuario ve en una página le hace pensar, si le aparecen interrogantes… son factores que favorecen la aparición del "diálogo mental" y, consecuentemente, su desorientación* [KRU00].

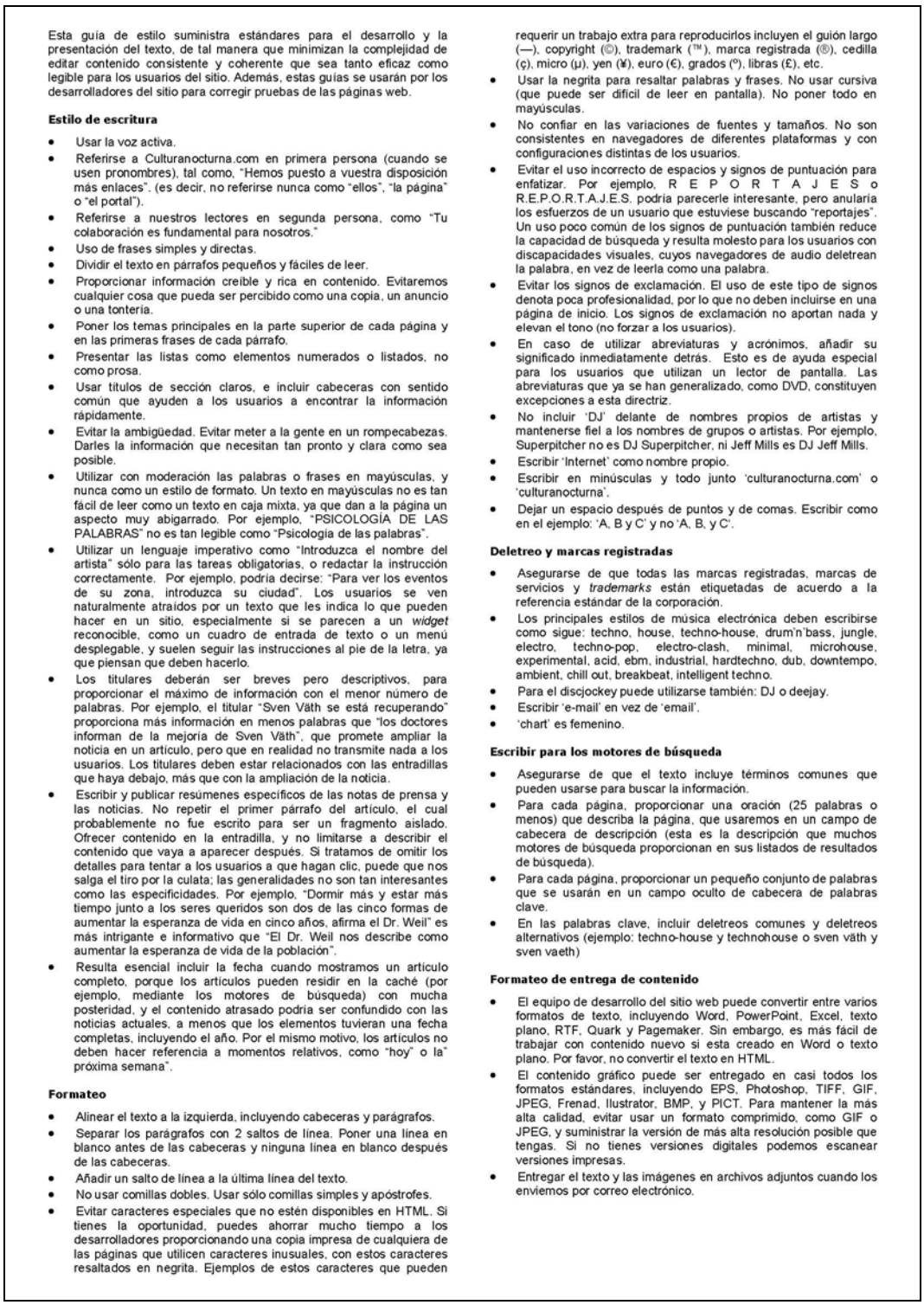
  El objetivo del texto que se escribe es comunicar. La redacción debe soportar las tareas y los objetivos del usuario y debe, además, adaptarse a la audiencia prevista. El *proceso de escritura* deberá, por tanto, estar orientado en función de los parámetros de lectura fácil, legibilidad, escaneabilidad (los navegantes no leen sino que escanean la información en busca de un contenido), la paginación, los enlaces y los principales hitos de cada página. Esta conducta a la hora de leer, condicionará la manera en la que deberemos escribir para la web. Utilizaremos el modelo de *escritura en pirámide invertida*, que de forma muy resumida consiste en empezar cada página por la conclusión [NIE96] de tal manera que el lector interesado pueda profundizar en el detalle y el que no está interesado rápidamente pasa al siguiente encabezado. El usuario debe poder discernir al primer vistazo si aquello que hay dentro le interesa lo suficiente como para continuar leyendo o si debe continuar buscando información

alternativa o saltar a otra más interesante desde su propio punto de vista personal.

Si lo mencionado anteriormente es importante para la usabilidad del sitio web, cuando se hace referencia a la accesibilidad la importancia es aún mayor. Por ejemplo, una persona con discapacidad visual necesita de alguna tecnología asistiva (un lector de pantalla, por ejemplo) para poder acceder a la información que un determinado sitio web le ofrece. Fácilmente puede deducirse que los lectores de pantalla realizarán mejor su misión si el texto está optimizado, de lo contrario el usuario recibe una avalancha de texto oral que más que ayudar le desorientará[99].

En la figura siguiente podemos ver la Guía de Estilo definida para la redacción del contenido escrito para el proyecto de culturanocturna. Esta guía se ha definido tras el intenso trabajo de prototipaje y evaluación tras el cual está ya decidido el diseño (conceptual y gráfico) del sitio web.

[99] Utilizando un navegador textual como por ejemplo Lynx (http://lynx.browser.org/), el encargado de escribir el texto de la web puede hacerse una buena aproximación de lo que un lector de texto leerá.



Esta guía de estilo suministra estándares para el desarrollo y la presentación del texto, de tal manera que minimizan la complejidad de editar contenido consistente y coherente que sea tanto eficaz como legible para los usuarios del sitio. Además, estas guías se usarán por los desarrolladores del sitio para corregir pruebas de las páginas web.

Estilo de escritura

- Usar la voz activa.
- Referirse a Culturanocturna.com en primera persona (cuando se usen pronombres), tal como, "Hemos puesto a vuestra disposición más enlaces", (es decir, no referirse nunca como "ellos", "la página" o "el portal").
- Referirse a nuestros lectores en segunda persona, como "Tu colaboración es fundamental para nosotros."
- Uso de frases simples y directas.
- Dividir el texto en párrafos pequeños y fáciles de leer.
- Proporcionar información creíble y rica en contenido. Evitaremos cualquier cosa que pueda ser percibido como una copia, un anuncio o una tontería.
- Poner los temas principales en la parte superior de cada página y en las primeras frases de cada párrafo.
- Presentar las listas como elementos numerados o listados, no como prosa.
- Usar títulos de sección claros, e incluir cabeceras con sentido común que ayuden a los usuarios a encontrar la información rápidamente.
- Evitar la ambigüedad. Evitar meter a la gente en un rompecabezas. Darles la información que necesitan tan pronto y clara como sea posible.
- Utilizar con moderación las palabras o frases en mayúsculas, y nunca como un estilo de formato. Un texto en mayúsculas no es tan fácil de leer como un texto en caja mixta, ya que dan a la página un aspecto muy abigarrado. Por ejemplo, "PSICOLOGÍA DE LAS PALABRAS" no es tan legible como "Psicología de las palabras".
- Utilizar un lenguaje imperativo como "Introduzca el nombre del artista" sólo para las tareas obligatorias, o redactar la instrucción correctamente. Por ejemplo, podría decirse: "Para ver los eventos de su zona, introduzca su ciudad". Los usuarios se ven naturalmente atraídos por un texto que les indica lo que pueden hacer en un sitio, especialmente si se parecen a un *widget* reconocible, como un cuadro de entrada de texto o un menú desplegable, y suelen seguir las instrucciones al pie de la letra, ya que piensan que deben hacerlo.
- Los titulares deberán ser breves pero descriptivos, para proporcionar el máximo de información con el menor número de palabras. Por ejemplo, el titular "Sven Väth se está recuperando" proporciona más información en menos palabras que "los doctores informan de la mejoría de Sven Väth", que promete ampliar la noticia en un artículo, pero que en realidad no transmite nada a los usuarios. Los titulares deben estar relacionados con las entradillas que haya debajo, más que con la ampliación de la noticia.
- Escribir y publicar resúmenes específicos de las notas de prensa y las noticias. No repetir el primer párrafo del artículo, el cual probablemente no fue escrito para ser un fragmento aislado. Ofrecer contenido en la entradilla, y no limitarse a describir el contenido que vaya a aparecer después. Si tratamos de omitir los detalles para tentar a los usuarios a que hagan clic, puede que nos salga el tiro por la culata; las generalidades no son tan interesantes como las especificidades. Por ejemplo, "Dormir más y estar más tiempo junto a los seres queridos son dos de las cinco formas de aumentar la esperanza de vida en cinco años, afirma el Dr. Weil" es más intrigante e informativo que "El Dr. Weil nos describe como aumentar la esperanza de vida de la población".
- Resulta esencial incluir la fecha cuando mostramos un artículo completo, porque los artículos pueden residir en la caché (por ejemplo, mediante los motores de búsqueda) con mucha posteridad, y el contenido atrasado podría ser confundido con las noticias actuales, a menos que los elementos tuvieran una fecha completas, incluyendo el año. Por el mismo motivo, los artículos no deben hacer referencia a momentos relativos, como "hoy" o la" próxima semana".

Formateo

- Alinear el texto a la izquierda, incluyendo cabeceras y parágrafos.
- Separar los parágrafos con 2 saltos de línea. Poner una línea en blanco antes de las cabeceras y ninguna línea en blanco después de las cabeceras.
- Añadir un salto de línea a la última línea del texto.
- No usar comillas dobles. Usar sólo comillas simples y apóstrofes.
- Evitar caracteres especiales que no estén disponibles en HTML. Si tienes la oportunidad, puedes ahorrar mucho tiempo a los desarrolladores proporcionando una copia impresa de cualquiera de las páginas que utilicen caracteres inusuales, con estos caracteres resaltados en negrita. Ejemplos de estos caracteres que pueden requerir un trabajo extra para reproducirlos incluyen el guión largo (—), copyright (©), trademark (™), marca registrada (®), cedilla (ç), micro (µ), yen (¥), euro (€), grados (º), libras (£), etc.
- Usar la negrita para resaltar palabras y frases. No usar cursiva (que puede ser difícil de leer en pantalla). No poner todo en mayúsculas.
- No confiar en las variaciones de fuentes y tamaños. No son consistentes en navegadores de diferentes plataformas y con configuraciones distintas de los usuarios.
- Evitar el uso incorrecto de espacios y signos de puntuación para enfatizar. Por ejemplo, R E P O R T A J E S o R.E.P.O.R.T.A.J.E.S. podría parecerle interesante, pero anularía los esfuerzos de un usuario que estuviese buscando "reportajes". Un uso poco común de los signos de puntuación también reduce la capacidad de búsqueda y resulta molesto para los usuarios con discapacidades visuales, cuyos navegadores de audio deletrean la palabra, en vez de leerla como una palabra.
- Evitar los signos de exclamación. El uso de este tipo de signos denota poca profesionalidad, por lo que no deben incluirse en una página de inicio. Los signos de exclamación no aportan nada y elevan el tono (no forzar a los usuarios).
- En caso de utilizar abreviaturas y acrónimos, añadir su significado inmediatamente detrás. Esto es de ayuda especial para los usuarios que utilizan un lector de pantalla. Las abreviaturas que ya se han generalizado, como DVD, constituyen excepciones a esta directriz.
- No incluir 'DJ' delante de nombres propios de artistas y mantenerse fiel a los nombres de grupos o artistas. Por ejemplo, Superpitcher no es DJ Superpitcher, ni Jeff Mills es DJ Jeff Mills.
- Escribir 'Internet' como nombre propio.
- Escribir en minúsculas y todo junto 'culturanocturna.com' o 'culturanocturna'.
- Dejar un espacio después de puntos y de comas. Escribir como en el ejemplo: 'A, B y C' y no 'A, B, y C'.

Deletreo y marcas registradas

- Asegurarse de que todas las marcas registradas, marcas de servicios y *trademarks* están etiquetadas de acuerdo a la referencia estándar de la corporación.
- Los principales estilos de música electrónica deben escribirse como sigue: techno, house, techno-house, drum'n'bass, jungle, electro, techno-pop, electro-clash, minimal, microhouse, experimental, acid, ebm, industrial, hardtechno, dub, downtempo, ambient, chill out, breakbeat, intelligent techno.
- Para el discjockey puede utilizarse también: DJ o deejay.
- Escribir 'e-mail' en vez de 'email'.
- 'chart' es femenino.

Escribir para los motores de búsqueda

- Asegurarse de que el texto incluye términos comunes que pueden usarse para buscar la información.
- Para cada página, proporcionar una oración (25 palabras o menos) que describa la página, que usaremos en un campo de cabecera de descripción (esta es la descripción que muchos motores de búsqueda proporcionan en sus listados de resultados de búsqueda).
- Para cada página, proporcionar un pequeño conjunto de palabras que se usarán en un campo oculto de cabecera de palabras clave.
- En las palabras clave, incluir deletreos comunes y deletreos alternativos (ejemplo: techno-house y technohouse o sven väth y sven vaeth)

Formateo de entrega de contenido

- El equipo de desarrollo del sitio web puede convertir entre varios formatos de texto, incluyendo Word, PowerPoint, Excel, texto plano, RTF, Quark y Pagemaker. Sin embargo, es más fácil de trabajar con contenido nuevo si esta creado en Word o texto plano. Por favor, no convertir el texto en HTML.
- El contenido gráfico puede ser entregado en casi todos los formatos estándares, incluyendo EPS, Photoshop, TIFF, GIF, JPEG, Frenad, Ilustrator, BMP, y PICT. Para mantener la más alta calidad, evitar usar un formato comprimido, como GIF o JPEG, y suministrar la versión de más alta resolución posible que tengas. Si no tienes versiones digitales podemos escanear versiones impresas.
- Entregar el texto y las imágenes en archivos adjuntos cuando los enviemos por correo electrónico.

Figura c5_52: Proyecto sitio web culturanocturna.com: Guía de estilo para la redacción del contenido

5.7.4. Lanzamiento

Todo lo realizado anteriormente entra en escena definitivamente en esta fase. Es el momento en que todo el trabajo se ha desarrollado y se pondrá a disposición del usuario final.

Cuando se trata de una aplicación web, esta fase consta principalmente de tres partes bien diferenciadas:

- **Pre-lanzamiento**: Fase en la que el registro del dominio, el alojamiento, y los tests de tareas, de código y de carga del sistema deben realizarse.

- **Lanzamiento**: Donde además de ubicar el sitio será de vital importancia realizar una buena *promoción* del sitio, el proceso de *alta en* ciertos *buscadores*, gestionar *enlaces* en sitios afines y para controlar las visitas que nuestra web recibe proveeremos de mecanismos de *control visitas* como por ejemplo los contadores o los analizadores de tráfico.

- **Post-Lanzamiento**: No debemos confundir esta etapa con el *mantenimiento* pues su misión es muy distinta. Esta etapa en el paradigma web es muy determinante, ya que el objetivo principal es analizar el uso real de nuestro sitio por parte de los usuarios. Nos interesará saber si acceden a él, qué páginas son las más accedidas, qué caminos son los más recorridos, desde dónde acceden nuestros usuarios, que motivaciones tienen, etc. Una técnica muy adecuada para evaluar esta información es la conocida con el nombre de *logging* o *análisis de logs* (ver el punto 5.6.2.5 los métodos de evaluación de la usabilidad) que partiendo de la información que los usuarios van dejando en nuestro servidor podemos encontrar respuesta a muchas de las preguntas anteriormente formuladas y con ello mejorar la usabilidad del sitio.

5.8. Metodología de validación del MPIu+a

Hemos visto que según el punto de vista de la Ingeniería del Software los procesos descritos por las técnicas dependientes o descendientes de la disciplina IPO echan en falta un mayor grado de formalidad, mientras que por otra parte la propia IS desarrolla sistemas centrándose en los aspectos internos del sistema, en la lógica del proceso y en las estructuras de los datos olvidando los aspectos relacionados con los usuarios finales. A pesar de ello, el **objetivo** es **común** a ambas visiones**, pretenden desarrollar sistemas interactivos de calidad** (también hemos visto que dicha **calidad necesita la aportación de ambas visiones** [ISO01]).

Uno de los objetivos principales de este trabajo ha sido no tan sólo proponer, sino también validar una propuesta integradora de ambas visiones incorporando además aquellos aspectos de otras disciplinas relacionadas que habitualmente son olvidadas.

El método de validación escogido para la propuesta previamente presentada es la utilización de un gran número de proyectos reales desarrollados siguiendo el modelo de proceso propuesto. **El verdadero laboratorio de ensayo de la metodología es la diversidad de proyectos reales y proyectos docentes** los más destacados de los cuales se han mostrado al principio del documento y a los que se ha hecho constante referencia en los ejemplos de aplicación de las técnicas descritas en el documento.

Este método de validación es el más arduo de realizar pero tiene la compensación de ser mediante el cual se obtienen los resultados más contrastados y determinantes. Arduo en el sentido de que es necesario entrar en el mercado industrial en busca de proyectos, en que es necesario "gastar" todo el tiempo de desarrollo, sin dejar aspectos sin resolver, —incrementado, en parte, al tratarse de una combinación de las técnicas existentes con las que se pretende investigar su validez— y en el sentido de que deben cumplirse los plazos temporales y presupuestarios establecidos en el contrato con el cliente (aspectos habitualmente olvidados en entornos de investigación).

Mirando la vertiente positiva, encontramos mayor calidad en los resultados obtenidos. Al tratarse, pues, de proyectos reales tanto los usuarios finales como los implicados y los componentes del equipo de desarrollo procedentes de otras disciplinas también son reales y la validación de la usabilidad y de la accesibilidad final de cada sistema tiene unos destinatarios perfectamente determinados que manifiestan abiertamente su grado de satisfacción —insatisfacción— y de conformidad —disconformidad— con el producto entregado.

La metodología incorpora un apoyo de la calidad del modelo basada en la evaluación de cada proyecto en particular y un esquema para mejorar el modelo basado en las mejoras adquiridas como resultado de su aplicación.

Uno de los aspectos destacados que se pretendían era poder demostrar que seguir una

metodología de trabajo centrada en el usuario es válida y adaptable para todos los tipos de paradigmas de interacción existentes. Así pues, las aplicaciones sobre las cuales se ha probado la metodología están desarrolladas bajo paradigmas tan diversos como son la Realidad Aumentada, la Computación Ubicua o el entorno web dando como resultados una validación del método, así como una serie de mejoras a la idea inicial que ha permitido concretar el modelo de proceso tal y como se ha explicado en los apartados anteriores.

5.8.1. Actividades de protección y de planificación

Para ello, nos basamos en actividades de protección de la Ingeniería del Software para dar soporte metodológico al proceso de desarrollo con el propósito principal de obtener un producto de calidad demostrable [PRE00a]. La manera en la que el MPIu+a integra la Ingeniería del Software es extendiendo esta hacia la gestión de la calidad de la usabilidad y la accesibilidad usando:

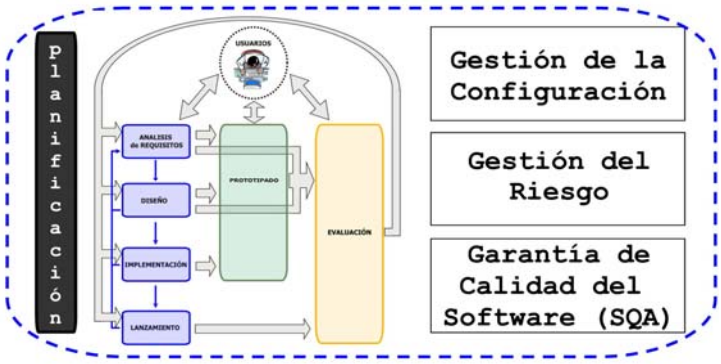


Figura c5_53: Las actividades de protección de la GC, GR y SQA junto con la planificación constantemente actualizada garantizan la calidad de los desarrollos realizados siguiendo el MPIu+a

- La *Gestión de la Configuración* (GC) como el mecanismo de protección que permite gestionar el cambio durante toda la vida de servicio de un sistema interactivo (punto 2.2.4.1.). Será necesario identificar, organizar, controlar y documentar todas las modificaciones que se irán sucediendo. Esta GC empieza en el mismo instante que lo hace el desarrollo y sólo puede finalizarse cuando el producto es retirado del mercado [PRE00a].

- El Aseguramiento o la *Garantía de la Calidad del Software* (GCS) que sobre la base de diseñar planes específicos que consisten en la inspección, revisiones y evaluaciones realizadas, también, durante todo el ciclo de vida de la aplicación permitirá asegurar que cada parte del producto cumple perfectamente con la totalidad de los requisitos para la que fue pensada, diseñada e implementada (punto 2.2.4.2). Ello permitirá asegurar la calidad efectiva del producto final. Las Revisiones Técnicas Formales (RFTs) es una vía

de probada efectividad para llevar a término esta revisión y mejora constante de la calidad del proyecto.

- La *Gestión del Riesgo* (GR) constituye otra actividad de protección básica. Sabemos que el riesgo hace referencia a la posibilidad de sufrir pérdidas, y cierto es que cualquier proyecto está sujeto a un cierto número de estas posibilidades, las cuales producen un impacto sobre el mismo (punto 2.2.4.3). Este impacto puede darse en forma de disminución de la calidad final del producto, incremento de los costes de producción, retrasos en las entregas, o simplemente en fallos. La actividad de la GR es una práctica de la Ingeniería del Software que aporta procesos, métodos y herramientas suficientes para gestionar el mayor número posible de riesgos a los que un proyecto puede verse sometido y, sobre todo, decidir cómo actuar en caso de producirse en beneficio del proyecto [SEI02].

Este conjunto de actividades que "envuelven" el MPIu+a (ver figura c5_53) debe estar correctamente sincronizado con la *planificación* del proyecto, la cual debe estar permanentemente en constante revisión certificando la correcta ejecución del proceso global para que se cumpla.

5.8.2. HT-GC. La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración

Una de las bases del modelo de proceso, como se ha venido repitiendo, es la incesable e iterativa realización de actividades destinadas a entender a los usuarios para captar sus necesidades, hábitos, inquietudes y motivaciones para ser capaces de ofrecerles interfaces que reflejen sus modelos mentales y facilitarles la interacción con el sistema.

Para ello, una sólida obtención y concepción de los requisitos tanto funcionales como de la usabilidad y la accesibilidad del sistema basadas en prototipos y sus posteriores evaluaciones contribuyen en cada ciclo del modelo de proceso en un número de cambios que precisan reflejarse adecuadamente.

En este punto es donde entra en juego **una de las principales aportaciones de este trabajo**: La propia evolución de los casos descritos ha constatado la necesidad de algún tipo de visualización que refleje la *evolución de los cambios producidos* que a la vez permita a todos los componentes de un equipo multidisciplinar ver *qué actividades del MP se están llevando a cabo*, *cuándo* lo están haciendo y *qué relación tienen con las demás*.

Para ello, el MPIu+a propone una **particularización de la GC** que consiste en una hoja de trabajo a la que hemos denominado *Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración* (HT-GC) que refleja, en orden cronológico, todas las actividades realizadas.

La estructura de esta HT-GC es sencilla:

- Las **columnas** coinciden con todas las fases del MPIu+a en este orden: (1) Análisis de Requisitos, (2) Diseño, (3) Implementación, (4) Lanzamiento, (5) Prototipado y (6) Evaluación. Textos que lógicamente corresponden con las cabeceras de cada columna.
- La dimensión variable es el número de **filas**: Se van disponiendo tantas actividades como se realizan de manera que visualmente se aprecie una secuencialidad temporal desde el inicio del proyecto hasta su finalización.
- A modo de representación gráfica podemos unir todas las actividades con una flecha que indica qué actividad precede o sigue a la actividad actual. Este aspecto, al ser puramente informativo, es opcional pero altamente recomendable.

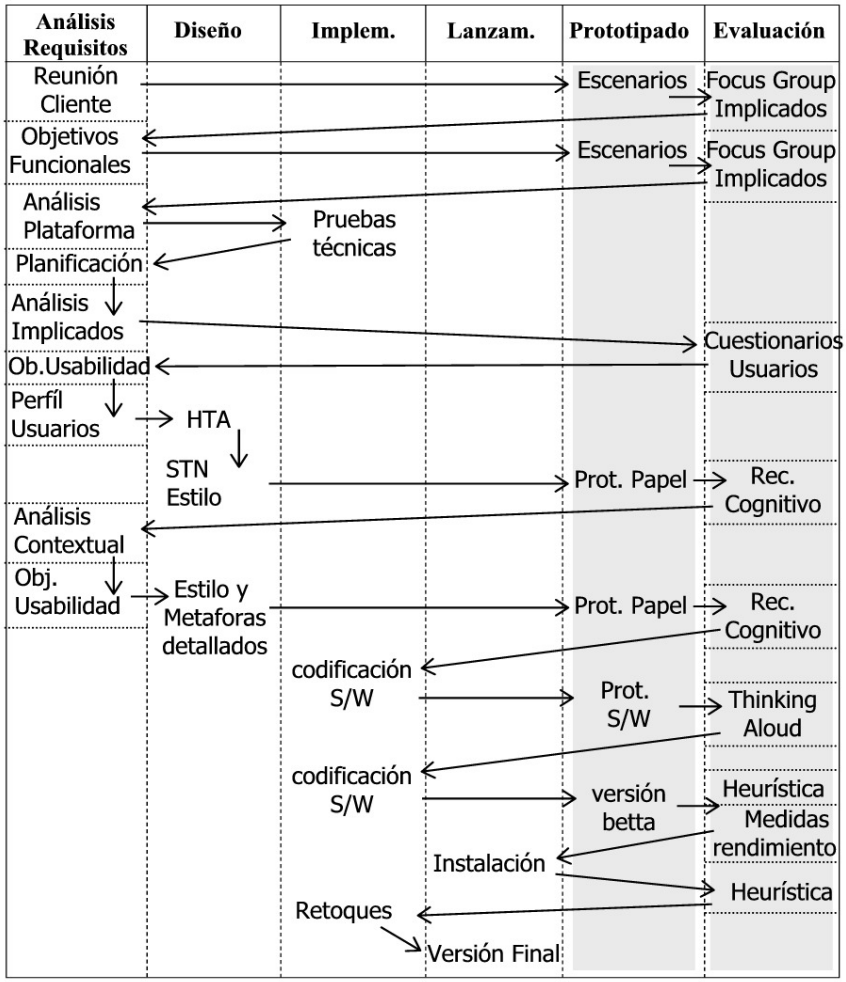


Figura c5_54: Ejemplo de la HT-GC aplicada a un proyecto determinado

La figura c5_54 anterior muestra la HT-GC correspondiente al proyecto de la recepción de la empresa de prefabricados, en la que podemos observar las características descritas. Bajo cada encabezado de columna se encuentran todas las

actividades que se han realizado y dan una orientación temporal de su ejecución.

A simple vista podemos ver el número de prototipos y de evaluaciones realizadas y en qué fase del proyecto se han llevado a cabo, así como que actividades siguen a dichas evaluaciones.

Esta herramienta además de ser útil a nivel informativo, de gestión, de seguimiento y de planificación servirá para uno de los objetivos principales de este trabajo, que trata de calcular el esfuerzo realizado durante el desarrollo para asegurar la usabilidad de los sistemas implementados. Este aspecto, por su trascendencia, será explicado de forma detallada más adelante.

5.8.3. La documentación

Documentar cada una de las actividades realizadas durante el proceso global de desarrollo de cualquier proyecto es esencial para su correcta finalización. De todas formas, esta documentación puede convertirse en un obstáculo si la lógica del proceso de gestión no está de acuerdo con la propia lógica del método de desarrollo y si introduce más burocracia de la estrictamente necesaria.

En nuestro caso, la metodología de documentación sigue la misma lógica del modelo de proceso: C*ada fase crea y gestiona sus propios documentos con el objetivo de crear un repositorio global reflejando el estado completo de la actividad desarrollada.*

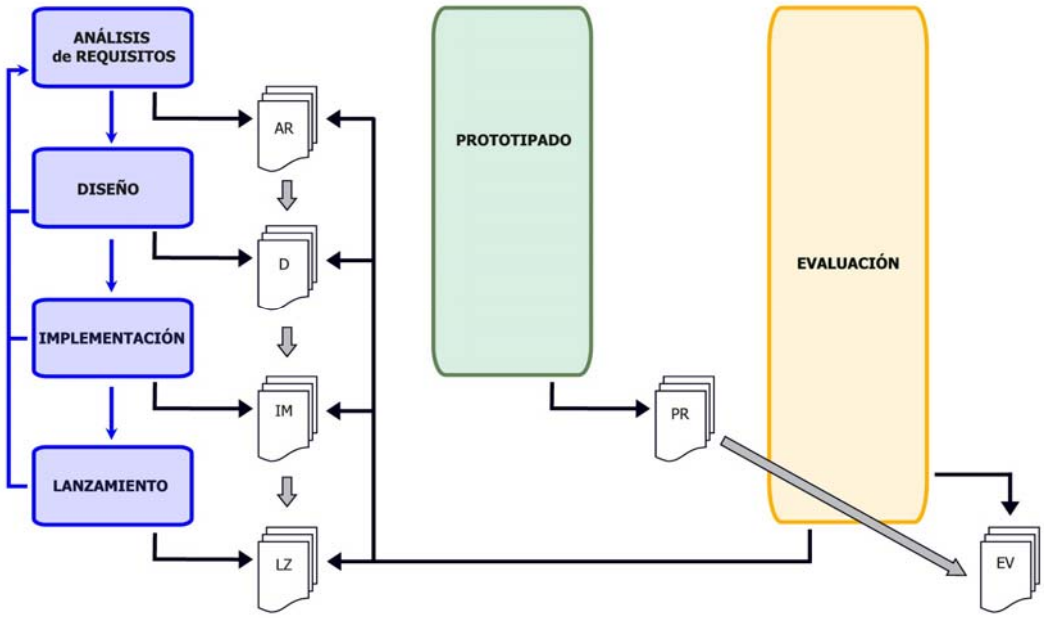


Figura c5_55: Documentación generada en cada una de las fases y la interrelación existente entre ellas

La figura anterior muestra el esquema general de la documentación generada por cada una de las fases que resumidamente funciona de la siguiente forma:

- La fase de análisis de requisitos genera en cada iteración y para cada una de las actividades el *documento "AR"* correspondiente.
- El diseño genera también en cada iteración y tras la utilización de cada técnica un *documento "D"* relacionando el trabajo realizado. Es importante mencionar que los documentos aquí generados no pueden olvidar los documentos "AR" que se van generando para lo cual cada versión del documento dispone de vínculos internos a su referencia anterior.
- La fase de implementación, lógicamente genera sus propios *documentos "IM"* también tras cada una de las iteraciones y con la interrelación con los documentos "AR" y "D" necesarios para garantizar la codificación que los programadores van a generar.
- La fase de lanzamiento genera sus correspondientes *documentos "LZ"*. En este punto avanzado del desarrollo se relacionan aspectos de todos los documentos anteriores que las actividades de protección se encargan de determinar si se han cumplido los objetivos de calidad establecidos para el sistema.
- El prototipado genera los *documentos "PR"*, que recogen todos los aspectos relacionados con todos los prototipos que se han implementado.
- Y la evaluación, con los *documentos "EV"*, genera su documentación como resultado de todas las evaluaciones realizadas. Es importante destacar la implicación de los prototipos realizados para estos documentos, así como la implicación de cada una de las distintas evaluaciones en los documentos de las demás fases relacionadas, pues de sus resultados dependerán los siguientes pasos a realizar en cada una de ellas. Son aspectos que no pueden pasar desapercibidos en este documento.

Un determinado documento está formado por instancias concretas generadas a partir de las diferentes actividades que se realizan (análisis etnográfico, perfiles de usuarios, o aspectos relacionados con la plataforma en fase de análisis de requisitos, por ejemplo), el cual, a su vez, origina versiones incrementales tras cada nuevo ciclo del desarrollo.

A su vez, cada documento (o subdocumento, según se mire) tiene referencias a las instancias relacionadas de los documentos de las otras fases que le afectan o que se ven afectados por el mismo.

Particularmente, el modelo adopta las técnicas conocidas de documentación estructurada definidas por el estándar IEEE 830 [MAZ94] en combinación con la propuesta especificada en [DUR02] que generan documentos expresados en lenguaje natural convenientemente organizados evitando tener informes que contienen cantidades extensas de texto que nadie desea leer.

Como puede intuirse, la gestión documental de un proyecto será del todo ineficiente si no se dispone de una herramienta convenientemente desarrollada para este propósito. Posteriormente, en la sección dedicada al trabajo futuro del Capítulo 6, se explica el desarrollo ya inicializado de una herramienta destinada a gestionar proyectos de sistemas interactivos que se realizan siguiendo el MPIu+a.

5.8.4. Proyectos reales para validar y modificar el modelo de proceso

Intencionadamente, se ha reiterado a lo largo de todo el documento la aplicación práctica de las actividades realizadas para conseguir usabilidad y la accesibilidad en los proyectos presentados en el capítulo introductorio.

Ello es así porque reivindicamos *la práctica como método de validación del modelo de proceso*. Práctica que está basada en la aplicación sistemática a casos reales de las actividades en cada una de las fases que dicho modelo propone.

Esta forma de validación incorpora el aseguramiento de la calidad al modelo de proceso en abse a la evaluación del proyecto y un esquema que mejora el modelo basado en la incorporación de las mejoras aportadas al aplicar el mismo a dichos proyectos.

Hemos desarrollado (y continuamos desarrollando) aplicaciones enmarcadas en diferentes paradigmas de interacción para probar la validez de la metodología propuesta, así como para ver aquellos aspectos que deben mejorarse y/o cambiarse.

Los diferentes paradigmas en los cuales se ha probado el MP son:

- El *paradigma web*: Sitio web del Centre Excursionista de Lleida, Entorno de Recepción Ubicuo, sitio web de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO), web de la Infancia del Ayuntamiento de Lleida.
- Paradigma de *computación ubicua*: Entorno de Recepción Ubicuo, Els Vilars: visita a un yacimiento arqueológico utilizando la Realidad Aumentada.
- Paradigma de la *Realidad Aumentada*: Els Vilars: Visita a un yacimiento arqueológico utilizando la Realidad Aumentada.
- Paradigma de *sobremesa*: El entorno de Recepción Ubicuo, la recepción del hotel, la Herramienta CASE para gestionar un desarrollo interactivo siguiendo el Mpiu+a, la aplicación para los Comerciales de la empresa de prefabricados, y, por extensión, todos los del paradigma web.

Los paradigmas no son excluyentes entre sí y es perfectamente factible que se combinen varios paradigmas en una misma aplicación. Este factor puede observarse en la lista anterior, donde podemos ver que alguno de los proyectos mencionados se encuentra emplazado en más de una categoría.

La sistemática aplicación del MP durante el desarrollo de estos proyectos ha servido para ajustarlo y disponer de la versión actual del mismo.

En el anexo Proyectos Validados se detallan algunos de los proyectos realizados siguiendo la metodología presentada y que, por diversas características, consideramos más significativos y relevantes; están entre los que más han influido en el resultado final del MPIu+a.

5.9. El Esfuerzo de Usabilidad (EU)

Antes de iniciar el desarrollo de esta parte es preciso destacar un aspecto relevante:

En este punto se desarrolla una de las **principales aportaciones con las que esta tesis contribuye al avance científico en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador**, no obstante, a pesar de que puede parecer una contradicción con el discurso hasta ahora realizado, esta aportación está únicamente enfocada al factor usabilidad de los sistemas interactivos, y los siguientes motivos justifican el porqué de tal enfoque:

a) El extenso trabajo presentado en esta tesis inició su andadura teniendo en cuenta el factor "usabilidad" como objetivo principal. No obstante, el avance del estudio y los proyectos realizados afloró un interés cada vez más creciente por la accesibilidad de los sistemas que se iban implementando hasta el punto que actualmente este factor merece tanta consideración como la propia usabilidad. A pesar de ello, la madurez investigadora del factor usabilidad en nuestro grupo de investigación es mayor[100].
b) El enfoque que a continuación se presenta es radicalmente opuesto a los que actualmente existen, por lo que consideramos que no era conveniente abordar la problemática diversificando los objetivos finales. Por ello se optó por no extender el estudio incorporando el estudio del esfuerzo de la accesibilidad hasta tener todos los datos resultantes y sus correspondientes conclusiones referentes al factor usabilidad.

Una vez presentada la propuesta del modelo de proceso metodológico, que permite que equipos de personas multidisciplinares sean capaces de ofrecer a otras personas sistemas interactivos que además de funcionar bien lo hacen eficientemente, satisfactoriamente, agradablemente y sin olvidar a nadie por diferencias físicas, cognitivas o mentales, a continuación se presenta una de las principales conclusiones obtenida a partir de la aplicación del mismo.

En el Capítulo 2 hemos visto la importancia del factor usabilidad en los sistemas

[100] El resto de modelos de la ingeniería de la usabilidad referenciados ni siquiera mencionan el factor accesibilidad.

interactivos, que constituye, además, un parámetro de calidad que los sistemas pueden, y deben ofrecer a sus usuarios: La Sociedad Internacional para la Estandarización, ISO, define seis características de primer orden para el modelo de calidad externa e interna del software (figura c2_10) y entre las que se encuentra la usabilidad.

No obstante, como también somos conscientes de que desarrollar un sistema interactivo altamente usable no es una tarea evidente ni fácil de conseguir, los equipos de desarrollo disponen de metodologías del ámbito de la Ingeniería de la Usabilidad basadas en las aproximaciones de Diseño Centrado en los Usuarios, de Diseño Participativo o de Diseño Contextual (como las descritas en el Capítulo 2), que detallan procesos y técnicas que les guiarán a implementar sistemas usables.

Además, J. NIELSEN, uno de los autores más destacados en el terreno de la usabilidad de los sistemas interactivos, asegura en un reciente estudio sobre el incremento de la usabilidad (AlertBox de marzo 2003) [NIE03a] que *no existe la interfaz de usuario perfecta y, por tanto, el trabajo relacionado con su usabilidad nunca será completo.* Argumenta que cualquier diseño siempre puede mejorarse y aunque llegásemos a disponer de una interfaz que cumpliese el 100% de las recomendaciones de alguna lista de guías de estilo (como las del propio autor) nunca alcanzaríamos la interfaz perfecta, pues seguro que encontraríamos nuevas recomendaciones a añadir a dicha lista que ayudasen a mejorar la experiencia del usuario.

Aun así, una vez disponemos de un nuevo sistema no nos conformaremos con decir que éste es muy, poco o nada usable; desearemos conocer algún tipo de medida numérica que refleje cuantitativamente el nivel de usabilidad del sistema implementado.

No obstante ya hemos visto que la usabilidad es, en sí misma, un atributo altamente ambiguo, subjetivo, relativo y como consecuencia, es tan difícilmente *medible* que aventurarse a cuantificarla supone un reto verdaderamente difícil e interesante.

A continuación veremos cómo se aborda actualmente la problemática de medir la usabilidad para presentar una alternativa desde un punto de vista totalmente diferente a los existentes.

5.9.1. Medición actual de la usabilidad. Principales problemas

Desde hace varios años existen diversas alternativas que permiten medir el atributo usabilidad de los sistemas software que, básicamente, se engloban en dos categorías diferenciadas por el tipo de procedimiento utilizado: Mientras que unas utilizan únicamente *cuestionarios* orientados a conocer el nivel de satisfacción de los usuarios respecto a su experiencia con el uso sistema del cual queremos conocer su grado de usabilidad, otras utilizan *herramientas* software especializadas que facilitan una medición más precisa y automatizada.

Recordemos los cuestionarios comentados en el punto 5.6.2.6, *métricas de usabilidad* en el Capítulo 5, QUIS, SUMI, WAMMI o MUMMS y las herramientas PROKUS o DRUM, comentadas también en el mismo punto.

A pesar de que los dos grupos de técnicas presentadas en el punto anterior han demostrado ser bastante eficientes evidencian, según nuestro punto de vista, los siguientes **inconvenientes**:

a) Los resultados de las métricas actuales de usabilidad confían en medidas tomadas a partir de acciones de usuario y situaciones muy específicas. Cuando el diseñador conoce cuáles serán las acciones y las acciones le condicionan a la hora de decidir los objetivos a medir [DIX04], ello puede hacer olvidar acciones no previstas.
b) Las medidas que tanto cuestionarios como herramientas proporcionan se obtienen principalmente midiendo tan sólo *la satisfacción del usuario* con el sistema [ALV03], y no podemos olvidar que según la definición del estándar ISO 9241-11 *la satisfacción es sólo uno de los parámetros que definen la usabilidad.*
c) Los *cuestionarios* son excelentes para medir cuantitativamente los aspectos reflejados en los mismos pero *no dejan lugar para los aspectos no enumerados* en los mismos *que pueden ser importantes desde el punto de vista de los usuarios*, propiciando que éstos no encuentren su mejor respuesta entre las que el test les ofrece.
d) Existe una fuerte *dependencia entre los resultados obtenidos y la muestra de usuarios* escogidos (cantidad, representatividad y motivación).
e) Se ha observado que *los usuarios cuando contestan preguntas relacionadas con la usabilidad suelen confundirla con la utilidad* [GRU91]. Fácilmente otorgan el sentido de usabilidad a alguna capacidad del sistema que les ha sido útil (olvidando si esta utilidad ha sido difícil de encontrar o suficientemente satisfactoria) y viceversa.

Lista a la que debemos añadirle otro inconveniente más que, creemos, es muy significativo:

f) Aunque repetidamente se ha mencionado la conveniencia de utilizar metodologías procedentes del ámbito de la Ingeniería de la Usabilidad para desarrollar sistemas verdaderamente usables, *en su valoración ninguna de las métricas de la usabilidad existentes consideran dichas metodologías*: Las métricas presentadas pueden aplicarse indistintamente del procedimiento seguido. Por consiguiente, no disponemos de datos que aseguren que los sistemas desarrollados según este tipo de metodologías sean mejores —o peores— que los realizados siguiendo los procedimientos habituales de la Ingeniería del Software.

Existe, por tanto, un vacío difícil de resolver que vamos a tratar de enmendar.

5.9.2. Base metodológica para una nueva propuesta para medir la usabilidad

El **principal objetivo** de esta parte del trabajo radica en explicar **un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo a partir de las actividades realizadas durante su desarrollo siguiendo un DCU** (concretamente siguiendo el MPIu+a); enfoque radicalmente diferente a los existentes hoy en día.

Este enfoque al orientar la gestión de la calidad en el proceso y no en el sistema final (cómo hacen las métricas actuales) está de acuerdo con los principios básicos de la norma ISO 9001, cuya meta principal es conseguir la máxima satisfacción del cliente o usuario: *los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan cómo procesos; el enfoque orientado hacia los procesos permite una rápida y sencilla identificación de los problemas así como la rápida resolución de los mismos, a la vez que resulta mas fácil de implementar, y mas económico de mantener* [ISO00].

El MPIu+a, que tiene sus cimientos, por una parte, en la Ingeniería del Software y, por otra, en la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador y en la Ingeniería de la Usabilidad, proporciona las bases y la metodología que permiten conocer cómo debe proceder un equipo de desarrollo para diseñar aplicaciones interactivas usables y accesibles siguiendo enfoques de DCU claramente marcados.

Concretamente, la Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración, HT-GC, como particularización de la actividad de protección de la Gestión de la Configuración de la Ingeniería del Software que hemos visto anteriormente, constituye un elemento clave para la materialización de la siguiente propuesta.

5.9.3. Nueva métrica para la usabilidad: Esfuerzo de Usabilidad

La idea de partida es bien simple: ***Deseamos*** *encontrar la manera de valorar* (con un número comprendido entre un rango de valores como por ejemplo entre 0 y 10) e*l grado de su usabilidad de un sistema interactivo cualquiera.*

No obstante, factores como la subjetividad de la propia usabilidad o de los usuarios y/o evaluadores de cada sistema, la dificultad de cuantificar numéricamente cuál es su usabilidad o relativizar dicho valor entre unos límites recondujeron el enfoque de la idea inicial para intentar valorar la *dedicación* o el *esfuerzo* realizado durante el desarrollo de una determinada aplicación en conseguir que sea usable. Surge así el concepto del "*Esfuerzo de Usabilidad*".

5.9.3.1. Definición

El *Diccionario de la Lengua Española* define *esfuerzo* como el "*empleo de elementos costosos en la consecución de algún fin*".

Contextualizando este enunciado a nuestro propósito definimos el término Esfuerzo de Usabilidad, EU, como la ***medida que indica los recursos empleados y las actividades realizadas durante el desarrollo de una aplicación interactiva con la finalidad de conseguir un determinado nivel de usabilidad***.

Con ello se pretende tener al final de cada implementación un número que revele "la cantidad de esfuerzo realizado" para conseguir la tan deseada usabilidad, obteniendo así una medida cuantitativa indicadora de la usabilidad del sistema a partir de las actividades realizadas durante la consecución del sistema.

Veamos, por tanto, cómo procedemos para calcular dicha medida.

5.9.3.2. Obtención

Somos conscientes de que para cualquier desarrollo software los resultados que se obtienen nunca son directamente proporcionales al esfuerzo dedicado durante su realización: Puede obtenerse, en el mejor de los casos, un resultado óptimo con un esfuerzo mínimo o, por el contrario, el resultado de un enorme esfuerzo puede ser catastrófico. No obstante, *la experiencia indica que habitualmente*, y en cualquier ámbito de la vida de las personas, *un mayor esfuerzo se ve recompensado con la obtención de mejores resultados*.

Con esta reflexión queremos remarcar que *aunque las probabilidades de mayor usabilidad serán mayores para aquella aplicación con un EU elevado nunca estaremos completamente seguros de esta afirmación*.

El Esfuerzo de Usabilidad intuitivamente

Hemos visto que disponemos, por una parte, de una metodología de desarrollo de sistemas software basada en el DCU, el MPIu+a y, por otra, de un valor que pretendemos calcular a partir de las actividades realizadas al aplicar dicha metodología; concretamente, calcularemos el valor utilizando la HT-GC anteriormente explicada.

No obstante, antes de ver el cálculo numérico del EU observaremos algunos aspectos relacionados con la HT-GC del método que nos serán útiles para comprender el origen del estudio y el resultado esperado.

El conjunto de actividades realizadas tras la finalización de un sistema dibuja una determinada zona sobre la HT-GC que intuitivamente nos revela información

relacionada con la posible usabilidad del sistema.

Concretamente, en el ejemplo de la figura c5_56, a juzgar por la elevada y uniformemente repartida cantidad de actividades de prototipado y evaluación realizadas, podemos intuir que *el esfuerzo realizado para conseguir la usabilidad de este sistema ha sido considerablemente elevado*, siendo además muy regular desde su inicio, lo que nos hace pensar que el sistema tendrá un alto grado de usabilidad, o como mínimo el valor del EU será alto.

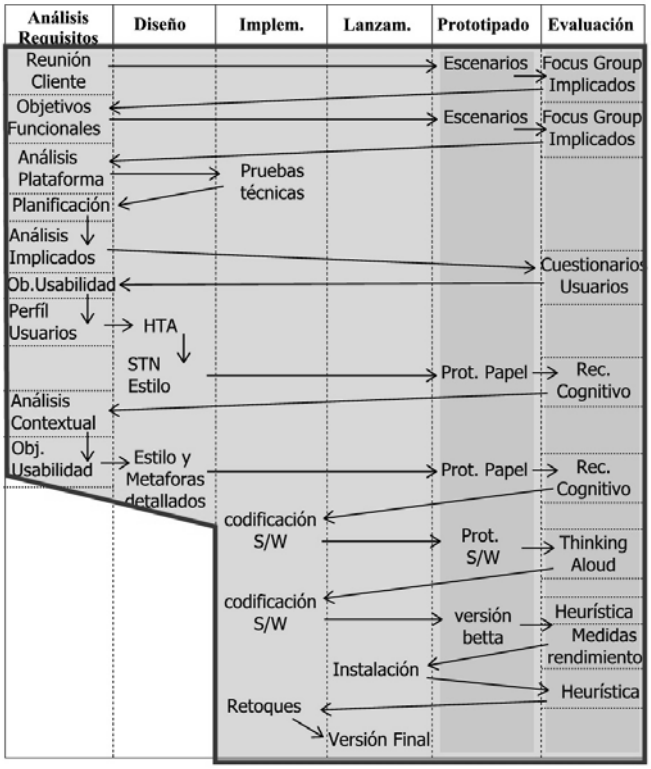


Figura c5_56: Área que define el esfuerzo realizado durante todo el desarrollo de un proyecto interactivo siguiendo el MPIu+a. Concretamente, este ejemplo es el mismo que el visto con anterioridad correspondiente al entorno de recepción ubicuo realizado para la empresa de prefabricados

Siguiendo en esta línea, en los gráficos de la figura c5_57 veremos cuáles serían las situaciones extremas del EU analizando tan sólo el área dibujada por cada desarrollo en la HT-GC:

a) *Esfuerzo de usabilidad mínimo*: Correspondería a aquella aplicación para la cual no se ha realizado ninguna acción meritoria para mejorar la usabilidad de la misma. La gráfica correspondiente a esta situación es la de la figura c5_57(a), y desafortunadamente, es la situación más frecuente del desarrollo del software actual. Este apartado incluye todas aquellas aplicaciones cuyos autores etiquetan como "*user-friendly*" sin que hayan sido evaluadas ni por un usuario.

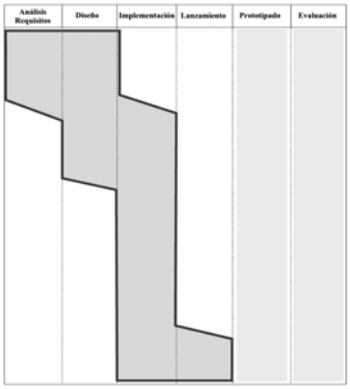


Figura c5_57a: Esfuerzo de Usabilidad MÍNIMO

b) *Esfuerzo de usabilidad máximo*: Sería el caso contrario del anterior, y evidentemente sería el caso para una situación ideal. En la figura c5_57(b) se observa que la superficie, tanto en la parte de prototipado y evaluación como también en el análisis de requisitos y el diseño, está ocupada por actividades que responden a la aplicación sistemática, constante y repetitiva del MPIu+a.

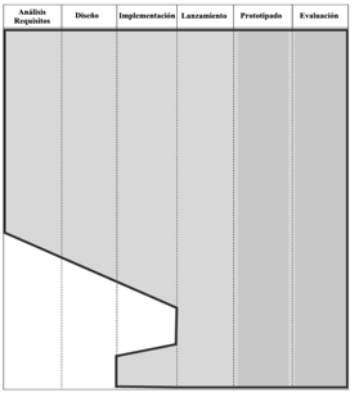


Figura c5_57b: Esfuerzo de Usabilidad MÁXIMO

c) *Esfuerzo de usabilidad "maquillado"*. Actualmente, el tema de la usabilidad de los sistemas interactivos está, por decirlo de alguna manera, de moda. Los responsables de muchas empresas que desarrollan de software conocen la teoría y maquillan el resultado final de sus productos realizando una evaluación en la fase final del proyecto, tras la cual mejoran un poco la usabilidad del producto implementando aquellos cambios sugeridos por la evaluación que no afectan a la estructura interna del sistema.

   Es más, en la mayoría de casos esta evaluación final suele ser una evaluación heurística [NIE94a], que si bien es cierto que es una de las técnicas que aportan mejores resultados, no podemos olvidar que en ella no interviene ningún usuario y *si* además *se realiza como procedimiento único al final del desarrollo poco podremos cambiar para*

mejorar la usabilidad del sistema.

Cierto es que esta situación es mejor que la comentada en el caso anterior, pero no deja de ser un puro maquillaje de la realidad que responde más a estrategias de marketing comercial que al beneficio real que la usabilidad aporta a la solución final. En la figura 5_53(c) podemos ver el esquema correspondiente a esta situación:

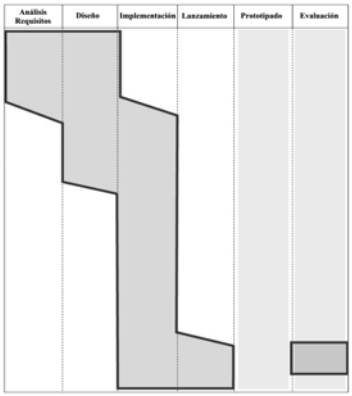


Figura c5_57c: Esfuerzo de Usabilidad MAQUILLADO

Analizando de nuevo el ejemplo de las figuras c5_54 y c5_56 parece claro que el EU de la aplicación está muy cerca del máximo posible, lo que es sinónimo de un gran esfuerzo para mejorar la usabilidad y, presumiblemente, la aplicación será fácilmente utilizable.

Análisis del cálculo matemático

Para el cálculo matemático del valor del EU utilizamos la siguiente simplificación: Buscaremos una función matemática para ponderar tan sólo las actividades de la columna de la evaluación y, a partir de los resultados parciales de estas ponderaciones, obtener el EU del sistema completo.

Los motivos de esta consideración son:

- A pesar de ser cierto que la base de la consecución de la usabilidad del sistema es fruto de repetidas actividades de prototipado y de evaluación realizadas durante el desarrollo, también es cierto que de poco sirve un prototipo no es evaluado. O sea, el resultado de la función de ponderación para un prototipo que no es evaluado es cero.
- Por otra parte, algunos métodos de evaluación no precisan de prototipos para realizarse, y para aquellos que sí lo necesitan puede incluirse el "factor prototipo" en la ponderación de cada método de evaluación, con lo cual se valora también la relación que existe entre ambos.

- Además, bien conocido es que subdividir la realización de un proyecto en unidades analizables individualmente ayuda a analizar el resultado global, y aplicando esta premisa a nuestro modelo hemos determinado la actividad de evaluación como la más adecuada para marcar el final de cada una de estas entidades individuales.
  De esta forma, definimos un ciclo como el conjunto de actividades comprendidas entre dos evaluaciones consecutivas[101], con la excepción de que varias evaluaciones consecutivas sobre un mismo prototipo son subevaluaciones el conjunto de las cuales constituyen una única evaluación.

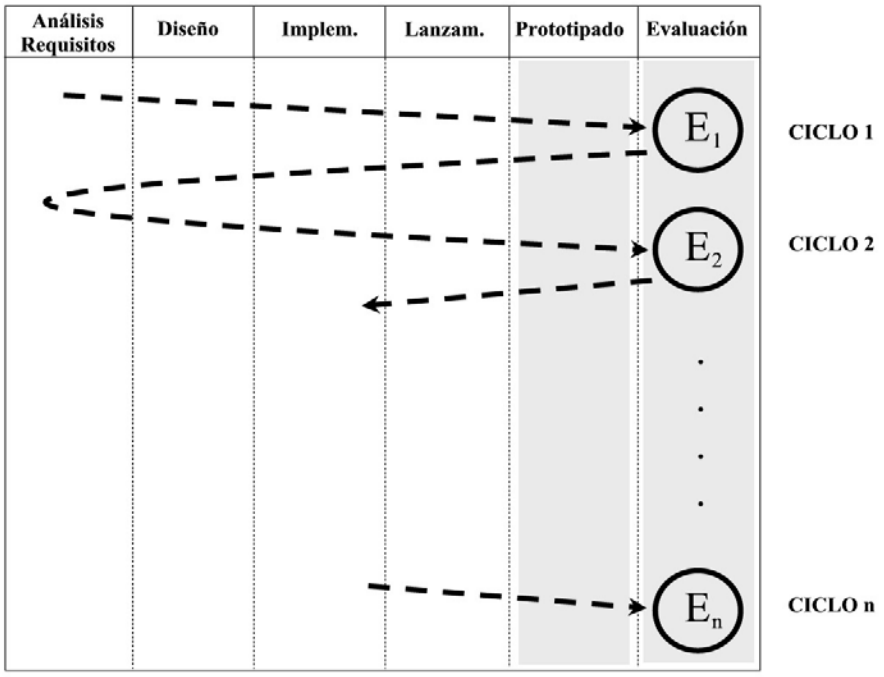


Figura c5_58: Cada evaluación realizada (E_i) —o conjunto de subevaluaciones— determina un ciclo en el modelo de proceso MPIu+a

Función de ponderación de cada método de evaluación.

Cada método o técnica de evaluación de la usabilidad tiene condicionantes propios que les diferencian entre sí y, por consiguiente, condicionan directamente el valor de su correspondiente función de peso. No obstante, tras realizar un minucioso análisis de dichos condicionantes hemos encontrado un *conjunto único de parámetros comunes* que son suficientes para definir las características particulares de cada uno de ellos. Utilizaremos, por tanto, este conjunto de parámetros para definir el valor resultante.

[101] Evidentemente, el primer ciclo será el comprendido entre la primera actividad del MPIu+a y la primera evaluación.

Este conjunto único de parámetros es el siguiente:

- La **FASE** del MPIu+a en la que se aplica. Las propias características de cada técnica indican que su aplicación es más apropiada en unas fases del proyecto que en otras y este parámetro refleja esta peculiaridad, el valor del cual será mayor en la o las fases más apropiadas y menor en las demás.
- El **NÚMERO DE USUARIOS** que intervienen en la prueba. Igual que antes, las características individuales de cada técnica definen el número óptimo de usuarios necesarios para obtener los mejores resultados. Por tanto, con este parámetro se pretende valorar la optimización de los recursos humanos.
- El **NÚMERO DE IMPLICADOS** que participan de la evaluación. Los implicados en un sistema interactivo tienen un papel vital en algunas de las evaluaciones, importancia reflejada por este parámetro.
- El **NÚMERO DE EVALUADORES** que realizan la prueba. Como pasa con los usuarios, cada método proporciona mejores resultados según el número de evaluadores que han intervenido. Y no por poner más evaluadores obtenemos mejores resultados. Cada método tiene su óptimo y este parámetro refleja este factor.
- El **PROTOTIPO UTILIZADO**. Considerando que una misma prueba de evaluación consigue obtener mejores o peores resultados en función del prototipo utilizado, o incluso que alguna no requiere de prototipo alguno, con este parámetro se pretende reflejar la adecuación del prototipo utilizado.
- La **COMPLETITUD** es un parámetro porcentual que pondera la cantidad de las características interactivas (relacionadas con la usabilidad de la parte del sistema evaluado) que se han probado. El sentido de este parámetro es distinto a los anteriores, pues con él se pretende medir si se han comprobado todos los objetivos determinados o sólo una parte de los mismos.
  Este mismo parámetro refleja, para aquellos casos que precisan de prototipo, si éste implementa todos los requisitos determinados que son necesarios para la evaluación o sólo los implementa parcialmente.

Una vez determinados los parámetros es necesario asignarles valores concretos para caracterizar los distintos métodos de evaluación de manera que los resultados sean comparables. Con tal propósito la **asignación de valores** en cada método de evaluación **se ha otorgado a partir de la propia experiencia y siguiendo los siguientes principios**:

- *Uniformidad* y *coherencia*: Cada parámetro, para ser válido para todos los métodos, debe ponderarse siguiendo exactamente los mismos criterios.
- *Equitatividad*: El valor de cada parámetro será asignado de manera totalmente imparcial. El mismo parámetro "debe medir exactamente lo mismo" de cada método.
- *Acotación idéntica:* el rango de valores posibles para un mismo parámetro es el mismo para todos los métodos (por ejemplo, entre 0 y 100).

La siguiente tabla muestra la asignación de valores[102] para los diferentes parámetros (columna Resultado Función) para los distintos parámetros correspondientes al método de evaluación *Focus Group*.

	Focus Group	
Nombre del parámetro	Valor del parámetro	Resultado Función
A_1: Fase	R	80
	D	80
	I	80
	L	100
A_2: #usuarios	1 a 5	80
	6 a 9	100
	> 9	80
A_3: #implicados	1 a 3	40
	4 a 6	65
	7 a 10	70
	> 10	70
A_4: #evaluadores	1 a 3	40
	4 a 6	65
	7 a 10	70
	> 10	70
A_5: Prototipo	Papel	75
	StoryBoard	50
	SB Navegacional	75
	Maqueta	75
	Escenario	75
	Vídeo	100
	S/W horiz.	100
	S/W vert.	100
C : Completitud	valor porcentual que depende de cada aplicación concreta	

Tabla c5_16: Parámetros y valores para la evaluación "*Focus Group*"

En este caso, puede deducirse que el mejor momento de aplicación del método se produce en fase de Lanzamiento (aunque es también apropiado para el resto de fases), el número óptimo de usuarios es de 6 a 9, el de implicados y de evaluadores es a partir de 7 y los mejores resultados se obtienen utilizando los prototipos de vídeo y cualquiera de las modalidades de S/W, mientras que la completitud dependerá de su aplicación en cada caso concreto.

De todas formas, somos conscientes de que esta asignación de parámetros no es la óptima y que debe pasar por un proceso de calibración que determine los valores que mejor reflejen la realidad.

[102] La acotación de valores asociados a cada parámetro se han determinado entre el rango [0, 100]. Debe tenerse presente que tal asignación no ha resultado nada fácil, pues al no existir ningún estudio previo en el cual basarse se han puesto siguiendo los criterios que la experiencia de la aplicación nos ha proporcionado y tomando (siempre que ha sido posible) todas las referencias de su aplicación de la literatura científica existente.

Siguiendo criterios similares se completa la tabla con todos los parámetros valorados para todos los métodos de evaluación de la usabilidad (tabla c5_17).

	F(heurística)		**F(recorrido cognitivo)**		**F(recorrido cognitivo con usuarios)**		**F(Obs.Campo)**		**F(Focus Group)**		**F(logging)**	
Nom. Param.	Valor Par.	Valor Par.	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F
fase	R	25	R	85	R	85	R	100	R	80	R	0
	D	50	D	100	D	100	D	70	D	80	D	0
	I	75	I	50	I	50	I	10	I	80	I	0
	L	100	L	25	L	25	L	10	L	100	L	100
#usu.			1 a 3	50		50	1 a 5	50	1 a 5	80		
			4 a 6	75		75	6 a 10	75	6 a 9	100		
			7 a 10	80		80	10 a 20	80	> 9	80		
			>10	80		80	> 20	100				
#impl.							1 a 5	50	1 a 3	40		
							6 a 10	75	4 a 6	65		
							10 a 20	80	7 a 10	70		
							> 20	100	> 10	70		
#eval.	1	50	1 a 3	50	1 a 3	50	0	0	1 a 3	40	0	0
	2	75	4 a 6	75	4 a 6	75	1	100	4 a 6	65	1	100
	3	80	7 a 10	80	7 a 10	80			7 a 10	70		
	4	80	>10	80	>10	80			> 10	70		
	>=5											
compl..	x (%)		x (%)		x (%)		x (%)		x (%)		x (%)	
Prot.	Papel	20	Papel	100	Papel	100			Papel	75		
	SBoard	20	SBoard	20	SBoard	20			SBoard	50		
	SB Nav.	70	SB Nav.	70	SB Nav.	70			SB Nav.	75		
	Maq.	20	Maq.	40	Maq.	40			Maq.	75		
	Escen.	20	Escen.	20	Escen.	20			Escen.	75		
	Vídeo	20	Vídeo	30	Vídeo	30			Vídeo	100		
	S/W H.	80	S/W H	80	S/W H	80			S/W H	100		
	S/W V.	65	S/W V	100	S/W V	100			S/W V.	100		
	S/W	100	S/W	100	S/W	100			S/W	100		

Sigue en la página siguiente…

Tabla c5_17a: Cuadro de parámetros con sus respectivos valores correspondiente a todos los métodos de evaluación

…continúa de la página anterior.

	F(cuestionario)		F(entrevista)		F(medida prestaciones)		F(thinkig aloud)		F(interacción constructiva)		F(test retrospectivo)		F(conductor)	
Nom. Param.	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F	Valor Par.	F
fase	R	100	R	100	R	10	R	100	R	100	R	10	R	100
	D	50	D	50	D	10	D	100	D	100	D	10	D	100
	I	10	I	10	I	20	I	100	I	100	I	10	I	100
	L	30	L	10	L	100	L	100	L	100	L	100	L	100
#usu.	1 a 10	50	1 a 10	50	1 a 5	80	1 a 5	80	1 a 5	80	1 a 5	80	1 a 5	80
	10 a 50	75	10 a 50	75	6 a 9	100	6 a 9	100	6 a 9	100	6 a 9	100	6 a 9	100
	> 50	100	> 50	100	> 9	80	> 9	80	> 9	80	> 9	80	> 9	80
#impl.	1 a 10	50	1 a 10	50	1 a 3	40	1 a 3	40	1 a 3	40	1 a 3	40	1 a 3	40
	10 a 50	75	10 a 50	75	4 a 6	65	4 a 6	65	4 a 6	65	4 a 6	65	4 a 6	65
	> 50	100	> 50	100	7 a 10	70	7 a 10	70	7 a 10	70	7 a 10	70	7 a 10	70
					> 10	70	> 10	70	> 10	70	> 10	70	> 10	70
#eval.	0	0	0	0	1 a 3	40	1 a 3	40	1 a 3	40	1 a 3	40	1 a 3	40
	1	100	1	100	4 a 6	65	4 a 6	65	4 a 6	65	4 a 6	65	4 a 6	65
					7 a 10	70	7 a 10	70	7 a 10	70	7 a 10	70	7 a 10	70
					> 10	70	> 10	70	> 10	70	> 10	70	> 10	70
Compl.	x (%)		x (%)		x (%)		x (%)		x (%)		x (%)		x (%)	
Prot.					Papel	0	Papel	100	Papel	100	Papel	0	Papel	100
					SBoard	0	SBoard	100	SBoard	100	SBoard	0	SBoard	100
					SB Nav.	0	SB Nav.	100	SB Nav.	100	SB Nav.	0	SB Nav.	100
					Maq.	0	Maq.	100	Maq.	100	Maq.	0	Maq.	100
					Escen.	0	Escen.	100	Escen.	100	Escen.	0	Escen.	100
					Vídeo	0	Vídeo	100	Vídeo	100	Vídeo	100	Vídeo	100
					S/W H	100	S/W H	100	S/W H	100	S/W H	100	S/W H	100
					S/W V	100	S/W V	100	S/W V	100	S/W V	100	S/W V	100
					S/W	100	S/W	100	S/W	100	S/W	100	S/W	100

Tabla c5_17b: Cuadro de parámetros con sus respectivos valores correspondiente a todos los métodos de evaluación

Una vez asignados los valores de los parámetros para todos los métodos de evaluación de la usabilidad disponemos de información suficiente para calcular el peso para cada una de las actividades de la columna evaluación de la HT-GC. Para ponderar el **EU de cada actividad de evaluación** hemos escogido la siguiente función real, que toma valores sobre el espacio de parámetros:

$$f_j = \sum_{k=1}^{m_j} \left(\frac{C_k}{k} \cdot \sum_{i=1}^{n} A_{i,k} \right)$$

donde j es la evaluación que se está ponderando, m_j es cada una de las sube valuaciones

que pueden componer una misma evaluación[103], C_k es el parámetro completitud para la subevaluación *k-ésima* y $A_{i,k}$ es el parámetro i de la subevaluación k.

- Ejemplos de la función de ponderación

  A continuación mostramos una serie de ejemplos que muestran cómo se obtiene el valor del EU "parcial" en algunos ciclos concretos correspondientes a diferentes sesiones de evaluación de algunos de los casos reales de uso de la tesis.

  El *primer ejemplo* corresponde a una sesión de evaluación por recorrido cognitivo realizada en el cuarto ciclo del proyecto de la Cafetería.

Proyecto: **Cafeteria**

Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
4	Rec.Cognitivo	Diseño	100	4	75	-	-	2	50	100	1	Prot.Sw	100	325
													SubTotal=	325

Figura c5_59: EU para el recorrido cognitivo del proyecto Servicios Personales de la Paeria

La sesión se realizó en fase de diseño, con la intervención de cuatro usuarios, ningún implicado en el sistema y con dos evaluadores examinando un prototipo software, dando 325 como resultado un valor para el EU de esta evaluación Podemos observar que el valor del parámetro completitud es 100%, lo que significa que se ha evaluado el sistema completo. De todas formas, en el estudio actual se ha tomado este valor en todos los casos.

El *segundo ejemplo* corresponde al cuarto ciclo del proyecto del sitio web del Centre Excursionista de Lleida.

Proyecto: **Centre Excursionista de Lleida (CEL)**

Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
4.1	Entrevista	Diseño	100	4	50	1	50	1	100	100	1	Prototipo papel	0	300
4.2	Focus Group	Diseño	100	1	80	2	40	1	40	100	1	Prototipo papel	75	167,5
4.3	Rec.Cognitivo	Diseño	100	1	50	2	0	1	50	100	1	Prototipo papel	100	99
													SubTotal=	566,5

Figura c5_60: EU para las tres actividades de evaluación del cuarto ciclo correspondiente al proyecto del sitio web del Centre Excursionista de Lleida

Este caso está compuesto por tres evaluaciones, una entrevista, un *Focus Group* y un recorrido cognitivo, con lo cual, según la fórmula anterior, el valor del *Focus Group* (segunda evaluación) ve reducido su valor a la mitad y el del recorrido (tercera evaluación) a la tercera parte.

Los ejemplos *tercero* y *cuarto* corresponden, respectivamente, al primer ciclo de evaluación del proyecto de la Diputació de Lleida (una observación de campo y

[103] Normalmente m_j es 1 y la fórmula se reduce considerablemente.

una subevaluación realizada mediante un cuestionario) y al segundo ciclo del sitio web de la tienda *on-line* (evaluado mediante la técnica del *thinking aloud*).

Proyecto: **Diputació de Lleida**

Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1.1	Obs de Campo	A.Requisitos	100	15	80	2	50	1	100	100	1	-	0	330
1.2	Cuestionario	A.Requisitos	100	37	80	-	0	1	100	100	1	-	0	140
													SubTotal=	470

Figura c5_61: EU para el primer ciclo del proyecto de la Diputació de Lleida

Proyecto: ***Tienda online***
Ciclo:2

Subciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		f
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
2.1	Thinking Aloud	A.Requisit	100	1	80	2	40	2	40	100	1	Prot.Pap	100	360
													Total	360

Figura c5_62: EU para el segundo ciclo del proyecto de la tienda *on-line*

Cálculo del EU de un determinado desarrollado completo.

Con la fórmula anterior seremos capaces de calcular los valores de todos los ciclos (con sus correspondientes evaluaciones) reflejadas en la HT-GC. Ahora sólo nos queda sumar estos valores parciales para obtener el Esfuerzo de Usabilidad de la aplicación de la siguiente forma:

$$EU = \sum_{j=1}^{N} f_j$$

donde f_j son las funciones de ponderación de cada evaluación j, N es el número total de evaluaciones y, evidentemente, EU es el Esfuerzo de Usabilidad final del sistema desarrollado.

Significado.

Llegados a este punto se abre un interesante debate. Disponemos de una manera sistemática y precisa que permite cuantificar uniformemente el esfuerzo realizado para procurar que el sistema disponga de la dosis de usabilidad lo más elevada posible. Este cálculo, que como hemos visto se obtiene de valorar una forma de proceder altamente recomendada como es el DCU, supone la *primera aproximación conocida de valorar la usabilidad de un sistema a partir de ligar el procedimiento con el resultado.*

Conceptualmente estaremos de acuerdo en que el valor del EU de un determinado proyecto no es más que un número indicativo de un cierto esfuerzo para la consecución de un determinado objetivo; en nuestro caso, la usabilidad.

De todas formas, se ha aplicado el concepto a un gran número de desarrollos reales de características muy diversas (desarrollados todos ellos siguiendo el MPIu+a) con la intención de obtener datos empíricos procedentes de la experimentación que permitan extraer conclusiones sobre la verdadera utilidad de este nuevo planteamiento.

La siguiente tabla refleja el EU junto a otros datos adicionales correspondientes a nueve de los casos estudiados más relevantes [104]. Los parámetros adicionales considerados han sido los costes económicos del proyecto (con las actividades de usabilidad y sin ellas) y la relación o ratio entre este coste y el EU.

	EU	Coste		Ratio EU/CU
		CON usabilidad (CU)	SIN usabilidad[105] (SU)	
La Cafetería	1.285	5.220 €	660 €	0,246
Infants Paeria	2.451	21.860 €	17.440 €	0,112
Vilars RA	750	16.100 €	240 €	0,047
Comerciales	1.490	15.360 €	13.440 €	0,097
Diputació	2.365	10.760 €	12.380 €	0,220
Entorno Recepción	2.463	27.800 €	33.860 €	0,089
culturanocturna.com	1.015	18.560 €	17.320 €	0,055
Serveis Personals	755	12.400 €	14.140 €	0,061
CEL	2.393	23.140 €	15.860 €	0,103
Tienda on-line	2.620	23.700 €	17.800 €	0,111

Tabla c5_18: Esfuerzo de Usabilidad y otros valores comparativos calculados en varios proyectos de sistemas implementados

El anexo "*Cálculo del EU en algunos de los casos reales referenciados*" expone el detalle de los cálculos realizados que permite ver el proceso seguido para calcular los resultados mostrados en la tabla y además entender los motivos por los que no se ha calculado el EU para algunos de los proyectos y también las conclusiones que a continuación se detallan.

[104] Por diversos motivos, no se han podido cuantificar todos los casos de estudio planteados al principio de la tesis; no obstante, el número de casos relacionados en esta tabla ya permite disponer de datos suficientes para poder extraer el primer conjunto de válido conclusiones.

[105] El coste "sin usabilidad" se ha estimado eliminando aquellas actividades que no se hubieran realizado si se hubiese seguido un modelo de la Ingeniería del Software y añadiendo un porcentaje a las horas de codificación extraído de estudios como los que aparecen en [NIE03b].

Conclusiones tras calcular el EU en este conjunto de proyectos.

Una vez calculados y analizados todos los valores resumidos en la tabla anterior presentamos las principales conclusiones a las que hemos conseguido llegar:

- El EU es tan sólo un valor indicativo de la realización de una serie de actividades orientadas a la consecución de la usabilidad que, si no se compara con el ratio, puede conducir a conclusiones erróneas. Por ejemplo, los proyectos *Diputació* y *CEL* tienen prácticamente el mismo EU mientras que el ratio del segundo es la mitad que el del primero, lo cual es debido a que las actividades de evaluación son equivalentes aunque la complejidad de ambos proyectos es muy distinta.

- Los proyectos con un ratio bajo corresponden a los que tienen más horas de codificación, o sea, mayor complejidad. Ello es debido a que no existe una relación directamente proporcional entre la complejidad del proyecto y el EU invertido en el mismo. Por tanto, es en estos proyectos en los que la repercusión de la inversión realizada en el esfuerzo es menor (la inversión realizada se amortiza mejor).

- El parámetro de la completitud es altamente determinante, pues si no se aplica correctamente puede distorsionar mucho los resultados obtenidos.

- Contrariamente a lo que podíamos esperar, tomar el EU como parámetro para comparar dos proyectos distintos aporta muy poca información. Únicamente podremos indicar que el equipo de desarrollo ha puesto más o menos énfasis en intentar conseguir la usabilidad de un sistema respecto al otro.

- El valor del EU no es equivalente al dinero invertido en la usabilidad del sistema. Esto es debido a que la metodología seguida para conseguir este valor puntúa la realización de las actividades y no el precio que cuesta realizarlas. Lo importante son las actividades bien realizadas, pues su coste económico puede variar mucho en función de parámetros como la aptitud del evaluador, su experiencia o su "caché" personal.

- Como resultado de todo el estudio realizado hemos podido determinar un número mínimo de iteraciones en el modelo de proceso con actividades perfectamente definidas que determinan un "**conjunto de ciclos básico**" y, por consiguiente, definen un **EU mínimo** (que a continuación veremos). Éste, aunque no garantiza la usabilidad total del sistema, permite afirmar que si no se llega a este valor la usabilidad del sistema queda de la mano de la particular inspiración del equipo de desarrollo y no es fruto de la aplicación de un proceso metodológico de ingeniería.
  Este EU mínimo es un valor comprendido en el rango [1200, 1600] aunque los valores comprendidos entre [2200, 2500] son los que mejor recogen la experiencia del usuario y contribuyen a optimizar la usabilidad del sistema.

- Relacionado con el punto anterior, hemos observado que los datos de la tabla revelan que el EU de algunos proyectos es muy alto mientras que su coste sin usabilidad es muy bajo. Ello puede hacer pensar que para este tipo de proyectos no compensa invertir ni tan sólo el EU mínimo. No obstante, los estudios relacionados con el Retorno en la Inversión [NIE03b] demuestran que la inversión en usabilidad siempre está justificada y recompensada.

- Conjunto de ciclos básico

  Como se ha comentado en las líneas anteriores y una vez consolidados los conceptos de MPIu+a, la HT-GC que se utiliza para gestionar la configuración y la definición del EU (y su análisis al aplicarlo a una serie de casos reales), hemos sido capaces de establecer un *conjunto de ciclos básico de la aplicación del modelo de proceso*.

  Este ciclo no es ni el único, ni representa el mínimo, ni es inflexible; tan sólo representa un conjunto de ciclos con el cual hemos constatado que se consiguen unos resultados considerablemente buenos con un esfuerzo que suele encajar en los márgenes presupuestarios de cada proyecto. Esto supone una manera de orientar a un equipo de desarrollo y marcarle unas pautas con las que pueda aplicar el modelo de la ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad.

  Fruto además de este conjunto de ciclos básico surgen los valores de los rangos del EU mostrados en el aparatado anterior. Concretamente, el EU recomendable es el valor comprendido entre [2200, 2500], que surge de cuantificar este conjunto básico, y el EU mínimo comprendido entre [1200, 1600] surge de eliminar de este conjunto básico las tareas que de alguna u otra forma podría prescindirse.

  La figura siguiente muestra este ciclo de vida básico, compuesto por cinco ciclos de desarrollo, que posteriormente se explica:

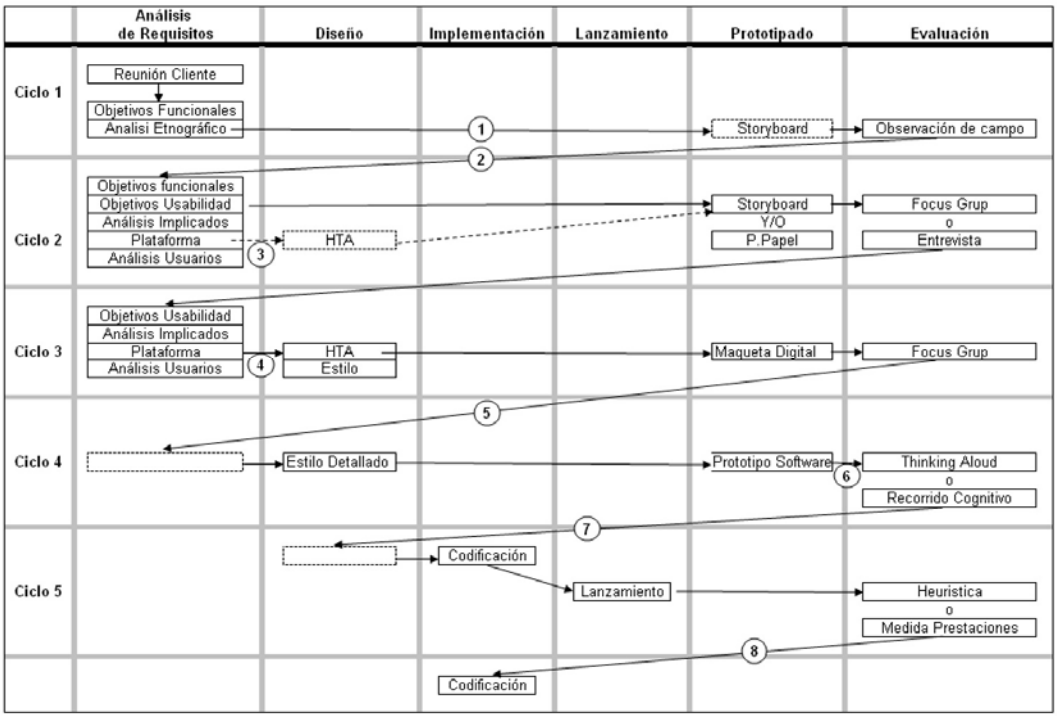


Figura c5_63: HT-GC correspondiente al conjunto de ciclos básico determinado

Primer ciclo: Vemos, en primer lugar, que evidentemente tenemos que determinar el objetivo principal de la aplicación. Se incide, por tanto, en determinar cuáles van a ser los requisitos básicos que encontraremos en una reunión con el cliente. Este punto, similar al análisis de requisitos de la ingeniería del software, se complementa con un análisis etnográfico (sobradamente se ha comentado en diversos puntos de la tesis la efectividad de este método de análisis) que realizaremos mediante una observación de campo.

Opcionalmente podemos acompañar la evaluación con un *storyboard* (① en la figura), lo cual será muy apropiado siempre y cuando la aplicación trate de modelar una situación ya existente.

Segundo ciclo: De la evaluación anterior (② en la figura) obtendremos unas conclusiones que servirán mayoritariamente para comprobar si los requisitos del anterior ciclo eran correctos, además de permitir profundizar con el análisis del nuevo ciclo y disponer de primeros datos para poder empezar el diseño del sistema.

Será el momento de analizar aspectos relacionados con la tecnología a utilizar (plataforma) y con quien usará el sistema (análisis usuarios). Opcionalmente, dependiendo del avance conseguido (lo que a su vez es muy dependiente de cada proyecto, de su tipología, envergadura, de si es nuevo o una reingeniería…) podremos realizar ya un análisis de tareas (HTA) (③ en la figura).

En estas etapas iniciales, en las que sólo hacemos un prototipo basándonos en requisitos y no en diseño, suele ser recomendable realizar un storyboard o un prototipo de papel, puesto que son métodos sencillos, rápidos, con un coste bajo y que pueden reflejar perfectamente los aspectos recogidos hasta este momento. Para la evaluación de este prototipo podemos usar una entrevista (recomendable en etapas iniciales) o un *Focus Group*.

Tercer ciclo: Como para cada inicio de un nuevo ciclo, vamos a tener en cuenta los resultados obtenidos en la evaluación del ciclo anterior y vamos a reflejarlos en el análisis de requisitos para trasladarlo posteriormente en el diseño. En este punto no realizaremos de nuevo todas las tareas, sino que sólo se reincidirá en las que el proyecto lo requiera.

Ahora, como ya disponemos de suficiente información evaluada de requisitos del sistema, podremos empezar con el diseño (④ en la figura) del mismo. Este punto es muy importante pues los ingenieros software suelen caer en la tentación de empezar a diseñar el sistema cuanto antes mejor, aunque los requisitos no estén suficientemente consolidados.

En los ***siguientes ciclos*** observaremos que hay recuadros en blanco (⑤ y ⑦ en la figura), lo cual significa que son tareas indefinidas y su realización o no dependerá de la propia evolución de cada proyecto. Por ejemplo, en ⑤ sólo será necesario realizar alguna actividad relacionada con el análisis de requisitos si de las evaluaciones anteriores han surgido inconvenientes o han aflorado nuevas necesidades.

En cuanto a los prototipos, éstos se han ido incrementando en cuanto a complejidad y detalle, empezando por un prototipo de papel, una maqueta digital y acabando con un prototipo de software antes de la codificación. Esto es así debido a que mientras el proyecto avanza disponemos de mayor capacidad para producir prototipos más evolucionados y poder mostrar mejor las capacidades interactivas del sistema a los usuarios. Estos prototipos serán evaluados mediante técnicas como *Focus Group*, *thinking aloud* o recorrido cognitivo —en cualquiera de sus variantes— (⑥ en la figura).

Finalmente, tras la codificación tenemos que evaluar el sistema completo, siendo las actividades como la evaluación heurística o la medida de prestaciones las que más buenos resultados ofrecen. De los resultados obtenidos seguramente tendremos que codificar flecos existentes (⑧ en la figura) que, seguramente tendrán menor repercusión y mejores resultados de cara a la usabilidad del sistema que si en lugar del MPIu+a hubiésemos seguido los métodos de la IS.

5.9.4. El futuro del Esfuerzo de Usabilidad

Es evidente que el trabajo realizado respecto al concepto del Esfuerzo de Usabilidad es tan sólo el principio de lo que puede concluir en un sistema que verdaderamente sea capaz de determinar sin vacilaciones todos los parámetros relacionados con las métricas de la usabilidad que unifiquen además el proceso de desarrollo seguido durante el desarrollo del sistema interactivo.

A continuación se describen algunas de las posibles nuevas líneas de investigación que pueden derivarse del estado actual del concepto del EU.

- Parece necesario ampliar el parámetro que hemos denominado como "completitud" con el objetivo de que sea capaz de recoger mejor las características del prototipo utilizado (en el caso de ser necesario).
  Recoger estas características no es evidente, pues debemos ser capaces de parametrizar las siguientes características:

  - Los elementos interactivos del prototipo.
  - La adecuación de dichos elementos con los requisitos.
  - Y la adecuación, cuando proceda, con las tareas, el análisis de las mismas y el modelo conceptual del sistema.

- También puede ser interesante replantearse la forma de asignar los valores para los diferentes parámetros que, en definitiva, proporcionan el valor del EU. Como se ha explicado, los valores proceden de los pocos estudios científicos relacionados (al ser una forma de abordar el tema tan diferente a todo lo existente, evidentemente no tenemos muchas referencias de las que partir) y sobre todo de los resultados y conclusiones de la propia experimentación.
  Abordar este replanteo con un grupo de evaluadores de áreas de conocimiento diversas parece la mejor opción.

- Buscando mayor precisión de los cálculos y con ello poder determinar mejor el grado de usabilidad de cada aplicación, parece oportuno introducir algún nuevo parámetro que permita valorar si los resultados de cada evaluación (manifestados normalmente en forma de cambios y de sugerencias) han sido implementados, y en este caso si se han hecho de acuerdo con los resultados obtenidos.
  Este concepto viene de reflexionar que no es suficiente con realizar una evaluación si el sistema a partir de este momento no refleja todas las cuestiones que de la misma derivan.

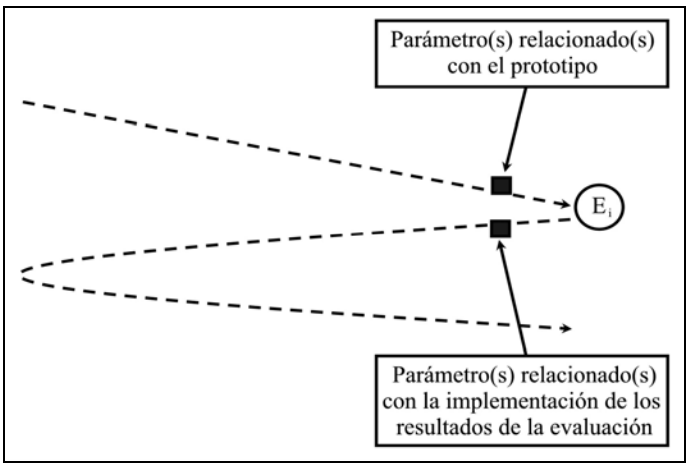


Figura c5_64: Concepto de los nuevos parámetros a introducir para mejorar el cálculo del EU en cada ciclo y, por tanto, el EU total

- Otro aspecto que puede abordarse y que los empresarios del sector del desarrollo software sin duda agradecerían, sería calcular el coste del EU a priori para incluirlo en el presupuesto. Ello conlleva ser capaces de planificar adecuadamente todas las acciones previstas a realizar durante cada desarrollo que directamente benefician al parámetro de su usabilidad.
  Este factor de alguna manera puede comenzarse a partir del diagrama de ciclos básicos que hemos visto en los párrafos anteriores, pues si conocemos el ciclo básico a desarrollar, conoceremos también (como hemos visto) el Esfuerzo de Usabilidad y podremos calcular el coste asociado e incluirlo en el presupuesto.

5.10. Conclusiones del capítulo

En este quinto capítulo, considerablemente más extenso que los demás capítulos, se ha descrito y desarrollado el núcleo central del trabajo de investigación llevado a cabo y cuyas conclusiones pueden resumirse de forma gráfica con la siguiente figura:

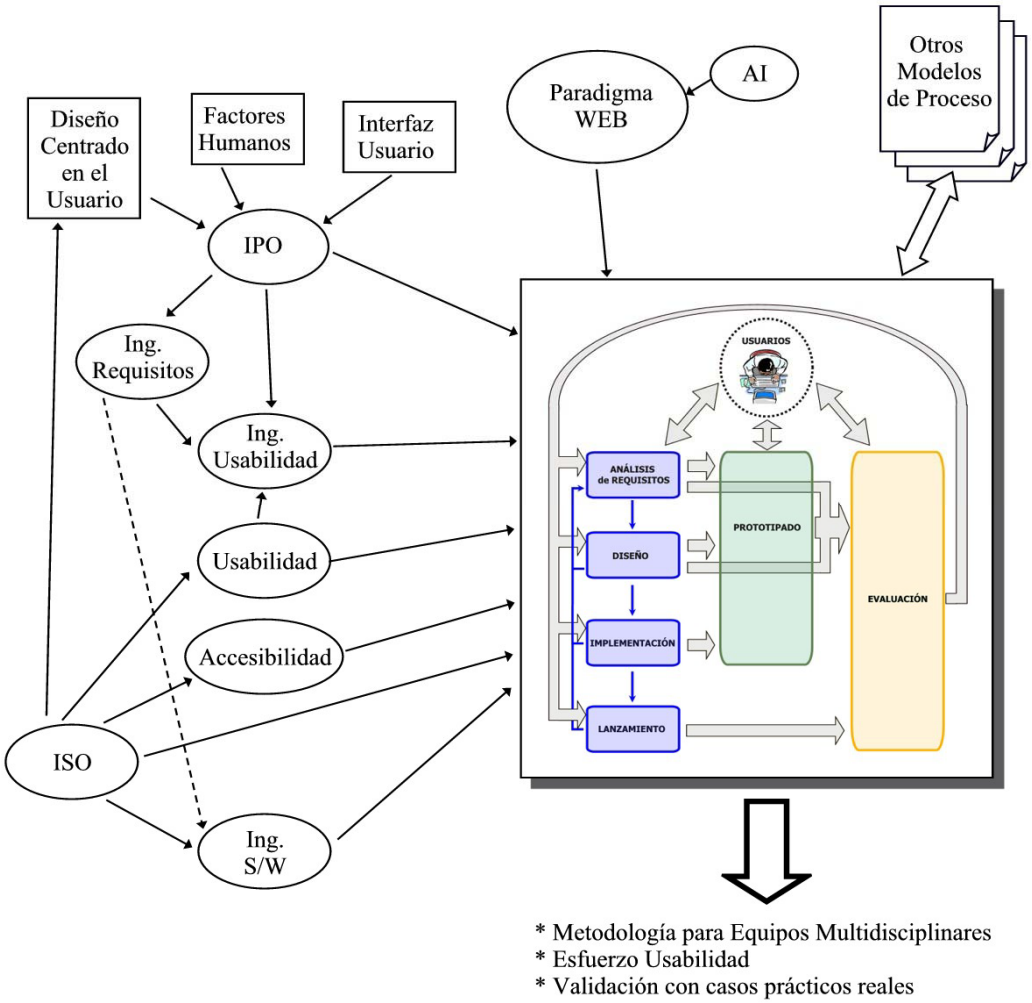


Figura c5_65: Gráfico que resume de forma esquemática el modelo de proceso, sus orígenes, sus puntos de apoyo y sus principales salidas

En él podemos ver que el modelo de proceso desarrollado, MPIu+a, tiene influencias de todos los temas descritos en los capítulos anteriores, incluyendo aspectos de la *Interfaz del Usuario*, de los *Factores Humanos*, del *Diseño Centrado en el Usuario*, de la *Interacción Persona-Ordenador* (desde su orientación multidisciplinar y más amplia posible), de las *Ingenierías de los Requisitos*, del *Software* y de la *Usabilidad*, de la *Accesibilidad*, del *paradigma Web*, de la *Arquitectura* de la *Información* y de las *normativas de estandarización y de calidad* correspondientes. Todo ello sin olvidar las influencias puntuales que provienen de otros modelos de la Ingeniería de la Usabilidad, mayoritariamente de aquellos con los cuales se ha experimentado su aplicación.

También podemos ver en la figura que la metodología está pensada y comprobada para responder a las expectativas creadas en el seno de los equipos de desarrollo multidisciplinares donde componentes de áreas de conocimiento muy diversas

confluyen para desarrollar sistemas interactivos fácilmente utilizables y accesibles desde un amplio espectro de posibilidades diversas. Metodología que, por otra parte, no hubiese sido posible desarrollar sin disponer de un abanico de casos reales y muy diversos con los que poder experimentar y validar las técnicas presentadas.

Para finalizar, y también reflejado en el esquema, se ha explicado el nuevo concepto enmarcado en el contexto de las métricas de la usabilidad de los sistemas software que hemos denominado Esfuerzo de Usabilidad, mediante el cual se cuantifica el trabajo realizado y que pretende mejorar la facilidad de uso del sistema desarrollado.

Este último aspecto, el *Esfuerzo de Usabilidad*, junto al método de evaluación de la usabilidad denominado *Recorrido Cognitivo con Usuarios* constituyen dos aportaciones novedosas en el terreno de la Interacción Persona-Ordenador y en el desarrollo de sistemas interactivos en general.

C a p í t u l o 6

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1. Conclusiones

En primer lugar y como primera conclusión deseo destacar la satisfacción personal que supuso en su momento mi integración en un grupo de investigación tan activo y con unos objetivos tan claros y ambiciosos como sin duda es el grupo GRIHO de la Universitat de Lleida. Al entrar a formar parte de este colectivo, compuesto por personas de procedencia diversa, uno rápidamente se encuentra arropado ante las dificultades que el día a día depara y percibe una nueva manera de entender la informática: *la preocupación lógica por los aspectos tecnológicos se convierte en obsesión al priorizar a las personas, sus inquietudes, sus preocupaciones y todas sus dificultades y limitaciones por delante de dicha tecnología*. Sinceramente, repito, este aspecto es el que más ha caracterizado el sentido global de este trabajo de investigación.

En un nivel más amplio, formar parte de la sociedad AIPO también ha supuesto otra experiencia de incalculable valor de la cual me enorgullezco. Gracias a la asociación he encontrado profesionales, científicos y docentes universitarios de disciplinas muy diversas y de los mejores equipos de investigación a nivel nacional de la disciplina IPO, los cuales son compañeros y compañeras con un espíritu humano excepcional.

Dejando el sentido emocional de lado y centrándonos en lo que supone esta tesis, en el terreno de la investigación científica podemos indicar las siguientes conclusiones:

- Se ofrece un modelo de proceso, el MPIu+a, que ideológica y conceptualmente no dista de otros ya existentes pero que aporta una serie de particularidades determinantes que lo hacen muy distinto de aquellos.

  Estas particularidades son la *simplicidad*, la *integración de la Ingeniería del Software con la Ingeniería de la Usabilidad, con la Accesibilidad y de forma genérica con la Interacción Persona-Ordenador*, y la *compleja adaptación a los diferentes modelos mentales de los equipos multidisciplinares*.

- Gracias a la simplicidad, el modelo resuelve los problemas, principalmente comunicativos, que se encuentran los integrantes de disciplinas no directamente relacionadas con la Ingeniería del Software y que actuando bajo la manera de proceder que el MPIu+a muestra resulta ser suficientemente satisfactorio.

- La integración de la Ingeniería del Software con la Ingeniería de la Usabilidad que propone el modelo de proceso se encuentra en la misma línea de los trabajos e investigaciones que tanto a nivel nacional como internacional en este sentido se están llevando a cabo actualmente. El objetivo principal es establecer nexos de unión y de colaboración entre las técnicas y métodos de las Ingenierías del Software con las de la Usabilidad para ofrecer un marco único que permita afrontar el reto que supone, en un mundo cada vez más tecnificado, desarrollar sistemas que además de ser funcionalmente correctos sus usuarios perciban su utilización de manera transparente a sus necesidades.

- El modelo, además, supone la primera propuesta que incorpora los conceptos, las técnicas y los métodos que permiten que los sistemas interactivos sean además accesibles para todas las personas y se enmarca en el marco de desarrollo de las tendencias del diseño para todos o *Design for All*.

  Es cierto que este aspecto, comparado con la usabilidad del sistema, está menos desarrollado. Y no es precisamente por falta de interés, sino que se trata de un tema de problemática distinta y de incorporación en nuestras investigaciones más tardía.

  No obstante, queremos remarcar que por primera vez se apuesta por integrar la accesibilidad como componente de un modelo de proceso y no como una forma de proceder al margen de la metodología utilizada, y también que esta incorporación de la accesibilidad intenta desvincularse del enfoque actual hacia el paradigma web que actualmente prevalece. El modelo presentado extiende sus principios y objetivos a las aplicaciones interactivas en el sentido más genérico posible.

- En un capítulo de la tesis, el cuarto, también se explica el trabajo realizado para conocer de primera mano cómo deben constituirse los equipos de desarrollo multidisciplinares.

  Éste es un aspecto considerado de vital importancia desde la óptica de la IPO que, sin embargo, hecha en falta verdaderos estudios que muestren cómo deben vertebrarse este tipo de equipos y que muestren, además, cómo pueden aprovecharse las ventajas de cada una de las diferentes disciplinas.

- Otra aportación destacable de este trabajo es la nueva forma presentada de valorar la usabilidad del sistema desarrollado que también por primera vez se basa en la metodología utilizada, concretamente en las actividades realizadas siguiendo la propuesta de Diseño Centrado en el Usuario, y no en parámetros extraídos de analizar las interfaces y su utilización al final del proceso sin tener en cuenta el proceso seguido. A esta valoración del grado de usabilidad que hemos denominado *Esfuerzo de Usabilidad* es particular para cada caso concreto y aporta información relevante que permite relacionarla con los costes económicos del proyecto en cuestión.

Si estamos de acuerdo en que la mejor manera de diseñar aflicciones usables es seguir los criterios del Diseño de Sistemas Centrados en los Usuarios esta forma de valorar es la única que valora la facilidad de uso inspeccionando las actividades realizadas a lo largo del desarrollo de cada proyecto siguiendo esta forma de proceder, garantizando, además, uno de los principios primordiales de la teoría del DCU: Realizar evaluaciones de prototipos o partes del sistema constantemente y desde el principio del desarrollo.

- Otra de las contribuciones destacadas de esta tesis es el gran despliegue de medios para realizar un verdadero *trabajo de campo* que se concreta en un *elevado número de casos de aplicaciones reales* donde todos los aspectos y métodos relacionados han sido reiteradamente experimentados y contrastados. Este despliegue permite mostrar un abanico de ejemplos muy extenso y diverso.

  Estos casos reales han constituido el verdadero laboratorio de ensayo que ha hecho posible realizar los experimentos mencionados y concretados en este documento.

  Este factor aporta una ventaja diferencial respecto a los experimentos de laboratorio "tradicionales", que se resuelven bajo parámetros y condiciones "favorables" y los factores colaterales son obviados o simplemente eliminados para no interferir en el resultado final, mientras que en las situaciones reales todos estos factores o condiciones no pueden quedar sin resolver (y además tienen que hacerlo dentro de los límites temporales y económicos previamente establecidos).

- No quisiera acabar estas conclusiones sin mencionar que este trabajo supone también un marco único e incomparable que refleja el *avance en el campo docente de la Interacción Persona-Ordenador en lengua hispana.* La relativa juventud de la IPO como disciplina en nuestro país presenta una escasez documental y de material y publicaciones con fines docentes que contrasta con el creciente interés de la misma en los planes de estudio universitarios.

  Así, el trabajo de investigación presentado se ha desarrollado paralelamente a la confección de material didáctico y su puesta en práctica en varias asignaturas de tres universidades catalanas. La metodología explicada y aplicada a los casos referenciados de La Cafetería, de Seinsa y de la Recepción del Hotel realizados en la Ingeniería de Informática de Gestión de la Universitat de Lleida, en formato presencial, y las experiencias en formato semipresencial del master de la Fundació Politécnica de Catalunya o de la Ingeniería de la Universitat Oberta de Catalunya en formato totalmente virtual demuestran la veracidad de estas experiencias docentes.

  Finalmente, y en este mismo sentido, también deseamos mencionar que una parte importante del trabajo realizado en esta tesis ha servido como material docente para el curso de doctorado código 5007426 *Diseño y evaluación de interfaces*

para aplicaciones en red del programa de doctorado INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA de la Universidad de Zaragoza.

Programa de doctorado al que para el curso 2003-04, la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, ANECA, ha concedido la Mención de Calidad [ANE03].

6.2. Trabajo futuro

Una vez concluida la investigación desarrollada en este documento, el abanico de líneas de investigación futuras que a partir del mismo pueden iniciarse es muy extenso. Opinamos que el trabajo presentado ofrece una visión aún tan pequeña del futuro de esta línea de investigación que fácilmente puede compararse con un enorme iceberg del cual sólo divisamos la punta que surge por encima del nivel del mar, bajo el cual se esconde un bloque de dimensiones muy superiores repleto de nuevas posibilidades aún por descubrir.

Desde nuestro punto de vista, **el futuro de la informática y del desarrollo de los sistemas interactivos en general pasa**, sin ninguna duda, **por la Interacción Persona-Ordenador**. La tecnología está disponible en multitud de formatos, sistemas y opciones que sólo podrán explotar sus posibilidades si somos capaces de proporcionar sistemas con interfaces intuitivas adaptadas a las características del usuario, que se acomoden sus necesidades en función del contexto donde se produce la interacción y a las circunstancias que le envuelve; la clave del éxito la tiene la IPO.

Así pues, como creemos que de este trabajo pueden emerger muchas y variadas investigaciones, vamos a enumerar algunas de las que pueden iniciarse en un futuro inmediato:

- El MPIu+a es un modelo vivo que a pesar de estar pensado para dar respuesta a multitud de situaciones no puede dejar de crecer para adaptarse a los constantes cambios que sin ninguna duda aparecerán. Investigar con nuevas técnicas de prototipado, de evaluación y de metodología formal que consolide aún más la integración de las disciplinas relacionadas para disponer de un marco cada vez más sólido y consistente es, pues, un aspecto del modelo que no puede descuidarse.

- El Capítulo cuarto lo hemos dedicado completamente a explicar aspectos derivados del trabajo interdisciplinar desarrollado durante todo el periodo experimental. Fruto de esta colaboración hemos constatado *un aspecto muy importante que hasta ahora no se ha abordado*:

  Nuestro modelo de proceso, MPIu+a, igual que el resto de procesos de DCU y de la Ingeniería de la Usabilidad mencionados, tiene en cuenta los factores

humanos (descritos en el punto 3.6) para incorporarlos en el diseño de los sistemas interactivos. No obstante, deseamos remarcar que no es suficiente "conocer" los aspectos de los factores humanos y "tenerlos en cuenta" durante el desarrollo. Planteémonos sino las siguientes cuestiones:

¿Podemos garantizar que el sistema cumple los requisitos derivados de los factores humanos?, ¿tenemos alguna forma tangible de verificar las necesidades y las restricciones determinadas por los expertos de las disciplinas relacionadas?, ¿representa realmente la interfaz los modelos cognitivos de los usuarios del sistema? Evidentemente la respuesta a todas estas preguntas es negativa.

Necesitamos, por tanto, "*protocolos de intercambio de información y de colaboración"* entre, por ejemplo, el psicólogo y el equipo de implementación que garanticen que los datos introducidos por aquél están presentes en el Modelo de Proceso y que éste los respeta y los cumple tal cómo fueron determinados.

Un ejemplo muy claro que puede servirnos de referencia lo tenemos en la técnica de evaluación de Ordenación de Tarjetas o *Card Sorting* (ver 5.6.2.5), la cual indirectamente recoge el modelo cognitivo de los usuarios y mediante datos concretos y tangibles (el análisis de las ordenaciones) lo incorpora al sistema, de manera que fácilmente puede verificarse si éste cumple o no los requisitos determinados. Esta técnica indirectamente constituye uno de estos protocolos que permite unir la "parte cognitiva" de la persona con el sistema.

Este aspecto destapa una línea de investigación futura altamente interesante y necesaria. Creemos que, si conseguimos mecanismos formales con los cuales vincular (en ambos sentidos) los factores humanos con el desarrollo del sistema sin duda habremos resuelto uno de los puntos más necesarios y, por el contrario, menos experimentados del ámbito de la Interacción Persona-Ordenador.

- Otro aspecto que ha dejado un campo muy abierto con muchas posibilidades por explorar es la propuesta del cálculo de la usabilidad de un sistema desarrollado a partir de las actividades de evaluación realizadas o Esfuerzo de Usabilidad. Al tratarse de una iniciativa totalmente innovadora que no tiene ningún otro referente parece evidente que, si la comunidad científica que investiga esta temática así lo cree conveniente, aparezcan nuevas líneas de investigación que mejoren la aquí presentada.

  En este sentido, apuntamos una serie de nuevas posibilidades que podrían ser interesantes:

  - Refinar el cálculo del EU actual para reflejar (i) las características interactivas del prototipo evaluado, (ii) la concordancia de su interactividad con los requisitos y (iii) la posterior aplicación de los resultados de cada evaluación en el sistema. Conseguir introducir

estos nuevos parámetros al cálculo final permitiría disponer de datos más precisos y, por consiguiente, mejoraría las conclusiones actuales.

- Hemos visto y detallado el cálculo del Esfuerzo de Usabilidad, pero *¿por qué no hacer lo mismo con la accesibilidad del sistema?* Evidentemente, esta nueva línea de investigación está más que justificada para disponer así de dos parámetros cuantitativos y a la vez cualitativos que directamente determinan el sistema desarrollado. Uniendo ambos parámetros podría proporcionarse un factor global de calificación final del sistema que puede ser visto como un valor diferencial que cuantifica la calidad de dicho sistema.

- Ser capaces de calcular el esfuerzo, tanto de la usabilidad como de la accesibilidad, antes de desarrollar el sistema, sin tener que esperar a que este esté acabado para saber el resultado y, lo que es más importante, el incremento real en el coste económico que ha supuesto realizar todas estas actividades y compararlo con el beneficio reportado.

  En este caso, y pensando en su aplicación en un entorno de producción comercial, se abre la posibilidad de incluir en el presupuesto económico de un sistema el coste de la usabilidad y/o de la accesibilidad del producto. Pudiendo incluso ser capaces de definir y valorar diferentes niveles de usabilidad y/o accesibilidad.

- Otro aspecto que puede abrir nuevas expectativas de investigación es la posibilidad de integración de las métricas existentes que refuercen aún más los niveles tanto de usabilidad como de accesibilidad del sistema desarrollado.

Además, a las líneas anteriores vamos a añadirle otros dos aspectos relacionados que merecen especial atención y que también se enmarcan en las acciones futuras surgidas de este trabajo:

- La primera surge de la vertiente de la integración de las metodologías de la Ingeniería del Software con la de la Usabilidad y la IPO en general. En este sentido, y gracias a relaciones derivadas de la asociación AIPO, se ha establecido contacto con los miembros del grupo de ingeniería del software de la Universidad Politécnica de Madrid, quienes también están desarrollando investigaciones con la misma finalidad.

  Dicho grupo también está desarrollando una tesis doctoral en la que se aborda la mencionada integración desde una visión en la que "predomina la visión de la ingeniería del software", mientras que en la nuestra "predomina el enfoque multidisciplinar de la IPO e incorpora, además, aspectos de la accesibilidad".

La idea es definir una única línea de investigación conjunta y proponer un proyecto de investigación que se inicie con los resultados de las dos tesis comentadas para conseguir un marco más amplio, consistente y formalizado que ofrezca la deseada integración desde una visión compensada que asegure mejores resultados.

- Y otra es la implementación de una *herramienta software* de libre distribución cuya ejecución sea independiente de la plataforma que sirva para que los equipos de desarrollo puedan gestionar los proyectos siguiendo el MPIu+a. Pensamos que si además de la metodología ofrecemos una herramienta que facilite su gestión permitirá la adopción de ésta por parte de los equipos de desarrollo. El proyecto para desarrollar esta herramienta ya se ha iniciado y a continuación se explica el estado actual de dicho desarrollo.

  El concepto inicial de esta herramienta es que en sí misma sea una aplicación evolutiva que se desarrolle siguiendo la misma metodología a la cual dará soporte. A la primera fase (la actual), en la que se está desarrollando una primera versión del software con unos determinados objetivos, le seguirán nuevas revisiones y versiones que permitirán disponer de un sistema compacto que hará posible afrontar los retos de los futuros desarrollos de los sistemas interactivos.

  Así, en esta primera fase la lista de *objetivos funcionales* planteada ha sido la siguiente:

  - La herramienta debe ser capaz de gestionar cualquier proyecto destinado a desarrollar un sistema interactivo independientemente de la tecnología y del paradigma utilizado.
  - La base de esta gestión estará focalizada en la documentación que progresivamente el propio proyecto va generando. Como vimos al hacer referencia a la parte documental del MPIu+a, cada fase del mismo dispone de su propio repositorio documental, que será utilizado por la aplicación para generar de manera automática la Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración, HT-GC.
  - Los prototipos y evaluaciones serán convenientemente archivados en sus correspondientes fases formando parte del componente documental de cada una de ellas.
  - El sistema calculará dinámicamente el Esfuerzo de la Usabilidad del proyecto gestionado, para lo que una componente funcional permitirá ajustar la tabla de parámetros de acuerdo a las necesidades, a la vez que admitirá también la incorporación de nuevos métodos de prototipado y de evaluación siempre que sea necesario.
  - El desarrollo será, en sí mismo, un nuevo caso de validación de la propia metodología para la cual estará destinada como soporte.

- El sistema ofrecerá a cada componente del equipo de desarrollo, en función de su rol en el equipo, la correspondiente vista del MPIu+a. Estará, por tanto, adaptada para equipos pluridisciplinares.

Este espectro de funcionalidades será ampliado en el inicio del segundo ciclo a partir de la realimentación que este primer sistema proporcionará y de los avances de las líneas de investigación futuras que de la actual se deriven.

En cuanto a los *objetivos no funcionales* es evidente que no podemos realizar esta implementación con un espíritu distinto al de un desarrollo centrado en el usuario y con la finalidad de que cumpla con los estándares de accesibilidad vigentes. El número de prototipos y de evaluaciones a realizar será el oportuno para garantizar un esfuerzo de usabilidad óptimo y ofrecer una herramienta dinámica, usable y accesible.

Para finalizar, se muestra la imagen de una sesión de evaluación de un *storyboard* navegacional realizado utilizando —aunque la fotografía no permite adivinarlo— prototipos de papel e imágenes diversas del prototipo software que actualmente se está evaluando:

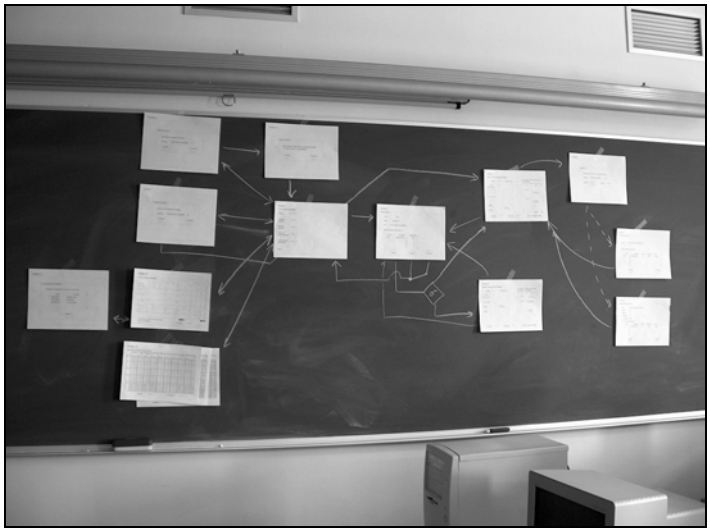


Figura c5_66: *Storyboard* navegacional realizado en las fases iniciales del proyecto de la herramienta software

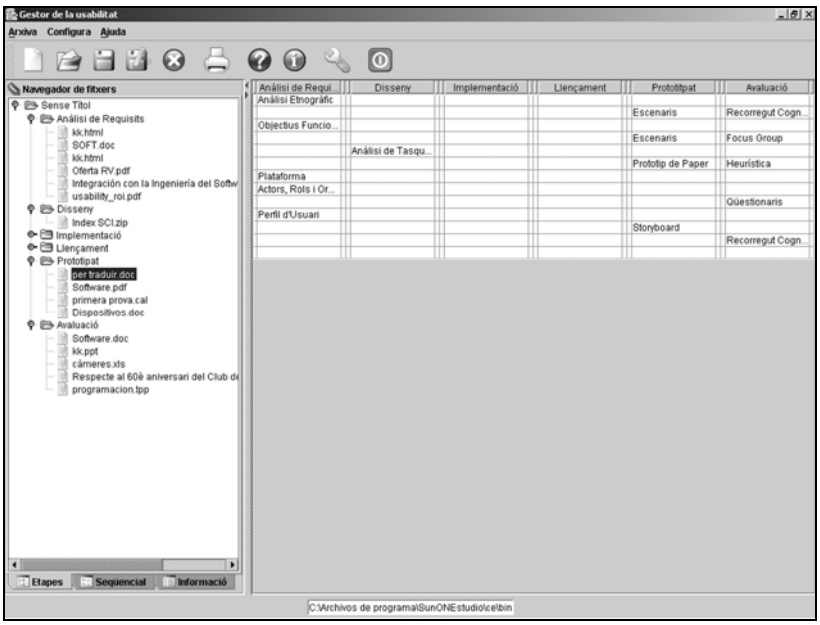


Figura c5_67a: La imagen muestra el estado de un proyecto en un momento determinado del mismo

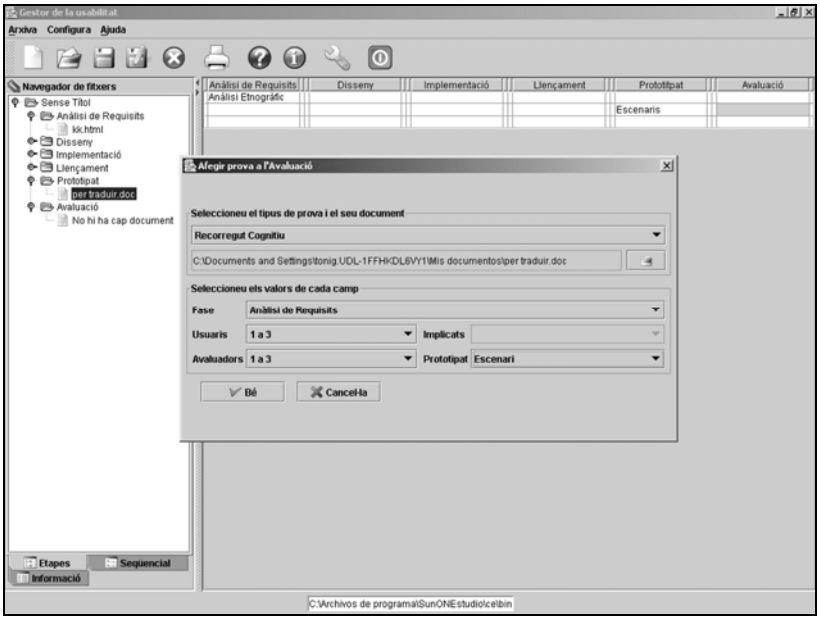


Figura c5_67b: La imagen muestra la inserción de una nueva actividad de evaluación

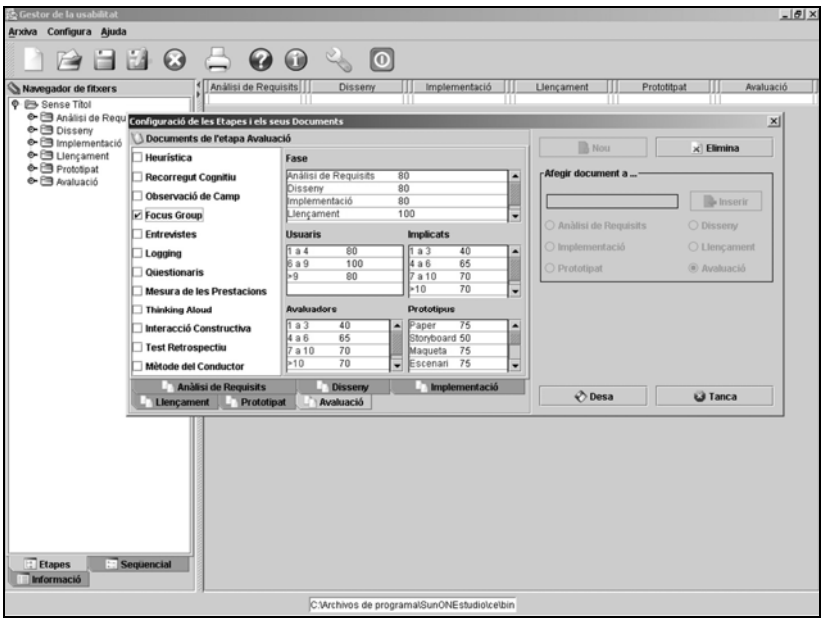


Figura c5_67c: Uno de los principales objetivos de la herramienta es ajustar la tabla de parámetros de acuerdo a las necesidades y poder incorporar nuevos métodos de prototipado y de evaluación. En la imagen podemos observar el ajuste de parámetros para la evaluación *Focus Group*

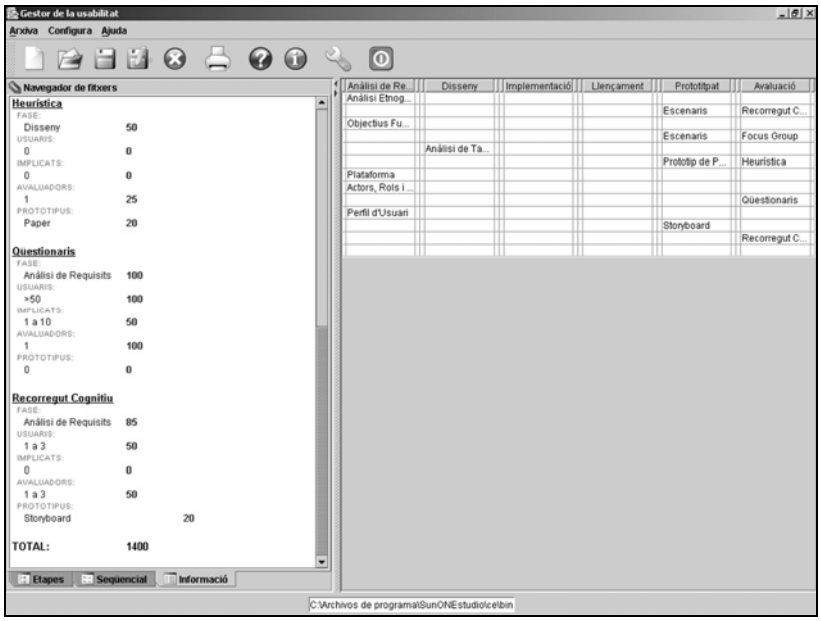


Figura c5_67d: La herramienta, además de gestionar todo un proyecto, también calculará el Esfuerzo de Usabilidad y el coste del mismo

ANEXOS

En esta sección del documento se encuentran una serie de anexos complementarios en los que se pueden encontrar:

- En el ANEXO ACCESIBILIDAD, una ampliación de temas relacionados con la legislación, las normativas y las iniciativas actuales de la accesibilidad aplicada a los sistemas interactivos. La información de este anexo no es ni muy extensa ni aparece en su totalidad, simplemente recoge una serie de textos (algunos extraídos de sus fuentes originales o las páginas web de organizaciones como SIDAR) que complementan el estado del arte de la accesibilidad a los sistemas interactivos desde diversos puntos de vista.

- En el ANEXO PROYECTOS VALIDADOS, una dilatada descripción de algunos de los casos reales relacionados con la tesis en la que se explica además cómo se ha aplicado el modelo de proceso descrito para implementar cada uno de los proyectos.

- Y en el ANEXO CÁLCULO DEL EU EN ALGUNOS DE LOS CASOS REALES REFERENCIADOS se exponen aspectos que amplían el trabajo realizado para calcular el Esfuerzo de Usabilidad de los proyectos más representativos y los resultados obtenidos.

ANEXO ACCESIBILIDAD

Legislación sobre Accesibilidad para la Sociedad de la Información

En este apartado, como se ha comentado, sólo se recogen algunos aspectos relacionados con los aspectos legales de la accesibilidad de los sistemas interactivos en España, en Europa y en países de todo el mundo en general.

Norma UNE EX 139802

Norma titulada "Informática para la salud: Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad: Requisitos de accesibilidad de las plataformas informáticas: Soporte lógico", elaborada por el comité técnico AEN/CTN 139 (AENOR, 1998).

Info XXI

El Plan Info XXI [INF03] responde a los objetivos establecidos en la iniciativa e-Europe, aprobada en el Consejo Extraordinario de Lisboa, en marzo de 2000, y con su correspondiente Plan de Acción aprobado en Feira, en junio de ese mismo año, y ayudará a que España figure entre los países europeos más avanzados en el terreno de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y el nuevo entorno de la Sociedad de la Información.

El Plan de Acción Info XXI para el desarrollo de la Sociedad de la Información se articula en tres grandes líneas:

- El impulso del sector de las telecomunicaciones y las tecnologías de la información, completando la liberalización y favoreciendo la competencia.
- La potenciación de la Administración electrónica.
- El acceso de todos a la Sociedad de la Información.

Cabe remarcar que este plan actualmente está prácticamente paralizado. En realidad la primera fase de tres años de duración no ha obtenido los resultados esperados y la segunda, que debía de haber comenzado este 2004, está aun por concretar.

Declaración de Madrid

El Congreso Europeo sobre las Personas con Discapacidad nace con el objetivo de impulsar nuevas políticas comunitarias que permitan promover un nuevo modelo de plena inclusión social de las personas con discapacidad en Europa. En este contexto se enmarca la Declaración de Madrid; en la que se plasma la visión del Congreso con el objeto de proporcionar un marco conceptual de acción durante el Año Europeo en el ámbito de la Unión Europea a escala nacional, regional y local.

Principios:

a) La discapacidad es una cuestión de derechos humanos.
b) Las personas con discapacidad desean la igualdad de oportunidades y no la caridad.
c) Las barreras sociales llevan a la discriminación y a la exclusión social.

LEY 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la Sociedad de la Información y de comercio electrónico (LSSICE)

Publicada en el BOE el 12 de julio. Entrando en vigor a los tres meses de su publicación (o sea a partir del **12 de octubre de 2002**). Sobre *accesibilidad*, la ley dice, en sus disposiciones finales:

> *Quinta. Accesibilidad para las personas con discapacidad y de edad avanzada a la información proporcionada por medios electrónicos.*
>
> *Uno.* Las *Administraciones Públicas* adoptarán las medidas necesarias para que la *información disponible en sus respectivas páginas de Internet pueda ser accesible a personas con discapacidad y de edad avanzada* de acuerdo con los criterios de accesibilidad al contenido generalmente reconocidos *antes del 31 de diciembre de 2005*. Asimismo, podrán exigir que las páginas de Internet cuyo diseño o mantenimiento financien apliquen los criterios de accesibilidad antes mencionados.
>
> *Dos.* Igualmente, *se promoverá la adopción de normas de accesibilidad por los prestadores de servicios y los fabricantes de equipos y software,* para facilitar el acceso de las personas con discapacidad o de edad avanzada a los contenidos digitales.

I Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012

En España se ha publicado recientemente el *I Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012*

[MTA03].

Este plan supone un marco estratégico de acciones para conseguir que los entornos, productos y servicios nuevos se realicen de forma accesible al máximo número de personas (Diseño para Todos) y que aquellos ya existentes se vayan adaptando convenientemente.

Está estructurado en unos *principios generales* que constituyen el soporte y la justificación de su acción: (i) la igualdad de oportunidades, (ii) una vida independiente, (iii) la sostenibilidad y (iv) la participación.

En base a estos principios, se establecen una serie de *objetivos* que se materializan en forma de *líneas de actuación* y éstas en *estrategias*, las cuales se ponen de manifiesto mediante *actuaciones*.

En cuanto a los objetivos, éstos son cinco, siendo el quinto el dedicado a *promover la accesibilidad en las nuevas tecnologías*.

Estado del arte a nivel internacional

- Portugal

  Portugal es el primer país europeo que adopta medidas concretas sobre la accesibilidad de las páginas web de la Administración pública.

  Resolução de Conselho de Ministros Nº 97/99 pretende asegurar que la información de la Administración pública presentada en Internet sea susceptible de ser recogida y comprendida por los ciudadanos con necesidades especiales, determinándose que sean adoptadas las soluciones técnicas para alcanzar dicho objetivo.

- Irlanda

  En Irlanda, la accesibilidad de las tecnologías de la información y la comunicación queda cubierta por el Acta para la Igualdad en el Empleo, de 1998, y por el Acta para la Igualdad de Estatus, de 2000. Además, las políticas públicas exigen especialmente a los departamentos gubernamentales que sus sitios web sean accesibles y acordes con los niveles de prioridad 1 y 2 de las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web del WAI (WCAG 1.0). El *Irish National Disability Authority* ofrece información y documentos sobre la legislación y normas aplicables en Irlanda.

- Suecia

  A principios del mes de junio de 2002, la Agencia para la Gestión Pública

(*Statskontoret*) presentó las directrices para el diseño de los sitios web públicos, incluyendo la aplicación de las directrices del WAI, en un documento llamado: *24-timmarswebben* (las 24 horas del sitio web).

- Alemania

  El 23 de julio de 2002 fue publicado por el Gobierno alemán y entró en vigor el 24 de julio, el Decreto sobre Tecnología de la Información Libre de Barreras (*Barrierefreie Informationstechnik Verordnung-BITV*) basándose en el artículo 11 de la Ley Alemana de Igualdad de Oportunidades (*Bundesbehindertengleichstellungsgesetz-BGG*). La ley se basa completamente en las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web del WAI (WCAG 1.0), recogiendo cada una de sus pautas redactadas en términos legales.

  El decreto establece dos niveles de prioridad de aplicación: PI y PII. PI es obligatoria para todos los sitios del gobierno federal, mientras que PII se exige adicionalmente a las páginas de entrada de los sitios. Cumplir con el nivel PI corresponde a cumplir con el nivel Doble A (AA) del WAI y al cumplir con el PI y el PII se cumple con el triple A (AAA) del WAI.

- EEUU: Sección 508

  Este apartado especial informa brevemente sobre la sección 508 (Normas de Accesibilidad Electrónica y para la Tecnología de la Información) de las enmiendas al Acta de Rehabilitación de EEUU, porque es aplicable a las páginas web que ofrezcan servicios o productos a la Administración pública de ese país o sus ciudadanos y porque, debido a que muchas de las empresas desarrolladoras de software son americanas, esta legislación están teniendo una gran influencia en el desarrollo de herramientas de autor accesibles y que producen contenidos accesibles para la web [SE508][MUE03].

- Brasil

  El 10 de diciembre de 2000 fue sancionada la ley 10.098, que define las normas generales y los criterios básicos para garantizar a todas las personas con discapacidad o con movilidad reducida la accesibilidad en el sentido más amplio al medio físico, a los transportes y a las comunicaciones.

  Además, el 14 de mayo de 2001 el gobierno organizó el Taller para la Inclusión Digital, al que fueron invitados a participar expertos de todo el mundo y cuyo informe final establece directrices y propuestas para la consecución de la Inclusión Digital en Brasil.

ANEXO PROYECTOS VALIDADOS

Vilars Realidad Aumentada

Introducción

Uno de los proyectos más emblemáticos del grupo de investigación GRIHO lo representa el proyecto *Vilars RA*, que se enmarca dentro de la línea de investigación relacionada con la recuperación y la difusión del patrimonio histórico-natural.

En él se presenta el estudio y el diseño de cómo debe afrontarse la visita a un yacimiento arqueológico utilizando el nuevo paradigma de interacción denominado Realidad Aumentada.

Por cuestiones de proximidad geográfica y por la estrecha relación que existe entre nuestro grupo de investigación y el equipo GIP de arqueólogos de la Universitat de Lleida[106] se ha elegido el yacimiento Els Vilars, situado en la localidad de Arbeca, a 30 km de Lleida.

En esta aplicación se hace un exhaustivo estudio histórico para realizar reconstrucciones virtuales exactas y sirve, entre otras finalidades, para estudiar cómo afecta al desarrollo de un sistema software el cambio de paradigma de interacción. Concretamente, vemos cómo debe afrontarse pasar del paradigma de la sobremesa al de la computación ubicua utilizando la Realidad Aumentada.

[106] Los arqueólogos de Grup d'Investigació Prehistòrica (GIP) sistemáticamente realizan trabajos en el yacimiento enmarcados en el "Plan Director Vilars 2000" desde el año 1997.

El diseño de dicho sistema añade la ubicación como atributo para poder realizar la visita al yacimiento, estableciendo la relación con la interacción por manipulación directa, aportando un nuevo concepto de visita a los existentes hoy en día. Tanto la funcionalidad como el diálogo con el usuario deben ser rediseñados para poder llevar a cabo una visita mediante la Realidad Aumentada usando el modelo de proceso centrado en el usuario.

¿De dónde surge la idea de este proyecto?

Durante una visita a un yacimiento arqueológico, la información que el visitante obtiene del mismo proviene de paneles informativos, folletos, libros, dispositivos audio-visuales, guías, etc. Este tipo de visitas no distingue entre los diferentes tipos de usuarios, limitando a aquellos que deseen profundizar en algún aspecto en concreto. Algunos yacimientos disponen, además, de espacios adicionales donde ofrecen vídeos, reconstrucciones 3D, o incluso sitios web.

Como se ha presentado, la información que un visitante actualmente puede obtener en un yacimiento está muy dispersa, lo que le influye negativamente. Vemos la necesidad de disponer de un sistema que sea capaz de reunir todo el conocimiento, que esté disponible durante la visita y además se adapte a las necesidades del visitante, garantizando así la plena satisfacción del mismo [GIB93].

Se pretende crear un nuevo concepto de visita, usando el yacimiento Els Vilars (fortaleza ibérica) como base real, que proporcione *mayor precisión* en la información, que se *adapte a las necesidades del usuario* y que, gracias a una *gran interactividad*, determine en todo momento la cantidad y calidad de información que desee obtener sobre cada zona del yacimiento, *adaptándose*, por tanto, *a su propio perfil*. El visitante verá reconstrucciones virtuales de la zona donde se encuentre, permitiéndole entender mejor lo que está observando.

La visita se consigue utilizando el paradigma de la Realidad Aumentada, el cual trata de reducir las interacciones con el ordenador utilizando la información del entorno como entrada del sistema. El usuario puede interaccionar con el mundo real, el cual aparece aumentado por la información sintética del ordenador [MKA00]. Es importante no confundir la Realidad Aumentada con la Realidad Virtual; en esta última, el usuario se sumerge en un mundo "no real" que reemplaza completamente al real, mientras que la RA mezcla ambos mundos —el real participa del virtual mejorando las relaciones e interacciones de las personas con el exterior [DUB99, págs. 353-359]. El usuario, por tanto, tiene una visión de la realidad mejorada y aumentada, pudiendo focalizar su atención en el entorno y no en el ordenador.

Cómo se ha aplicado el MPIu+a para el desarrollo de este proyecto

Análisis etnográfico

Realizar un análisis etnográfico en un proyecto en el que no es posible establecer el contacto directo la sociedad relacionada con el contexto parece una contradicción; no obstante, la etnografía se ha aplicado y con mucha intensidad en este proyecto.

Comprender las diferentes sociedades que poblaron el yacimiento en sus diferentes épocas con sus costumbres, sus organizaciones sociales, su economía y, en definitiva, todo lo relacionado con su sociedad es básico para poder realizar un verdadero sistema, de lo contrario, quizás seríamos capaces de desarrollar un sistema que responda funcionalmente a muchas de las necesidades del proyecto pero seguramente fracasaríamos en lo más importante, la información proporcionada, la manera de representarla y en la fiabilidad de la misma.

Resumidamente, el estudio etnográfico se ha basado en varias visitas al yacimiento y muchas sesiones de intercambio de impresiones con los arqueólogos que descubrieron y llevan a cabo la dirección de su excavación, hasta el punto que dichos arqueólogos actualmente forman parte integrante del equipo de desarrollo donde realizan el rol del etnógrafo por ser quienes mejor que nadie conocen el entramado social de las diferentes épocas.

StoryBoard

Se realiza una narración gráfica formada por cuadros de dibujos donde se intenta imaginar cómo podría realizarse una visita al yacimiento utilizando el nuevo dispositivo de interacción que permite el nuevo paradigma.

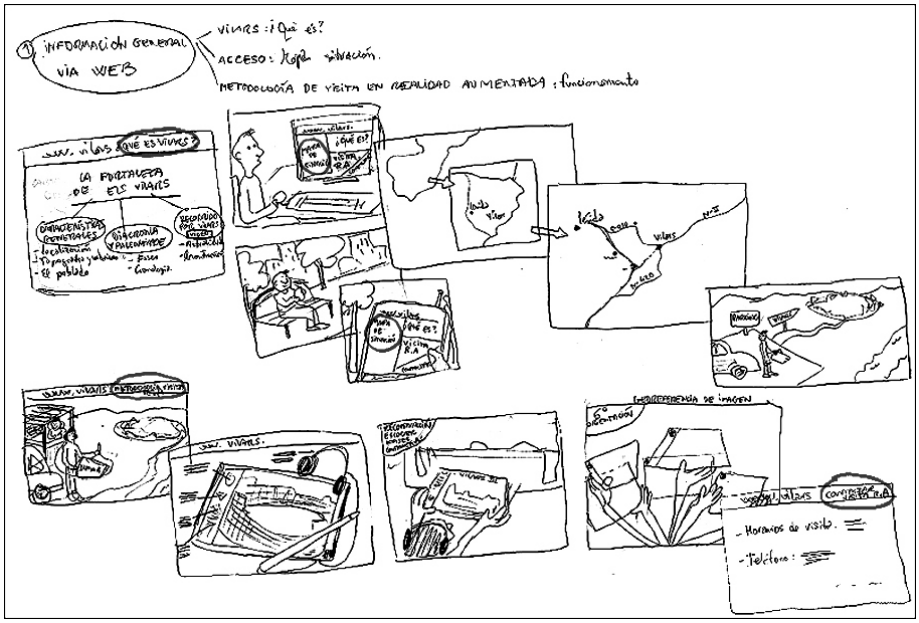


Figura pv_1a: Primer *storyboard* de la situación de futuro de la visita al yacimiento bajo el nuevo paradigma

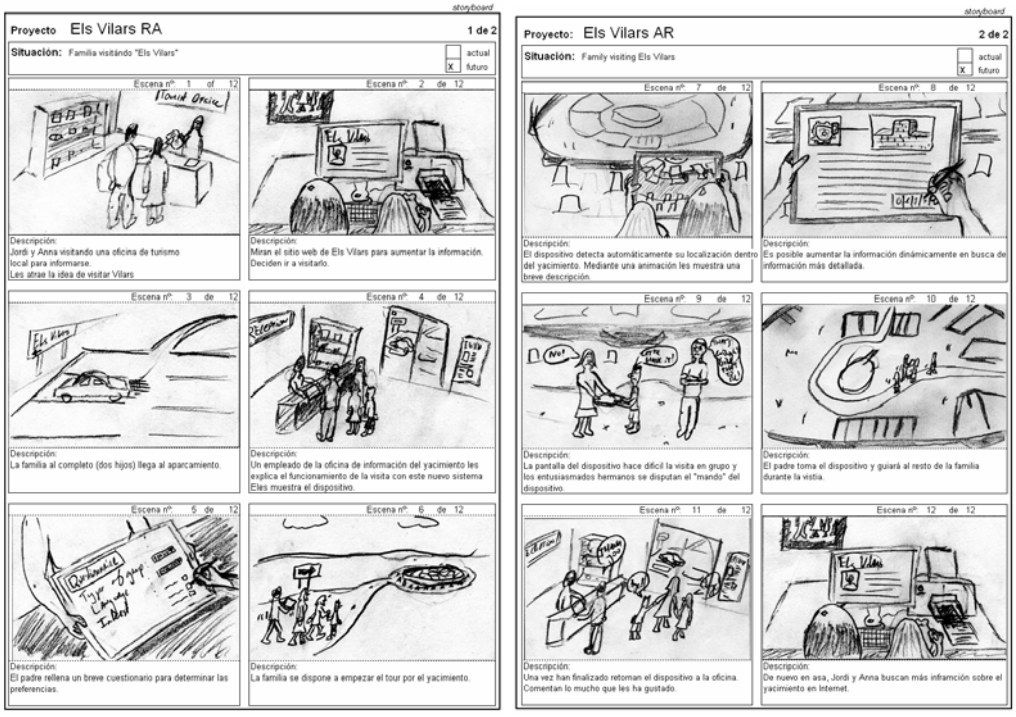


Figura pv_1b: Segundo *storyboard* de la misma situación de futuro, realizado en un segundo cilo del modelo de proceso MPIu+a.

La sucesión de imágenes nos permite conocer cómo será la nueva situación. Una vez

analizados dichos *storyboards* y dada la envergadura del proyecto y de la necesidad de utilizar tecnología inexistente[107] se vio necesaria la producción de un vídeo que reflejase el *storyboard* desarrollado. Esta técnica nos permitiría explorar nuevas características del sistema, algunas de sus carencias y mejorar la comprensión del escenario descrito; a la vez facilitaría la manera de mostrar la idea a otras personas interesadas, entre ellas posibles visitantes del yacimiento y futuros usuarios del sistema.

Maqueta del dispositivo interactivo

La idea de la visita al yacimiento con la RA plantea el uso de nuevos dispositivos, como hemos visto, todavía inexistentes. Una vez realizada la primera fase del análisis etnográfico y del *storyboard* describiendo la situación más típica se pretende plasmar de alguna manera lo más real posible dicho dispositivo para comenzar a evaluar cómo debería ser en cuanto a forma, peso, características ergonómicas, etc. para lo cual construimos una maqueta de madera con una superficie de papel mostrando la interfaz del usuario para dar un aspecto un tanto más real.

Se realizaron una serie de prototipos en papel que tras sucesivas evaluaciones (con expertos evaluadores, con los arqueólogos y varios posibles visitantes de edades diversas) evolucionaron hasta concretarse la maqueta final del dispositivo.

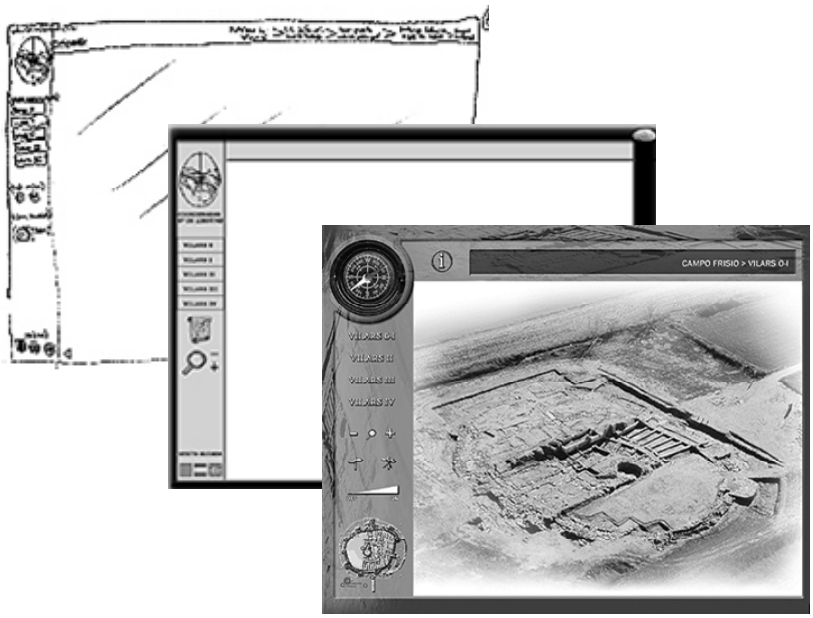


Figura pv_2: Evolución del prototipo, desde el primer prototipo en papel hacia la maqueta

[107] El dispositivo interactivo con el que se pensó desde casi el principio era un dispositivo del cual se tenían referencias, se sabía que en un plazo relativamente corto de tiempo estaría disponible en el mercado pero aún no lo estaba. El dispositivo en cuestión es el dispositivo "de moda actualmente": el *tablePC*.

Figura pv_3: Primera maqueta del dispositivo realizada con materiales muy básicos (madera y papel)

La reconstrucción 3-D del yacimiento

Imaginando como sería este nuevo concepto de visita, todos estábamos de acuerdo en que debíamos utilizar las técnicas de modelado en 3 dimensiones que mostrasen al visitante, de la manera lo más real posible, cómo era el lugar que estaban visitando en tiempos lejanos.

Así que paralelamente se empezaron proyectos de reconstrucción de la fortaleza en diferentes épocas utilizando técnicas de realidad virtual mediante modelado en tres dimensiones. Esta reconstrucción muestra la fortaleza ubicada en el paleo-paisaje de la época y permite ver cómo era la estructura del lugar y sus construcciones. Se acompaña con todo tipo de detalles de la época como utensilios encontrados en el yacimiento, la disposición de las viviendas, el sistema de recogida de agua potable, etc.

Esta reconstrucción no puede ser considerada propiamente como un prototipo, aunque su realización ha sido de gran utilidad en dos tareas del modelo de proceso:

- En el análisis etnográfico de la fase del análisis de requisitos. Al tratar de comprender una situación de la que sólo disponemos un montón de piedras amontonadas y la información que los arqueólogos han logrado indagar de las ruinas encontradas, la realización de una reconstrucción de estas características sirve de enorme ayuda para comprender el hábitat del lugar.
- En una primera fase de prototipado se realizó un vídeo, que a continuación se describe, para la realización del cual se utilizaron imágenes de esta reconstrucción en su fase de post-producción.

El vídeo

Como se ha comentado, en este proyecto se utilizó la técnica del prototipado en vídeo, que reproduce la situación descrita en el escenario descrito el los *storyboards* anteriores.

Sin ninguna duda, ha constituido una herramienta de alto valor informativo para nuestras investigaciones puesto que nos permitió (entre otras características):

- Experimentar con esta técnica de prototipaje altamente comentada pero con tan pocos casos prácticos realmente implementados.
- Comprobar la dificultad y el tiempo necesario para realizar este tipo de prototipos.
- Comprobar, por contra, la enorme utilidad de un prototipo en vídeo en proyectos de la envergadura del aquí mencionado donde queremos mostrar los escenarios de futuro detallando incluso cómo sería una visita bajo condiciones totalmente inexistentes.

Para la realización del vídeo[108] utilizamos la maqueta del dispositivo que con la inestimable ayuda de técnicas de pre y post-producción cinematográfica conseguimos simular un dispositivo inexistente.

Figura pv_4: Diversas tomas de la producción del vídeo que permiten adivinar cómo se realizó

Evaluaciones tipo Focus Group

Utilizando la tableta y el vídeo se organizaron **cuatro sesiones** de Grupos de Discusión Dirigidos (o *focus group*) con posibles usuarios correspondientes a diferentes ámbitos de la sociedad.

Para ello previamente se realizó un *estudio* de la posible *audiencia* con la definición de los diferentes *perfiles de los usuarios* del sistema como objetivo principal. Los grupos de población se dividieron según varios criterios escogiendo para estas primeras evaluaciones el factor edad para tener grupos de población más o menos homogéneos.

[108]En el enlace http://griho.udl.es/castella/projectes/paradig/vilarsra.html del sitio web del grupo de investigación GRIHO puede descargarse libremente este vídeo.

Cada sesión contó con un total de entre 6 y 7 usuarios de edades comprendidas entre 20-23 en dos de las evaluaciones y 45-55 en otras dos y tuvieron una duración media de una hora y media aproximadamente.

En cada una de las sesiones, tras la bienvenida y la presentación de los asistentes, se expuso la idea del proyecto para pasar a ver el video que reproducía el escenario descrito y posteriormente se les mostraba la maqueta del dispositivo, para finalizar con un debate abierto donde las opiniones personales se entremezclaban con las colectivas.

De manera resumida, los aspectos comentados que destacaron fueron:

- Aspectos **ergonómicos** del dispositivo: Tamaño, medidas, forma, cómo sostenerlo, peso, posibilidades de interacción (táctil, puntero, voz…).

- Cuestiones de **accesibilidad**
    - Generales: Configuración del dispositivo para las diferentes discapacidades, tecnologías asistivas a utilizar…
    - Para niños: Parece inadecuado el uso del dispositivo a niños menores de diez años e incluso debería preverse una configuración especial para este perfil de usuario tan joven.
    - Para gente de edad avanzada: Se pone especial énfasis en aspectos como la proporción de vías alternativas de recibir la información como pueden ser versiones especiales de texto (información sintetizada, textos grandes), versiones "habladas" e incluso la necesidad (o posibilidad adicional) de disponer del soporte de algún guía de soporte.
    - Para personas con problemas auditivos: Una parte importante de la información es ofrecida mediante la voz, que deberá ser presentada mediante texto (como también hemos visto antes).
    - Para personas con problemas visuales: Otra fuente muy importante de la información mostrada es mediante imágenes y reproducciones virtuales de partes del yacimiento. En caso de visión reducida, se propone disponer de opciones que magnifiquen el texto o las imágenes mostradas o, mejor aún, potenciar la versión auditiva. Para los casos de ceguera total, la opción de potenciar la "versión de voz" también parece la más adecuada.
    - Personas con problemas motrices: Parece obvio que si algún visitante tiene dificultades para interaccionar con el dispositivo mediante sus manos parece razonable ofrecer la interacción mediante algún dispositivo o programa reconocedor de voz (aunque el principal problema está en que estos necesitan de una fase de aprendizaje que puede no tener sentido para una visita tan corta).
    - Personas con problemas cognitivos: La mayoría de los presentes estuvieron de acuerdo en que la opción de un guía de soporte sería la mejor solución para estos casos.

- En temas de **organización de la información** se estableció un largo y provechoso debate en que los temas más relevantes fueron:
    - Cuál era la mejor posición de la pantalla para alguno de los botones.
    - Organizar la información basándose en las épocas y no en los aspectos.
    - Utilizar distintos niveles de profundidad para ofrecer diferentes grados de información.
    - Para relacionar la información con el contexto más próximo puede utilizarse alguna técnica para destacar los aspectos más relevantes en función de este contexto.
    - Las migas como elemento de navegación fue mayoritariamente entendido, aceptado e incluso recomendado.

- Temas **generales**:
    - La idea de que cada uno pueda profundizar en la información tanto como se desee prevaleció sobre el "recortar" parte de ésta según el nivel del usuario, que es distinto a cómo esta información es presentada.
    - Se anotó como idea relevante el poder presentar vídeos adicionales bajo demanda del usuario.
    - Proporcionar una ayuda sobre el funcionamiento del dispositivo que esté en todo momento al alcance de tan sólo un clic desde cualquier situación.

Análisis del nuevo paradigma

Una vez el visitante ha escogido el lenguaje empieza "su" visita. A medida que va aproximándose a la fortaleza, el dispositivo le mostrará la reconstrucción de la misma del punto dónde se encuentre proporcionándole información adicional sobre la época relacionada. No obstante, siempre tendrá la oportunidad de cambiar de época y poder hacer una comparación diacrónica o de ampliar la información relacionada si lo cree conveniente.

El uso del estilo de interacción de *Manipulación Directa* [SCH91], dentro del paradigma de la *Realidad Aumentada* [REK95], permite al usuario escoger los aspectos del yacimiento que desea explorar, obteniendo un *estilo de interacción multimodal:*

- Mediante la *manipulación directa* se posibilita al usuario escoger aquellos aspectos del yacimiento sobre los que desea obtener más información.
- Y gracias a utilizar la *localización* en la interacción —entendiendo localización por posición, orientación y época— como atributo de la Realidad Aumentada se proporcionan aspectos relacionados y relevantes con el escenario donde se encuentra dicho visitante.

Así que la idea parte del paradigma de la sobremesa con un estilo de interacción de

manipulación directa para migrar al paradigma de la Realidad Aumentada y resolveremos cuestiones del tipo:

- ¿Qué pasa si cambia la ubicación?.
- ¿Se puede acceder a información no relacionada directamente con la ubicación actual?.

Análisis de tareas

Se define como el estudio de las tareas que deben realizarse en términos de acciones y/o procesos cognitivos para lograr un objetivo. Este análisis influye decisivamente en las decisiones del diseño.

El proceso global del análisis de tareas conlleva realizar consecutivamente dos fases: Una primera fase de recolección de datos para determinar las tareas a modelar, y la segunda es la propia modelización de cada una de las tareas.

El método utilizado para realizar nuestro análisis de tareas ha sido el Análisis de Tareas Jerárquico (HTA).

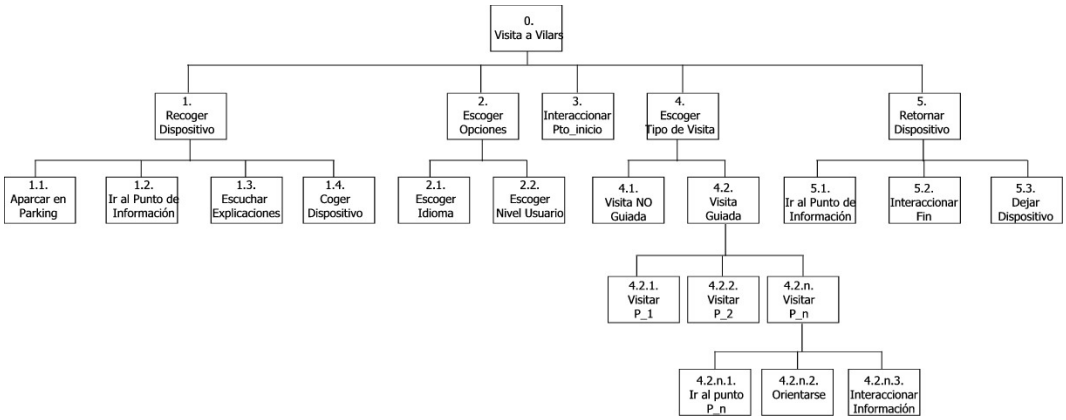


Figura pv_5: Análisis de la tarea general "visita a Els Vilars" con HTA

Análisis modelo arquitectónico

En el mapa del yacimiento se ha definido una colección de puntos —lógicos— que corresponden a las principales zonas de interés, definidas según el criterio de los arqueólogos, y la fortaleza cada uno de los cuales tiene su propia *zona de influencia* (el área de la cual depende el punto). Así, la unión de todas ellas cubre todo el mapa, garantizando que el visitante siempre estará bajo la influencia de dichos puntos.

En el modelado del sistema debemos tener en cuenta un aspecto importante como son

los seis grados de libertad de movimiento que todo objeto tiene en el espacio (tres de posicionamiento del objeto y tres de orientación) [DIX93]. En nuestro caso, para no tener una infinidad de orientaciones en cada punto, hemos definido unas orientaciones representativas para cada punto. Se trata de los *Puntos de Observación* (PO), que reflejan una vista concreta de dicho punto.

A cada PO le corresponderá su propia estructura, que permitirá obtener al visitante toda la información relativa al punto en cuestión. Dicha estructura de información estará directamente conectada con el modelo de diálogo definido.

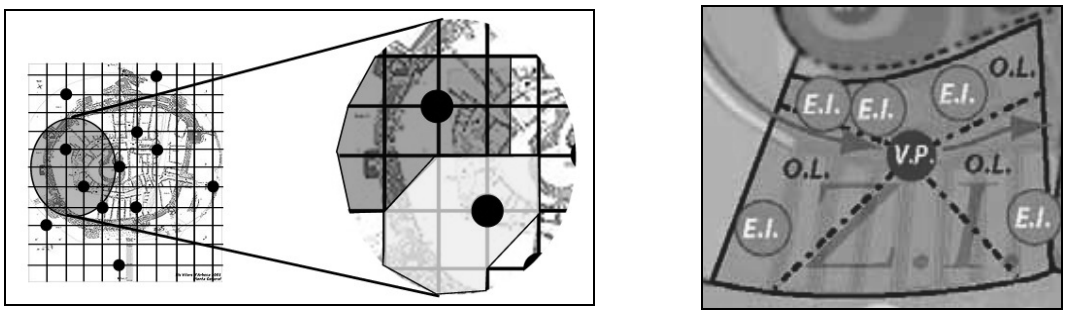


Figura pv_6: En la imagen de la *izquierda* vemos el mapa del yacimiento con unos posibles puntos marcados y su correspondiente zona de influencia. A la *derecha* tenemos un ejemplo de un punto (V.P.) con 5 posibles puntos de observación (E.I.)

El modelo de diálogo

La estructura del diálogo, que representa la comunicación con el usuario, fue modelada con el diagrama de transición de estados (STN), en el que una estructura formada por nodos y enlaces (donde los nodos representan los posibles estados del sistema y los enlaces las posibles transiciones entre estados) define los posibles estados del sistema y la manera de pasar de un estado a otro (transiciones).

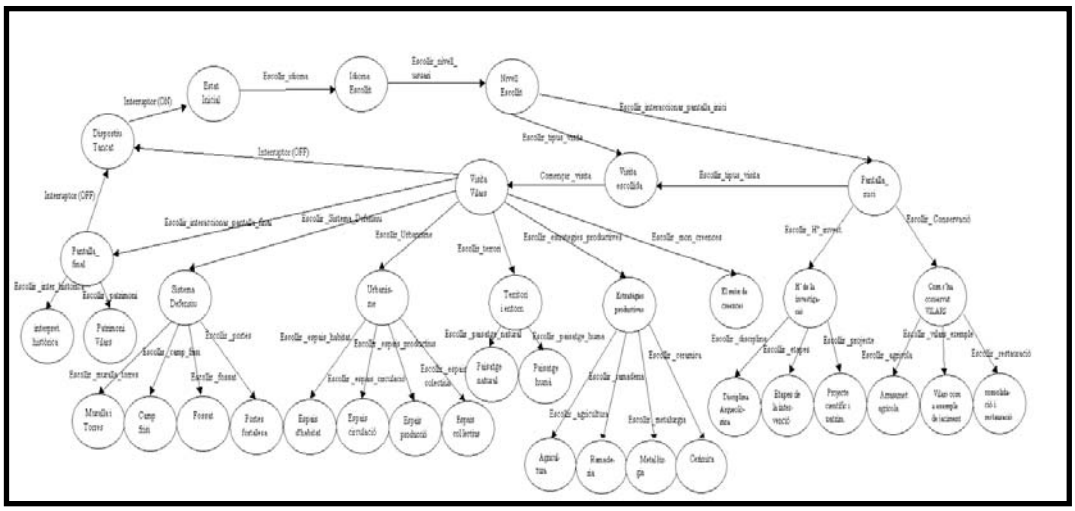


Figura pv_7: Diagrama de transición de estados

Las acciones del usuario serán aquellas transiciones realizadas directamente por la participación directa del mismo. Podemos describir las posibles acciones del usuario así como los estados críticos del sistema.

Modelo de diálogo aumentado

Llegados a este punto, tenemos, por un lado, los PO con su estructura de información y, por otro, el modelo de diálogo correspondiente a la manipulación directa. Uniendo estos dos esquemas obtenemos la arquitectura final del sistema le hemos llamado "*modelo de dialogo aumentado*" y relaciona los dos estilos de interacción conectando la información de los puntos de observación con el modelo de diálogo.

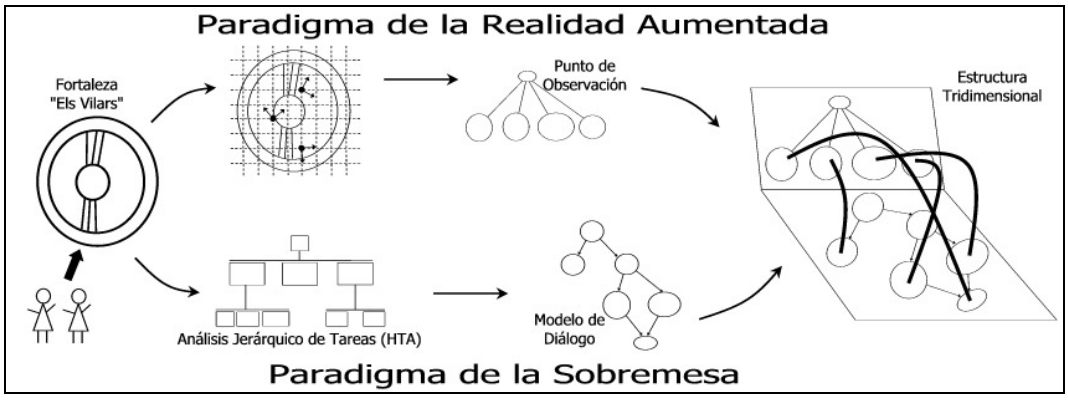


Figura pv_8: Representación del modelo de diálogo aumentado

Ambos estilos de interacción se unen formando una estructura tridimensional que nos

permite, por medio de unos apuntadores, representar la información y el diálogo manteniendo toda la consistencia del sistema y pensando siempre que éste deberá ser usado por visitantes reales.

La estructura tridimensional resultante, debido a la enorme cantidad de puntos de observación, es muy extensa y si no contamos con esta estructura tridimensional corremos el riesgo de desconcertar al usuario durante la visita.

La siguiente figura ayuda a mejorar la comprensión de la arquitectura final. La colección de puntos representados en el mapa con su correspondiente orientación definen los conocidos PO, que, a su vez, conforman una estructura que contribuye a la información de cada uno de ellos.

Por otra parte, el modelo de diálogo proporciona, como hemos visto, los estados del sistema que se unen mediante los apuntadores a los respectivos Puntos de Observación.

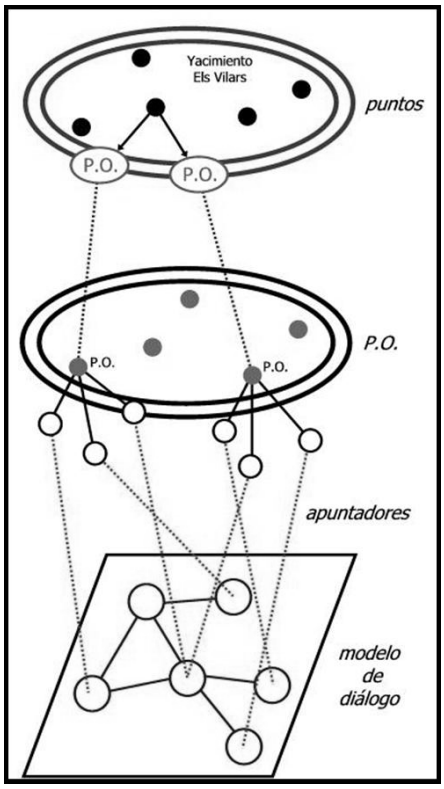


Figura pv_9: Representación de la arquitectura final

La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración

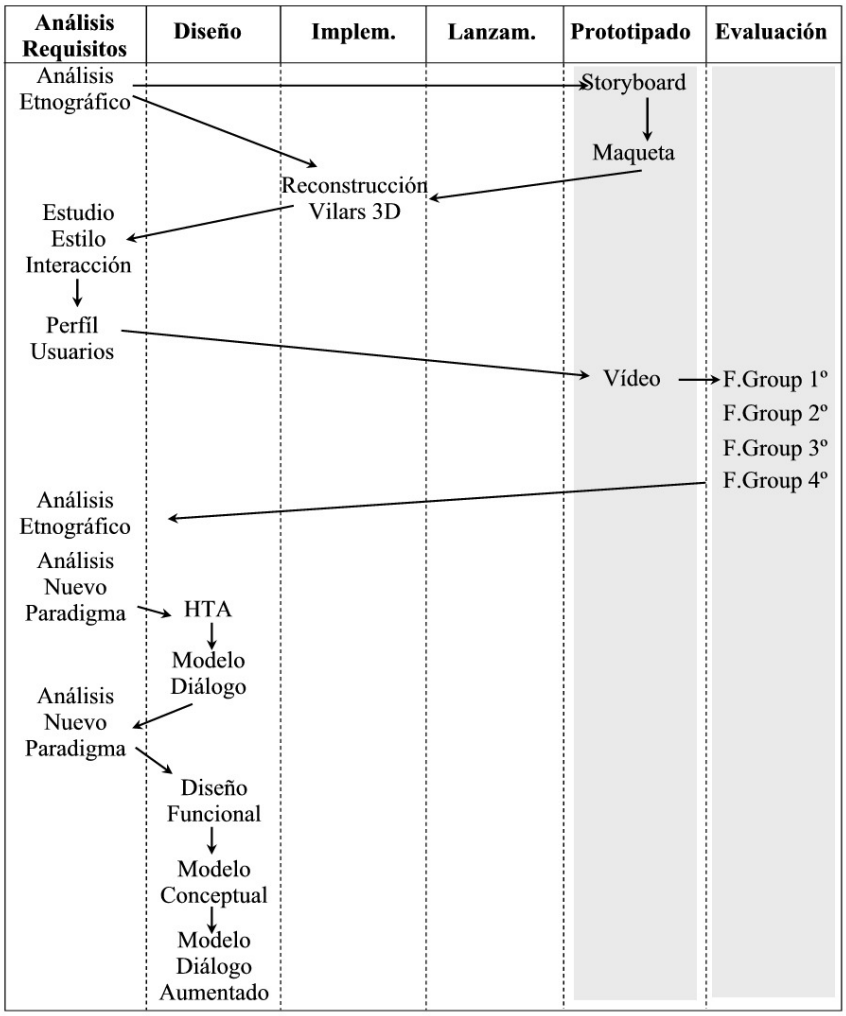


Figura pv_10: Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración que refleja el proyecto hasta el punto actual de su desarrollo

Estado actual del proyecto

Una vez llegado al estado previamente mencionado y tras un periodo de estancamiento (básicamente por motivos presupuestarios) a finales del 2003, el proyecto ha recuperado su camino.

Esta recuperación se ha producido gracias a la confluencia de dos acciones casi simultáneas que ha catapultado de nuevo el proyecto al primer plano de las investigaciones que en GRIHO llevamos a cabo. Las dos acciones mencionadas son:

a) Existe una estrecha colaboración de nuestro grupo de investigación con el grupo de investigación en *Human-Computer Interaction, Multimedia & Culture* del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Vrije (Amsterdam), cuyo responsable es el Dr. Gerrit van der VEER. Y fruto de dicha relación, un alumno de doctorado de la universidad realizó una estancia de aproximadamente seis meses en nuestra universidad para llevar a cabo su proyecto de *Máster Tesis* sobre aplicaciones multimedia aplicadas al patrimonio cultural, siendo la continuación del proyecto Vilars su el motivo de su trabajo.

   El trabajo realizado en esta fase ha supuesto una nueva vuelta en el modelo de proceso que, tras la realización de nuevos prototipos y escenarios, ha concluido con una primera versión del prototipo software (al cual corresponde la siguiente imagen) y un artículo científico presentado en el congreso Interacción 2004 celebrado en Lleida el pasado mes de mayo (relacionado en el siguiente apartado de referencias).

Figura pv_11: Imagen correspondiente a una secuencia del prototipo software ejecutándose sobre un tabletPC realizado en esta nueva etapa del proyecto

b) 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) ha concedió una ayuda solicitada en el plan especial DIF2003-10370-E con una dotación de 43.188 € para el proyecto bajo el título *Vilars RA. Un nuevo modelo aplicado de interacción con el patrimonio arqueológico*, cuya duración va de enero de 2004 a diciembre de 2004.

El principal objetivo de estas dos acciones es la implementación de un primer prototipo software implementado y funcionando sobre la base tecnológica determinada. Con ello se dispondrá de una primera demostración del sistema funcionando en modo de simulación en el propio yacimiento que permitirá evaluar la viabilidad del sistema para concretar su finalización.

Referencias relacionadas

Este proyecto, de larga envergadura y duración, ha sido enviado y aceptado a las siguientes publicaciones y congresos tanto nacionales como internacionales, y podremos encontrar los artículos publicados en las correspondientes actas (*proceedings*):

- Alonso, N.; Balaguer, A.; Junyent, E.; Lafuente, A.; López, J. B.; Lorés, J.; Muñoz, D.; Pérez, M.; Tartera, E. (2000). *Virtual reality as an extension of the archaeological record: The reconstruction of the iron age fortress el Vilars*. CAA, Computer Applications and quantitative methods in Archaeology. Ljubliana (Eslovenia).
- Aguiló, C.; Lorés, J.; Junyent, E. (2001). *Enhanced Cultural Heritage Environments by Augmented Reality Systems*. 7th Intl. Conference on Virtual Systems and Multimedia: VSMM2001. Universidad de California, Berkeley.
- Balaguer, A.; Lorés, J.; Junyent, E.; Ferré, G. (2001). *Scenario based of augmented reality systems applied to cultural heritage*. Advances in Human-Computer Interaction I. Proceedings of the Panhellenic Conference with International Participation in Human-Computer Interaction (PH-HCI 2001). Universidad de Patras (Grecia).
- Granollers, T.; Lorés, J.; Raimat, G; Junyent, E.; Tartera, E. (2002). *Vilars. Un nuevo Modelo de Diálogo aplicando la Realidad Aumentada*. Interacción 2002, Libro de actas del 3er Congreso de Interacción Persona-Ordenador. Leganés (Madrid).
- Granollers, T.; Lorés, J.; Raimat, G; Junyent, E.; Tartera, E. (2002) *Vilars. A new dialogue model applying Augmented Reality*. DSV-IS 2002, International Workshop on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems (DSV-IS 02), Rostock (Alemania).
- Granollers, T.; Lorés, J.; Tartera, E.; Junyent, E. (2002). *Análisis y diseño de una visita guiada a la fortaleza de Vilars en Realidad Aumentada*. Ponencia y posterior publicación en las actas del congreso: II Congreso Internacional sobre Musealización de Yacimientos Arqueológicos (Barcelona).
- Granollers, T.; Lorés, J.; Raimat, G.; Junyent, E.; Tartera, E. (2003). *Design of augmented reality systems in archaeological sites*. Enter the Past. Viena (Austria).
- Grupos de investigación GRIHO y GIP de la Universitat de Lleida (2003). *Proyecto Vilars-RA. Realidad aumentada para visitar la Fortaleza de Els Vilars*. PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, nº 46, diciembre 2003, Sección Proyectos y experiencias, págs. 94-95.
- Yamane, L.; Lorés, J. (2004). *Els Vilars: A Study of a Cultural Heritage Augmented Reality Device*. Libro de actas del del 5º Congreso Interacción 2004. AIPO.

Web del Centre Excursionista de Lleida

Introducción

CEL son las siglas de Centre Excursionista de Lleida, una entidad nacida en Lleida en el año 1906 formada por personas del entorno de la ciudad de Lleida con una afición común: El montañismo y el respeto por la naturaleza en general.

El centro dispone de estatutos propios y está estructurado en secciones y vocalías con sus respectivas juntas directivas y vocales, siendo la lengua catalana su lengua habitual de comunicación y de uso habitual y preferente.

Sus objetivos, a grandes rasgos, son *promocionar el conocimiento y la práctica de los deportes de montaña* en todas sus modalidades y el *estudio y divulgación de los aspectos culturales* relacionados con esta temática. Y su principal campo de actuación es la planificación de actividades relacionadas con su temática principal.

A lo largo de estos casi cien años de existencia ha acumulado un fondo editorial considerable donde sus asociados pueden encontrar fuentes bibliográficas muy diversas relacionadas con las actividades del centro. Una parte de dichas publicaciones es de producción propia.

La mencionada entidad constituye una sociedad que no se estanca en sus raíces y se adapta a los nuevos tiempos. Por ello, decidió, hace tiempo, de publicar un primer sitio web básicamente para promoción del centro. Con el tiempo vieron necesario dotar de más capacidad a dicho espacio web para que sus asociados, y los que no lo son, puedan encontrar la programación de las actividades, comunicarse con los responsables del centro desde cualquier punto del planeta, así como agilizar y dar dinamismo a algunas tareas habituales internas.

El proyecto, que surge de una propuesta de colaboración entre el Centre Excursionista

de Lleida y el grupo de investigación GRIHO de la Universitat de Lleida, implementa el nuevo sitio web del CEL basado en los nuevos requisitos funcionales y tecnológicos que se ha realizado aplicando el modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad anteriormente definido. Se trata, pues, de otro de los proyectos utilizados para la fase de validación y mejora del MPIu+a que se finalizó a mediados del año 2002.

Recordemos que son los usuarios y no los desarrolladores quienes nos dirán si un sistema es usable o no, por lo que creo importante mencionar el alto grado de satisfacción repetidamente aludido por parte de los usuarios del sitio tras la aplicación sistemática de las técnicas IPO siguiendo el modelo de proceso.

Cómo se ha aplicado el MPIu+a para el desarrollo de este proyecto

En primer lugar, debo mencionar que las actividades a continuación descritas no se enumeran de manera cronológica a su sucesión real, puesto que el objetivo es explicar las tareas realizadas en cada una de dichas actividades. La secuencia temporal seguida puede comprobarse en la HT-GC que aparece posteriormente a esta parte del documento.

Análisis de Requisitos

Cada una de las actividades del análisis de requisitos que a continuación veremos recogen el resumen de cada una de las actividades desarrolladas, aunque debe citarse que son el resultado de un intenso trabajo de diversos prototipos implementados que a su vez fueron evaluados con los principales usuarios e implicados en sesiones del tipo *Focus Group* y *Thinking Aloud* con un alto nivel de participación.

Objetivos de la aplicación

En este apartado se enumeran una serie de objetivos que básicamente responden a criterios funcionales pero que de ellos derivarán algunos de los posteriores objetivos relacionados con la usabilidad del sitio web:

- El sitio debe disponer de varios niveles de información, en función de los permisos de acceso que el centro establezca. Con ello se pretende, sobre todo, separar claramente la parte *pública*, correspondiente al público en general, de la *privada*, aquella a la cual sólo pueden acceder los socios del centro.
- Para agilizar el uso del sitio se ve altamente necesario que éste no disponga de una página de inicio tipo "portal", sino que ésta debe ser ya una primera página con la información útil y con la información más altamente pretendida por sus usuarios: Conocer las próximas actividades programadas.

- El contenido de la web será, por tanto, dinámico y deberá gestionarlo uno o varios miembros del centro sin la condición de que éstos sepan técnicas de programación de páginas HTML y tecnología JSP (la empleada para este proyecto) para nada. Este factor determina enormemente la usabilidad de la parte de la interfaz dedicada a la administración del sitio.
- EL centro celebrará en breve su centenario, evento de remarcable relevancia para el cual se ha desarrollado otro proyecto de implementación de sitio web siguiendo el MPIu+a el cual deberá tener un fuerte impacto y integración en la web a implementar.
- Uno de las pretensiones prioritarias de este sitio es que el mismo se convierta en un referente claro del excursionismo de Catalunya y de la zona de Lleida en particular. Para ello se determina como prioritario disponer de unos enlaces de alto nivel informativo, con una constante actualización y una buena organización temática.
- El sitio debe ser muy ágil de consultar, incluso para aquellos que disponen de conexiones de baja velocidad. Para ello se mostrará la información organizada entres niveles de titular, resumen y ventana de ampliación sin muchas imágenes que puedan perjudicar su uso. Lo importante es que el usuario encuentre aquello que le interesa en muy poco tiempo.
- El lenguaje a utilizar será correcto aunque podrá adecuarse al "argot excursionista", pues se prevé que la mayor parte de sus visitantes conozcan dicho argot. El catalán será (tal y como está recogido en los estatutos del propio CEL), de momento, la única lengua vehicular del sitio.

Análisis de los implicados

En este proyecto en particular encontrar usuarios y posibles implicados fue un proceso relativamente sencillo; básicamente todos los socios del centro son los principales implicados y usuarios al mismo tiempo, no obstante, se pensó en incorporar a personas no vinculadas con el centro que a su vez tuviesen interés en la información que se publicase. El caso es que sigue habiendo una estrecha interconexión entre la figura usuario e implicado. También es de destacar el alto grado de participación y de implicación que mostraron muchos socios del centro, llegando a contar en alguna sesión con casi un centenar de personas.

En este apartado cabe mencionar que dichos implicados-usuarios estuvieron atentos en todo momento a la evolución del proyecto, lo que permitió matizar detalles y tomar algunas decisiones muy acertadamente.

Roles y perfiles de usuario

Tras un primer estudio y cierto debate con los principales implicados de la aplicación se llegó a la conclusión que existía una relación unívoca entre los roles y los perfiles de los usuarios, o sea, que ambos dividían la población potencial de usuarios en las mismas categorías.

Así que la población de usuarios se dividió básicamente en tres roles o perfiles de usuarios perfectamente diferenciados:

- *Socio*, es el rol que cuenta con más representación, pues es un sitio web pensado y orientado en aportar información a sus asociados. Ello tendrá una fuerte repercusión tanto en el lenguaje del sitio como en la arquitectura de la información, pues el modelo conceptual del sitio deberá tender a satisfacer mayoritariamente este rol.
  Las personas asociadas a este rol raramente consultarán la parte estática; harán un repaso rápido de las últimas actividades o las disponibles para unas determinadas fechas y les interesará profundizar en la información relacionada.

- *Administrador*, este rol dispone de una serie de capacidades funcionales de las que no dispone el rol socio (del cual es una especialización o un subrol) y que le otorgan la posibilidad de gestionar la parte dinámica del sitio.

- *Visitante*, corresponden a este rol todas aquellas personas que accederán al sitio sin tener ningún vínculo institucional con el centro. Las posibilidades de éstos serán mucho menores y la información ofrecida será puramente informativa.
  Pertenecerá a este grupo aquel usuario que visitará la web de forma casual (sin pretenderlo llega al sitio), aquel muy eventual (que en contadas ocasiones se interesa por alguna de las actividades del centro) e incluso el que sin ser socio periódicamente se interesará por las actividades del centro.

Estructura y contenidos

La estructura del sitio debe combinar la información estática con un conjunto de contenidos dinámicos que pueden actualizarse *on-line*. Respondiendo a estos criterios, los contenidos se estructuran en tres niveles:

- *Nivel público*. No está restringido. Incluye información de presentación del Centro como son los apartados "¿Quiénes somos?" o "¿Qué hacemos?", que pretenden dar una visión global sobre el centro al visitante que se interesa por él y que quiere saber, por ejemplo, qué se hace, cómo se puede contactar o cuáles son las ventajas de hacerse socio. Además se presentan también los contenidos dinámicos de las actividades y las noticias, igual que en el resto de niveles, que permiten tener la página actualizada con la información más innovadora que genera el centro.

- *Nivel privado*. Tiene restringida la entrada mediante un nombre de usuario y una clave que sólo poseerán los socios del CEL. Con respecto a los contenidos, aparte de las actividades y las noticias como en el nivel público, muestra información dinámica sobre las convocatorias de asambleas, el tablero de anuncios, la biblioteca propia y los enlaces más interesantes agrupados por

temas. La parte estática de este nivel contiene temáticas internas del centro como la relación completa de los miembros de la junta directiva y los estatutos.

- *Nivel de administración.* Este nivel es exactamente el mismo que el anterior en cuanto a contenidos, diseño y estructura. Se accede con el nombre del usuario y la clave del administrador del sitio web. La particularidad radica en que todos los ítems de la parte dinámica van acompañados de tres enlaces nuevos que no aparecían en los otros niveles: "Añadir nuevo", "Modificar" y "Borrar". A través de estos enlaces se permite al administrador actualizar los contenidos a la vez que comprobar cuál es el resultado de esta actualización tal y como lo verán los usuarios.

Objetivos de la usabilidad

Tras analizar los requisitos conjuntamente con expertos en usabilidad y con los implicados se determinaron los siguientes objetivos de usabilidad:

- *Disponibilidad inmediata.* Mayoritariamente los socios accederán al sitio para informarse sobre las noticias relacionadas con las próximas actividades programadas (tipo de actividad, dónde se realiza, cuando se realiza, persona de contacto…), premisa que determinará el funcionamiento general del sitio y la arquitectura del mismo. Por tanto, la página de inicio será muy simple y con esta información que esperan sus asociados en primer término y con muy pocos elementos que ralenticen su carga.
  Las informaciones referentes a las actividades y las noticias han de aparecer en la primera página a la que se accede, tanto a nivel público como a nivel de socio.

- *Información complementaria.* Al accionar sobre cualquiera de los ítems, principalmente de las actividades o de las noticias, se tiene que acceder a toda la información ampliada disponible.

- *Ubicación.* Dado el escaso nivel de navegación web de muchos de los socios del centro, será preciso poner especial énfasis en elementos de navegación que faciliten los movimientos por el sitio. Disponer de elementos como un mapa del web o las migas que posibilitan al usuario tener una idea del sitio web global, saber dónde se encuentra en cada momento, poder acceder a una página concreta directamente y reubicarse rápidamente en caso de pérdida.

- *Fechas.* Permite al usuario saber si la página está actualizada.

- *Consistencia.* La interfaz de administración es idéntica a la de los usuarios socios para ver en todo momento cuál será el resultado de su actualización.

Plataforma

El Centro Excursionista es una entidad pública sin ánimo de lucro y por estas características el ayuntamiento le proporciona un alojamiento gratuito en un servidor propio. La base tecnológica de este servidor determina en gran parte la plataforma tecnológica del sitio web y, por tanto, es evidente que conocer esta información a priori es importante pues en caso contrario podríamos tener problemas en la fase de lanzamiento.

Diseño

El diseño del *estilo gráfico* se optó por la *simplicidad de conceptos* beneficiando la velocidad de descarga para su consulta y para la parte visual se creyó oportuno utilizar una gama de colores considerados básicos según el esquema mental de los usuarios. Estos colores debían representar una entidad fuertemente vinculada con la naturaleza y con una forma de proceder dinámica, activa, vital...

De acuerdo con la simplicidad se opta por *representar la información de forma encapsulada* mediante recuadros informativos que contienen mensajes breves con estilo periodístico (titular + ampliaciones progresivas). La información de las actividades sigue un orden cronológico descendiente (el evento más próximo está en primer lugar, los eventos pasados "desaparecen" y el evento que tardará más en celebrarse estará en última posición) mientras que las noticias lo hacen en el orden inverso.

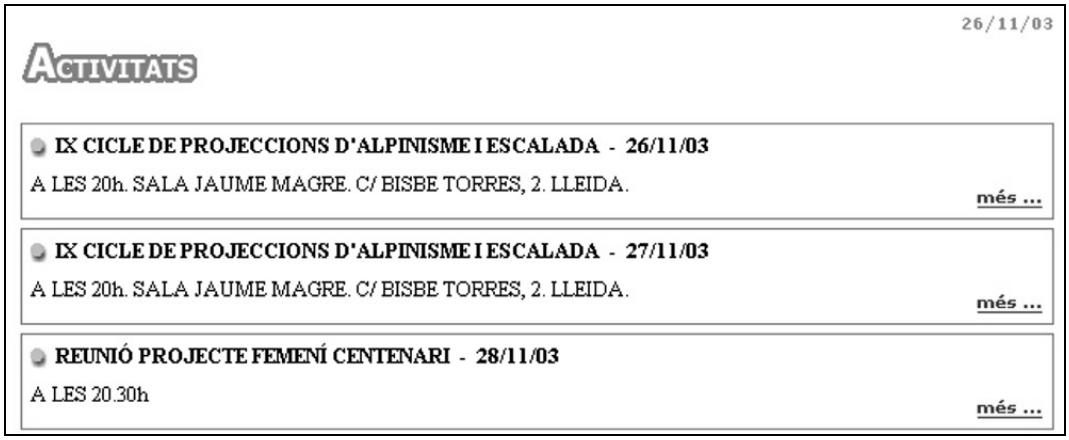


Figura pv_12: Representación de la información "encapsulada"

La *iconografía* asociada a las *metáforas* se asocia de manera muy simple a los conceptos "botón" y "pestaña" como muestra la figura siguiente:

Figura c6_11: Estilo de los botones y las pestañas de navegación

Otro de los acuerdos definidos para beneficiar la velocidad del sitio fue la ausencia de imágenes "pesadas" como fotografías en todo el sitio web menos en las zonas determinadas para las galerías de fotos (evidentemente un centro excursionista tiene una gran colección de imágenes de sus excursiones y experiencias, pero quien acceda a éstas lo hará siendo perfectamente consciente de ello).

En el apartado concreto de la navegación se definió que la información de cada sección de la parte dinámica se presentará primeramente resumida (en formato de titulares), de manera que accediendo a su enlace fuese posible ampliar toda la información disponible. Dicha ampliación se desplegaría, como muestra la figura, en ventanas nuevas para no perder la referencia.

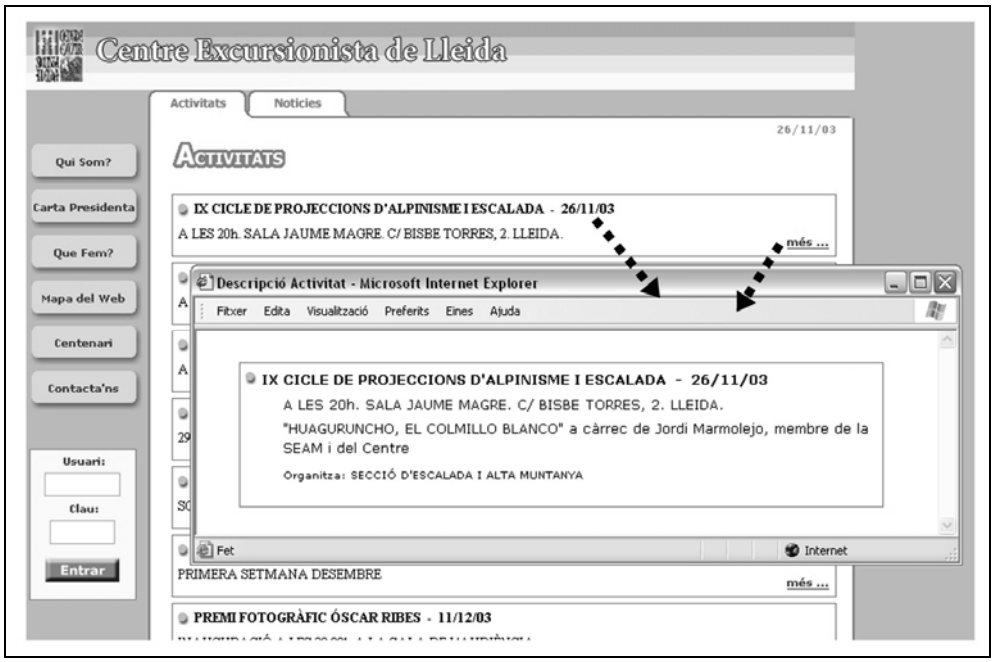


Figura pv_13: El primer nivel de información es muy básico y el segundo se mostrará en una nueva ventana

Implementación

Durante la fase de implementación del sitio web del CEL se han utilizado varias herramientas de desarrollo. Para el diseño gráfico de la interfaz básicamente se ha empleado el programa Adobe Photoshop 6.0, y para la codificación de las páginas web la aplicación Macromedia Dreamweaver Ultradev 4.0, que permite, además de construir la estructura en HTML, implementar código JSP (*Java Server Pages*) que es la tecnología utilizada para obtener el dinamismo del sitio.

Prototipos y evaluaciones

El gran desconocimiento por parte de muchos de los integrantes del centro de las posibilidades que Internet como medio podía ofrecerles, junto a la inestimable participación que nos ofrecieron, facilitó enormemente nuestra labor de realizar el verdadero diseño del sistema centrado en sus usuarios. El número de prototipos implementados y sus correspondientes evaluaciones fue elevado.

Hay que destacar que en este proyecto se optó por la producción sistemática desde el primer momento de prototipos software, factor que responde principalmente a las siguientes razones:

a) Desde que iniciamos la experimentación del desarrollo de sistemas interactivos siguiendo la filosofía del DCU nunca habíamos realizado una implementación sin realizar prototipos de baja fidelidad, y queríamos ver si esto era positivo o no lo era. Así que en este proyecto decidimos experimentar con esta posibilidad.
b) Los programadores del equipo de desarrollo estaban impacientes por probar desde el principio las tecnologías de la programación de sitios web dinámicos para explorar sus verdaderas posibilidades.
c) Siguiendo con el punto a), intentamos probar también como respondían los usuarios interactuando desde el principio con sistemas que "ya estaban en funcionamiento" y experimentar las ventajas e inconvenientes que ello podía suponer.
d) La teoría nos indica que una de las principales desventajas de la realización de prototipos software es su alto coste, pues estos necesitan de mucho más tiempo para realizarse. Particularmente en este proyecto este factor no importaba demasiado, pues era un desarrollo que se hacía para una organización sin ánimo y sin cargo presupuestario.

Aun así, también se utilizaron otras técnicas de prototipado como posteriormente veremos.

Resumidamente, se realizaron 4 prototipos software diferentes con distintas visiones

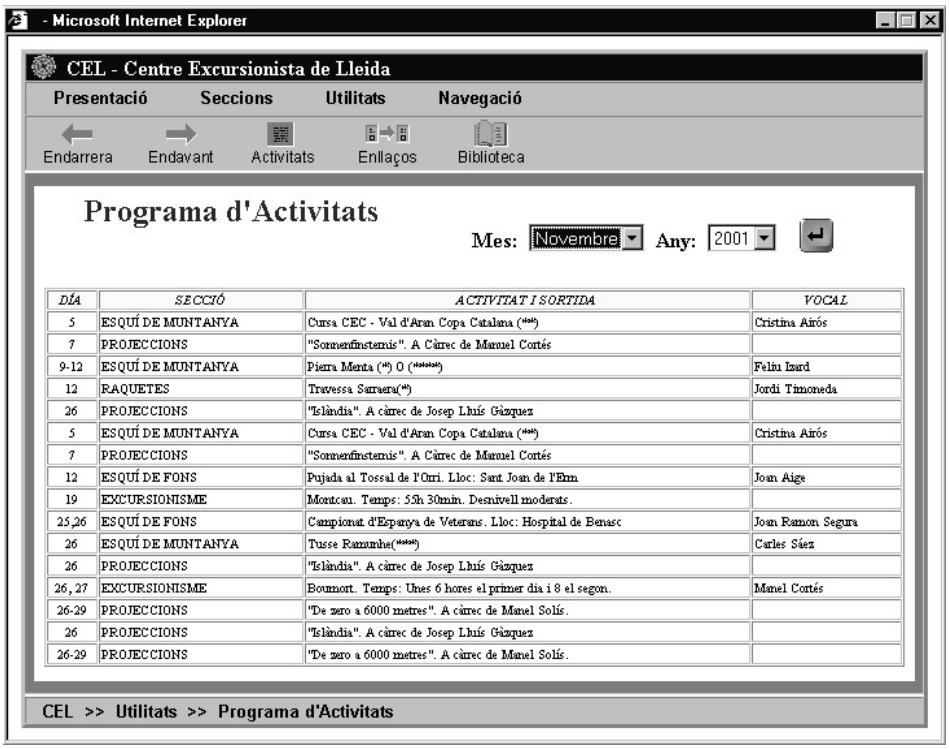
del problema e incluso ofreciendo diferentes similitudes con paradigmas preconcebidos como podía ser el que la interfaz siguiese el estilo de ventanas de Microsoft Windows. Cada uno de los prototipos se evaluó utilizando los métodos *focus group* y *thinking aloud.*

Figura pv_14: Página de inicio del primer prototipo software

De la evaluación del ***primero de los prototipos software***, del cual podemos ver su página inicial en la figura pv_14, se extraen las siguientes conclusiones:

- Se revisan las posibilidades de actualización dinámica de la página utilizando las herramientas de desarrollo necesarias. Se aprueba la utilización de herramientas y datos dinámicos para la página, pero se proponen nuevas ideas de interfaz dinámica.
- Se establece la necesidad de fijar tres niveles de acceso: Socio, no socio, administrador.
- Se determina que se suprimirá la portada y que la página principal contendrá información dinámica. Por otro lado, se cree conveniente reducir el número de fotografías usadas para garantizar una descarga más rápida de las páginas.
- Se incorpora el perfil de usuario y se pide otro estilo de interacción global de la página.
- Se discute la gama de colores básica del sitio web y se decide probar nuevos conjuntos de colores.
- Se aprueba la separación de la información estática de la dinámica, así como la utilización de zonas de navegación en la parte superior y en el lateral izquierdo.

Con el ***segundo prototipo software*** (figuras pv_15a y pv_15b) se pretende cambiar el estilo de interacción para probarlo con los usuarios y ver si se sentían más cómodos o no. El prototipo se realizó mediante una sesión de *thinking aloud* con varios usuarios y algún implicado, llegando a la principal conclusión de que el entorno del CEL no es el más apropiado para desarrollar un nuevo estilo de interacción que rompa con los estándares de interacción de Internet. Teniendo en cuenta el perfil de los usuarios, se considera que éstos tienen perfectamente asumidos y sobre todo diferenciados dos tipos de interacción muy diferentes: Las aplicaciones típicas de ventanas estilo Microsoft Windows y las páginas web. En consecuencia, se demuestra que unificar estos dos estilos provocaría que los usuarios necesitaran un tiempo de aprendizaje adicional para romper con su modelo mental y se abandona esta idea.



DÍA	SECCIÓ	ACTIVITAT I SORTIDA	VOCAL
5	ESQUÍ DE MUNTANYA	Cursa CEC - Val d'Aran Copa Catalana (***)	Cristina Airós
7	PROJECCIONS	"Sonnenfinsternis". A càrrec de Manuel Cortés	
9-12	ESQUÍ DE MUNTANYA	Pierra Menta (**) O (******)	Feliu Izard
12	RAQUETES	Travessa Sarraera(**)	Jordi Timoneda
26	PROJECCIONS	"Islàndia". A càrrec de Josep Lluís Gàzquez	
5	ESQUÍ DE MUNTANYA	Cursa CEC - Val d'Aran Copa Catalana (***)	Cristina Airós
7	PROJECCIONS	"Sonnenfinsternis". A Càrrec de Manuel Cortés	
12	ESQUÍ DE FONS	Pujada al Tossal de l'Orri. Lloc: Sant Joan de l'Erm	Joan Aige
19	EXCURSIONISME	Montcau. Temps: 5?h 30min. Desnivell moderats.	
25,26	ESQUÍ DE FONS	Campionat d'Espanya de Veterans. Lloc: Hospital de Benasc	Joan Ramon Segura
26	ESQUÍ DE MUNTANYA	Tusse Ramunhe(****)	Carles Sáez
26	PROJECCIONS	"Islàndia". A càrrec de Josep Lluís Gàzquez	
26, 27	EXCURSIONISME	Boumort. Temps: Unes 6 hores el primer dia i 8 el segon.	Manel Cortés
26-29	PROJECCIONS	"De zero a 6000 metres". A càrrec de Manel Solís.	
26	PROJECCIONS	"Islàndia". A càrrec de Josep Lluís Gàzquez	
26-29	PROJECCIONS	"De zero a 6000 metres". A càrrec de Manel Solís.	

Figura pv_15a: Página de inicio del segundo prototipo software. Puede observarse que intencionadamente se intenta ofrecer un entorno web que siga el estilo de ventanas de Microsoft Windows

Figura pv_15b: Estilo de menús de este segundo prototipo software

Tras las iteraciones anteriores en el modelo de proceso se llega a un nuevo diseño y al desarrollo de un nuevo prototipo software que integra todos los requerimientos que se han ido acumulando.

Como novedades funcionales, este diseño integra ya la estructura de tres niveles de usuarios, aun cuando la parte de administración no se incluirá hasta que se apruebe el diseño global. Integra también la información en la página de inicio y la navegación con pestañas para los contenidos dinámicos.

En la evaluación de este nuevo prototipo se realiza, por un lado, una sesión *thinking aloud* con un usuario con conocimientos informáticos adelantados y totalmente ajeno al CEL, y por otro se convoca una sesión *focus group* con responsables del CEL (que en definitiva son los principales implicados y usuarios a la vez).

De la experiencia con el usuario con conocimientos informáticos, que no conocía el CEL, básicamente se obtuvieron objetivos y requisitos de usabilidad. Se pudo comprobar, por ejemplo, que los iconos utilizados como botones en la parte estática de la página principal no eran lo suficiente representativos y se propuso cambiarlos por botones de texto.

Del *focus group* con los miembros del CEL salieron las siguientes conclusiones:

- Se pidió hacer nuevas propuestas con diferentes gamas de colores globales del sitio web.
- Se aprueba la interfaz global del sitio y en particular la navegación por las pestañas, la distribución en niveles de usuario, la forma de ampliar información en nuevas ventanas.
- Se fijó la estructura final de los contenidos totales del sitio web, tanto con respecto a información estática como dinámica. Se definen cada una de las opciones de los menús, así como lo que tenían que contener.
- Se hacen pruebas de descarga de las páginas y se concluye que los tiempos de respuesta obtenidos son aceptables.

- Se da el visto bueno a la navegación interna y la navegación entre páginas.

En este punto, antes de proceder con el nuevo prototipo software y dado que surgieron temas de diseño, se implementaron una serie de ***prototipos en forma de maquetas digitales***, principalmente para adecuar la gama de colores más adecuada y el estilo de los botones. Un nuevo *Focus Group* con implicados en el que se aplicó por momentos la técnica del recorrido cognitivo fue realizado para evaluar la propuesta, momento en el que se aprovechó para entrevistar a los asistentes para conocer sus preferencias con las maquetas presentadas.

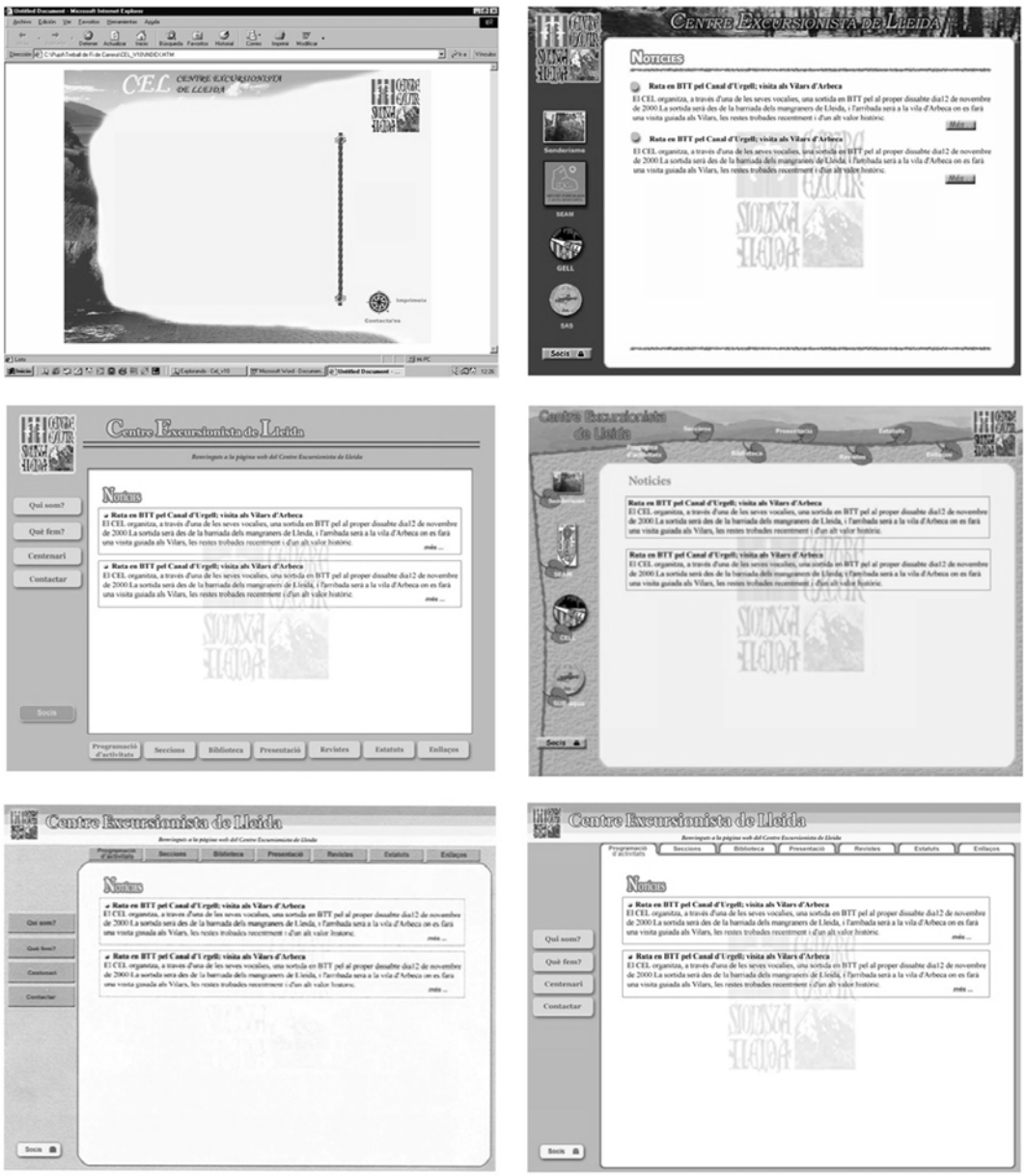


Figura pv_16: Entre el segundo y el tercer prototipo software se propusieron tres maquetas digitales (ordenados de izquierda a derecha y de arriba abajo según se desarrollaron, siendo el último el finalmente escogido y qué podremos encontrar en el sitio web actualmente)

Entre estos dos prototipos software también tuvo lugar un enorme trabajo para decidir aspectos importantes acerca de la ***arquitectura de la información***. Paralelamente al desarrollo del siguiente prototipo software, donde se deben aplicar los cambios de diseño, se realiza una escenificación de la Arquitectura de la Información con el método del ***storyboard navegacional***, siguiendo uno de los diseños presentados en las maquetas digitales (figuras pv_17a y pv_17b). Este tipo de prototipo consiste en una serie de viñetas que muestran la evolución de la situación del sistema mientras el

usuario está interactuando con él. Esta técnica permite mostrar de forma global los posibles estados del sistema conforme se va interaccionando con él. En la evaluación el resultado es positivo, puesto que se aprueba de forma genérica la interfaz y sobre todo la navegación a través del sitio web, así como la estructura de la información. Se concluye que se continuará en la evolución del sistema siguiendo los requerimientos ya fijados hasta el momento.

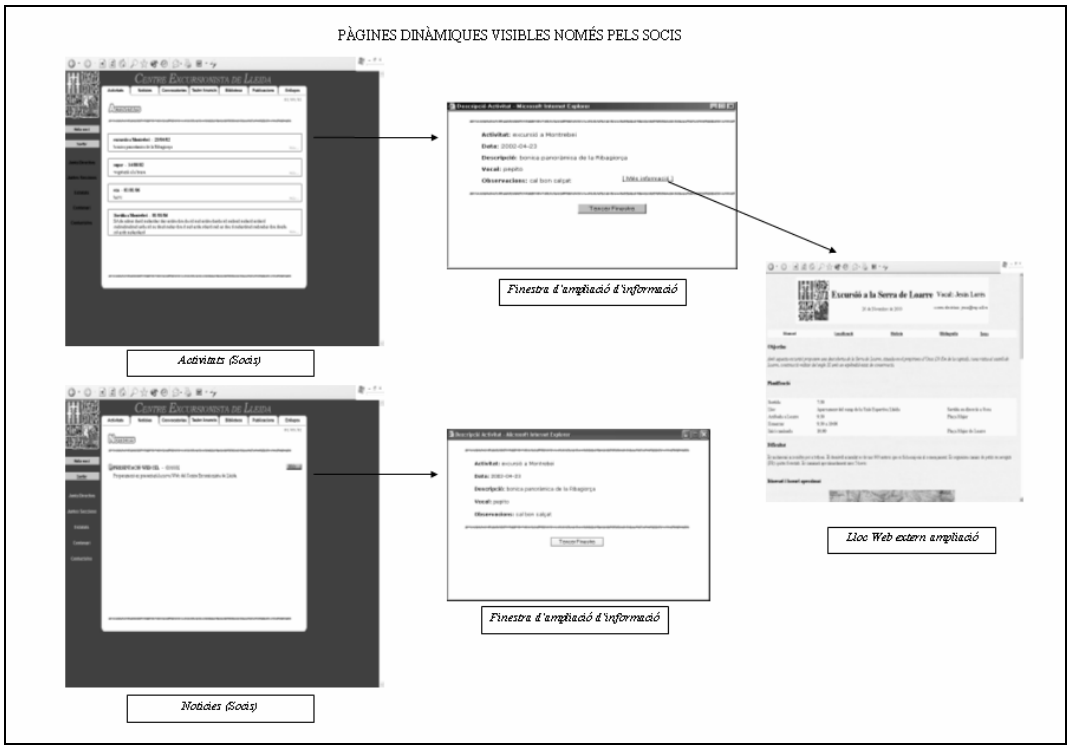


Figura pv_17a: Parte del *sotyboard navegacional* evaluado

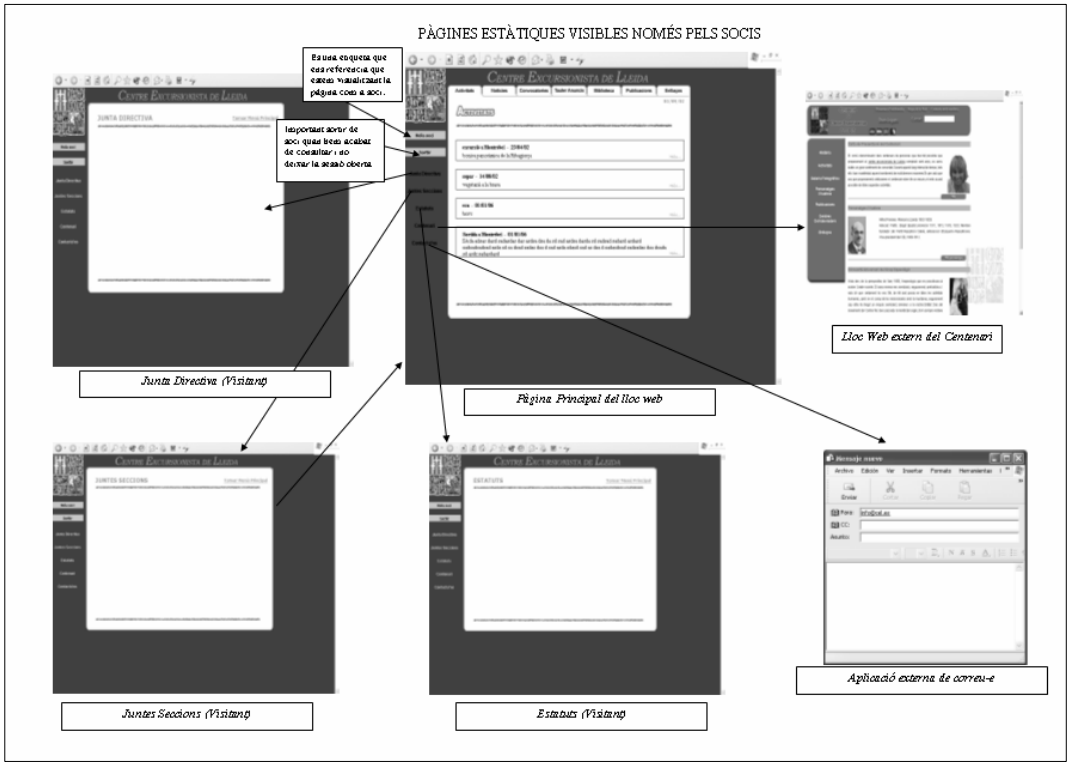


Figura pv_17b: Parte del *sotyboard navegacional* evaluado

Una vez aplicados los cambios en el diseño y una vez fijada la estructura y los contenidos del sitio web, se pasa a desarrollar un ***nuevo prototipo software (el tercero)*** con las características descritas. El objetivo de este prototipo es permitir evaluar el conjunto del sitio web una vez cerrada la fase de análisis de requisitos y poder pasar a la fase de desarrollo de la primera versión final del proyecto y proceder, seguidamente, a su lanzamiento.

La evaluación de este prototipo se realiza mediante un ***recorrido cognitivo*** del sitio web en el que, y debido a la gran cantidad de asistentes algunos usuarios exploraron el sistema por sí mismos intentando llevar a cabo una determinada tarea y el resto de usuarios presentes aportaron comentarios y opiniones Los resultados extraídos de la revisión fueron los siguientes:

- Se aprueban los cambios acordados en anteriores evaluaciones ya implementados en el prototipo actual.
- Se toma nota de las nuevas propuestas surgidas del debate, que no afectan al estado actual del sistema, sino que lo amplían, y se definen como posibles extensiones en una futura segunda versión del sitio web.
- Se fijan las *primeras acciones para preparar el lanzamiento del sitio web*. Se selecciona la figura del administrador del sitio web, se valida la solución técnica en el servidor final, se fijan las fechas de presentación en sociedad del sitio web al propio CEL

y se preparan los tests sobre el mismo prototipo que se llevarán a cabo con usuarios que todavía no han interaccionado con el sistema.

De la aprobación del ***último prototipo software*** surge el nuevo prototipo software que debido a su avanzado estado de desarrollo e implementación será considerado como ***primera versión software final***. Este hecho implica la revisión tecnológica del proyecto para garantizar que cumpla todas las funcionalidades, que no queden elementos de simulación del prototipo, y que la estructura interna de los ficheros sea la óptima para el momento del lanzamiento.

Para proceder a la evaluación de esta primera versión se convoca a los socios del CEL y se realiza una presentación del sitio web a la propia sede del CEL. Se utiliza un ordenador conectado a un servidor provisional para visitar las páginas de manera real, mientras se van mostrando los resultados a todos los asistentes con la ayuda de un proyector[109].

Previamente a la reunión, se habían preparado unas tareas a realizar sobre el sitio web. La evaluación consiste en pedir voluntarios, entre los asistentes a la presentación, que intenten realizar las tareas propuestas por el evaluador. Mientras los usuarios interaccionan con el sitio web intentando resolver las tareas que se les ha propuesto, el equipo desarrollador toma nota de la forma de actuar de los usuarios frente la aplicación, así como de las dificultades o carencias —en términos de usabilidad— que se encuentran los voluntarios para finalizar lo que se proponen. De los resultados obtenidos tras observar a los usuarios, se extrae la necesidad de aplicar unas correcciones de usabilidad que faciliten la interacción, principalmente las siguientes:

- La posición de algún botón de acción no es correcta, puesto que la medida de la página oculta este botón en una primera observación de la misma.
- El texto de alguno de los enlaces no capta la atención del usuario.
- Alguna de las tareas implica un número de pasos demasiado grande para llegar a los resultados.

Lanzamiento

Con la funcionalidad totalmente probada, y una vez aplicados las últimas correcciones en cuanto a la mejora de la usabilidad del sistema, disponemos ya de la versión del sitio disponible para su lanzamiento, cuya versión definitiva se ha ubicado en un servidor web dependiente del ayuntamiento de la ciudad de Lleida.

Desde su nacimiento en el año 1906 el centro ha sido una entidad de carácter público y muy vinculada socialmente a la ciudad, por lo que se consideró oportuno esta fase de lanzamiento realizar un acto público para presentar este nuevo espacio a los socios en

[109] Es de destacar (y agradecer) que a esta sesión asistieron un número de personas que sobrepasó sobradamente el centenar de personas.

particular y a la sociedad lleidatana en general. Este acto tuvo lugar en el mes de diciembre de 2002 y fue presidido por el concejal del ayuntamiento del área de Nuevas Tecnologías, acto que se aprovechó para presentar los actos que el centro está preparando con motivo del que será su centenario.

La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración

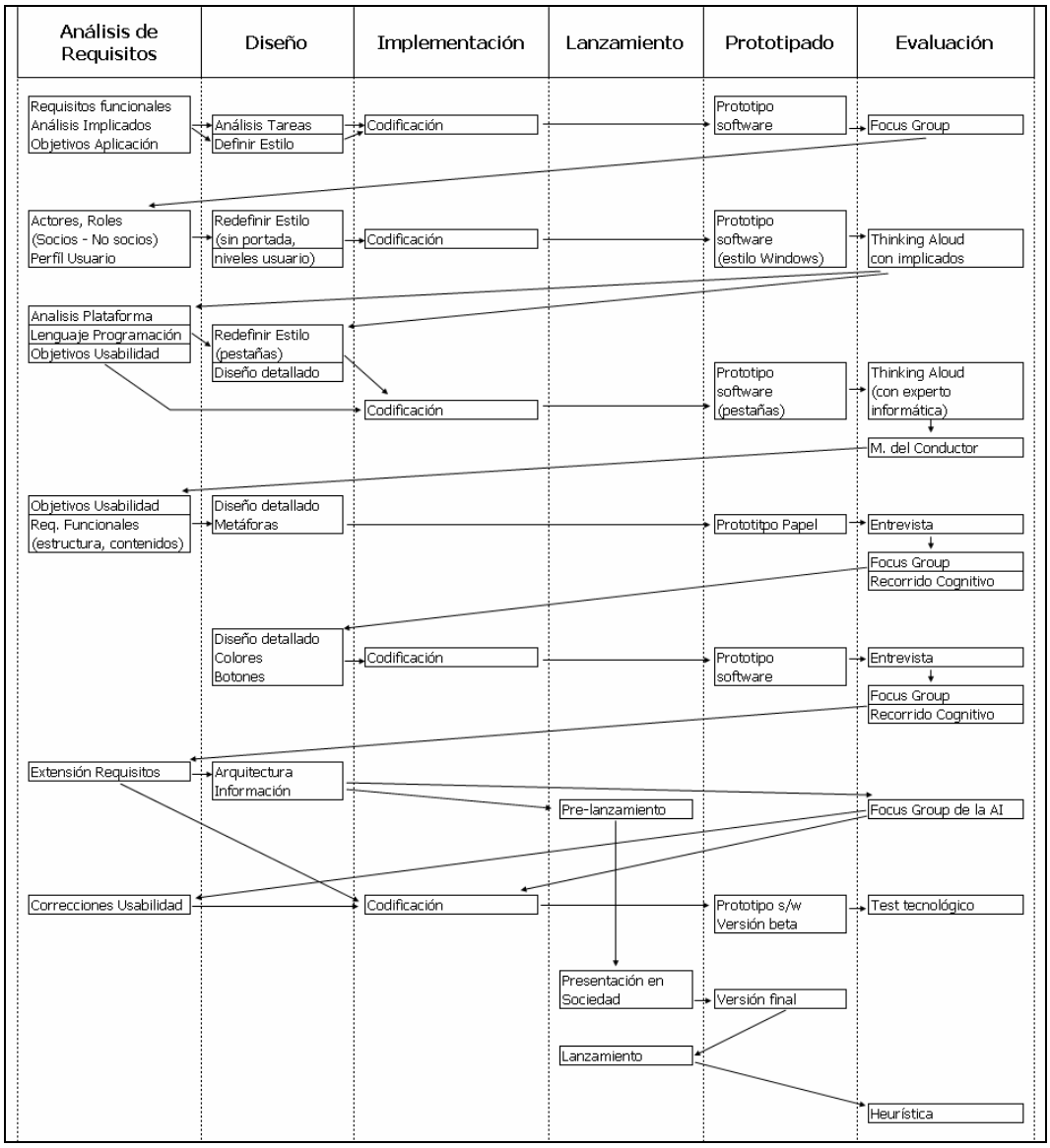


Figura pv_18: HT-GC del desarrollo del proyecto del sitio web del CEL

Estado actual del proyecto

El sitio web se ha convertido muy rápidamente en el lugar de encuentro y referencia de los miembros del centro excursionista. Para comprobarlo uno no tiene más que acceder a dicha web y comprobar el número de noticias y actividades que se exponen y las correspondientes fechas para comprobar que son muy actuales y que son muchas en cuanto a número. Otro espacio que demuestra la gran actividad que están teniendo es la biblioteca digital que tienen en la parte privada para los socios en la que han incorporado casi 1.200 referencias bibliográficas y considerando que se trata de un espacio que no dispone de ningún administrador dedicado y lo actualizan en sus momentos de ocio esta cantidad es sumamente importante.

En referencia a la usabilidad del sitio la prueba más evidente de ello es la satisfacción mostrada por todos los usuarios. Debemos destacar que Lleida es una ciudad pequeña y encontrarse con personas relacionadas con el centro (usuarios) en muchos lugares y situaciones y sus comentarios favorables son la prueba más clara de que el sitio está funcionando y responde a las expectativas que en él tenían puestas al iniciar el proyecto.

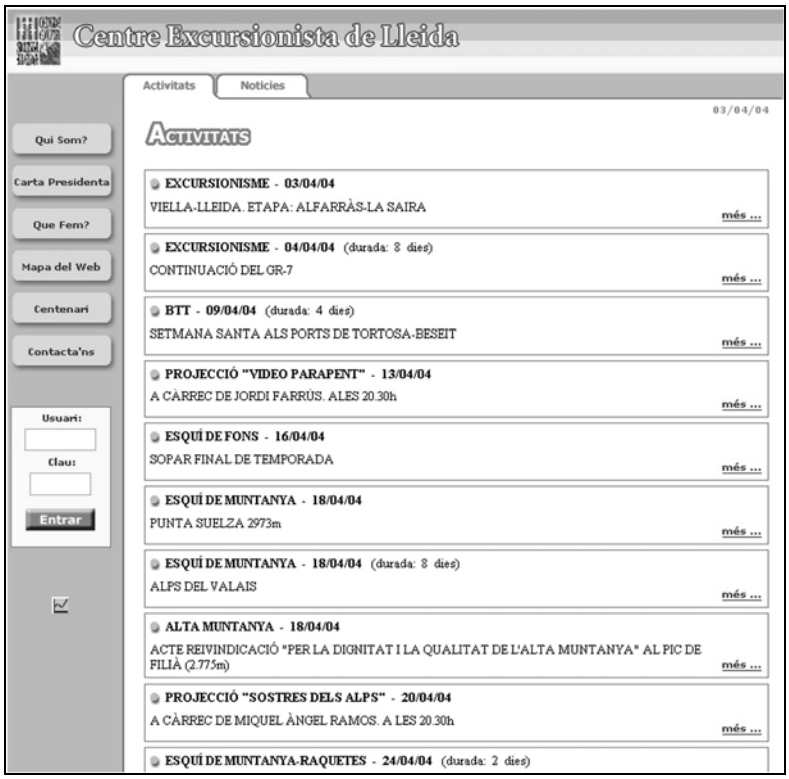


Figura pv_19: Estado de la página inicial del sitio web del CEL a inicio de abril del 2004

Entorno de Recepción Ubicuo

Introducción

El sistema interactivo a desarrollar se diseña para una empresa que tiene su sede central en la localidad catalana de Mollerussa (Lleida) cuya principal actividad reside en la fabricación de elementos prefabricados de hormigón para usos relacionados con el mundo de la construcción muy diversos.

La empresa en cuestión dispone de varias delegaciones y plantas de fabricación distribuidas por gran parte del territorio español lo que la ha llevado a ser una empresa líder en España en cuanto a la prefabricación de naves industriales de hormigón, así como en lo que refiere a los elementos prefabricados de hormigón de estructuras de obra pública (puentes, canalizaciones acuáticas, grandes infraestructuras, etc.).

La sede central está ubicada en una zona donde la agricultura y la ganadería son los sectores económicos predominantes, hecho que no pasa desapercibido por la dirección de la empresa, disponiendo de multitud de elementos destinados a este mercado natural.

Enmarcada, como puede apreciarse, en el sector de la construcción lidera también el mercado europeo de viguetas para la edificación (dispone del mayor ratio europeo de metros lineales fabricados anualmente) de viviendas tanto unifamiliares como plurifamiliares.

Todo ello le hace disponer de una tipología de clientes muy variada, englobando tanto al agricultor y ganadero local como a los representantes de las principales empresas constructoras a nivel nacional, algunas del ámbito internacional, así como distinguidas

personalidades del mundo político catalán y español[110].

La mencionada empresa es actualmente una de las empresas participantes en el proyecto europeo BIOCELL[111], proyecto en el que colaboro en calidad de investigador como representante de dicha empresa.

Problema

La sede central de la empresa descrita dispone, como es lógico, de una recepción donde se personan las visitas (clientes, personalidades, arquitectos, contratistas) que a la misma se presentan.

La dirección de la empresa, en su afán de innovación y liderazgo, ha pensado en transformar dicha recepción en un entorno único y singular dónde la persona que al mismo acceda se vea sorprendida con material multimedia, proyectado sobre una pantalla de alta definición y grandes dimensiones, personalizado para dicha persona.

Descripción del sistema interactivo

Se trata de implementar un sistema interactivo que permita convertir la sala de recepción de la empresa descrita en un entorno multimedia teniendo como objetivo prioritario sorprender a las personas que en ella se encuentren. Dicha sorpresa se basará en la proyección de imágenes, vídeo y texto personalizado a las personas a las que va dirigido.

Este contenido multimedia presentado a dicho espectador será mostrado en una pantalla de gran tamaño (4x2 metros) y alta definición visible desde todos los puntos de la recepción —aunque el mejor punto de visión está en la zona donde el cliente o visitante dialoga con la recepcionista.

La actual recepcionista de la empresa será la usuaria principal de la aplicación, que deberá permitirle poder mostrar cualquier recurso multimedia (en forma de fotografías, vídeos y presentaciones —composiciones de fotografías, vídeos y texto personalizado —) a la persona que se presente.

---

[110] Para destacar algunas de las personalidades más relevantes que han visitado la empresa citar al actual Presidente de la Generalitat de Catalunya, Sr. Pasqual Maragall, su antecesor el Sr. Jordi Pujol e incluso destacadas autoridades políticas de ámbito estatal cómo el Sr. Santiago Carrillo, por ejemplo. Este tipo de visitas permite hacerse a la idea de la magnitud de la empresa mencionada.

[111] **BIOCELL: Nueva metodología de diseño para edificios celulares industrializados, autónomos y de bajo consumo energético**. Proyecto multiestatal con la participación de varias empresas y universidades europeas, cuya finalidad es la construcción de dos edificios (uno en España y otro en Inglaterra) industrializados donde tienen especial importancia los aspectos energéticos y su construcción modular industrializada (PROJECT nº: NNE5/2001/500) (inicio: enero 2002-fin: diciembre 2005).

La información estará almacenada en el sistema en formato digital y el sistema deberá permitir a la recepcionista buscar —en un espacio de tiempo muy corto— y presentar material de interés para el cliente con la finalidad de que éste se vea gratamente sorprendido.

Aplicación del MPIu+a para la implementación de este proyecto

La estructura de esta sección no sigue ningún tipo de formato uniforme con las mismas secciones de los ejemplos anteriores. Ello se debe a que dependiendo de las peculiaridades de cada caso concreto parece mejor seguir una estructura u otra, no obstante, el interés principal está en comunicar el trabajo realizado para desplegar la usabilidad y la accesibilidad en cada uno de los casos.

Análisis de Requisitos

En este proyecto se ha trabajado con especial énfasis la utilidad de los escenarios evaluados con usuarios e implicados para ver los verdaderos beneficios que estos aportan en la fase de Análisis de los Requisitos.

Antes de mostrar uno de los escenarios realizados en esta fase inicial del proyecto (ya vimos en otro ejemplo el documento al hablar de los escenarios como herramienta de prototipaje), veremos a los implicados identificados en este proyecto, lo que nos será de utilidad para la evaluación de dichos escenarios:

Análisis de implicados

A parte de la propia recepcionista que será el usuario principal del sistema se han identificado los siguientes implicados:

- **Director comercial**: Dispone de toda la flota de agentes comerciales que con sus visitas a clientes y obras realizadas serán una de las principales fuentes de donde el sistema nutrirá la base de datos multimedia. Conoce a todos los clientes, sus preferencias y en muchas ocasiones el momento en el que visitarán la empresa.
- **Agentes comerciales**: Son una fuente de datos para el sistema. Deben tener un buen conocimiento de la información disponible en el sistema para hacer uso de ella en determinados momentos como, por ejemplo, en una visita de un cliente al que desean mostrarle algo particular.
- **Gerente**: En definitiva es quien ha decidido la filosofía del sistema, por tanto debe seguir su manera de pensar para que refleje sus necesidades.
- **Instalador del sistema audio-visual**: Dada la particularidad del sistema, hay ciertos equipos que tienen relación directa con el sistema. Si hubiésemos

obviado al socio tecnológico hubiese resultado imposible casar la tecnología con el sistema.

Objetivos de usabilidad

La facilidad de uso de la aplicación es un objetivo primordial, sobre todo teniendo en cuenta que una vez analizado el perfil del usuario principal de la aplicación, constatamos que este (esta en nuestro caso) no está acostumbrado a trabajar con entornos visuales de ventanas, con lo que la interfaz del usuario y los dispositivos que permitan usarla no deben suponer un grado de dificultad añadido.

La rapidez de respuesta del sistema es el otro objetivo principal. Debemos tener en cuenta que el cliente o visitante estará en la recepción durante un periodo de tiempo muy corto hasta ser atendido por personal de la empresa, la recepcionista, por tanto, deberá aprovechar ese corto espacio de tiempo para mostrarle en la pantalla algo que realmente le sorprenda. Esta característica aunque es también un requisito funcional del sistema, constituye también un objetivo primordial de la usabilidad del mismo puesto que si no se cumple difícilmente el usuario podrá completar satisfactoriamente las tareas deseadas.

Descripción del entorno

La figura c6_18 muestra un esquema de la planta de la recepción con la disposición de los distintos elementos que intervienen en el sistema interactivo así como la ubicación habitual tanto de la persona encargada de la recepción como de los clientes-visitantes.

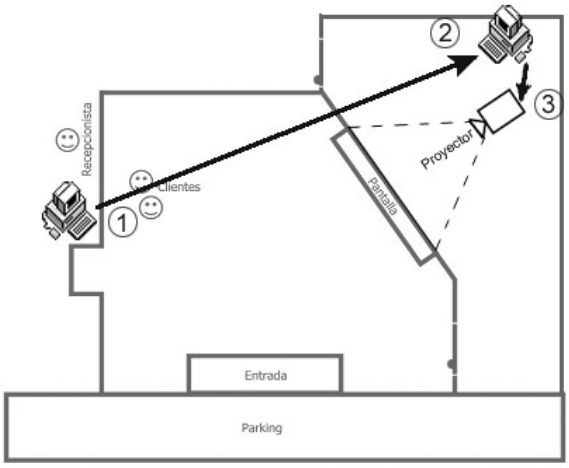


Figura pv_20: Plano orientativo de la recepción que muestra la ubicación habitual de la recepcionista, los clientes y la pantalla

La configuración tecnológica del proyecto la forman los siguientes componentes:

- Un ordenador, utilizado por el usuario de la aplicación —la recepcionista—, sirve como elemento de control de todo el sistema desde su lugar de trabajo, al mismo tiempo que le permite cumplir con la actividad que su puesto de trabajo precisa. Desde éste puede introducir al sistema y gestionar todos los recursos multimedia necesarios, además de poder buscar, mostrar y titular el material en la pantalla con unos tiempos de respuesta casi nulos.
- Otro ordenador realiza las funciones de servidor de recursos para el proyector de la pantalla. En él se almacena físicamente el material multimedia incorporado desde el puesto de trabajo principal y reproduce en la pantalla el material audiovisual que, en forma de peticiones, le solicita el otro ordenador.
- Y, evidentemente, el proyector y la pantalla de alta definición, que son los que realmente materializan el objetivo principal del proyecto.

Estilo de interacción

Dadas las características del entorno de trabajo y del usuario principal de la aplicación se dota a ésta de un estilo de interacción multimodal, permitiendo utilizar para cada interacción el estilo más apropiado para la acción a realizar. La *multimodalidad* se ofrece mediante:

- El uso de la voz, utilizando un micrófono y el software ViaVoice de IBM[112] para que el usuario pueda realizar cualquier búsqueda de recursos sin necesidad de utilizar las manos para ello.
- El uso de una pantalla plana táctil de 15", que le permite interactuar con la interfaz más fácilmente. Debemos recordar que el usuario nunca ha utilizado con anterioridad el dispositivo "ratón", con lo que poder interactuar con las metáforas adecuadas directamente con sus dedos le resulta más familiar, reduciendo la carga cognitiva que ello le supondría.
- Se ha proporcionado una amplia variedad de entrada de recursos —a partir de una variedad de dispositivos como escáner, CD-ROM, DVD, cámara fotográfica digital— al sistema integrada en la misma aplicación.

En el análisis de requisitos realizado se observó que para un futuro próximo la aplicación se "exportará" a otras dependencias de la empresa (por ejemplo en los despachos de reuniones), factor que ha influido a la hora de elegir una tecnología distribuida a la que hemos dotado de un estilo de interfaz tipo web.

[112] IBM ViaVoice Pro Release 8.01 http://www-3.ibm.com/software/speech/.

Figura pv_21: Tres imágenes de la recepción. En la primera vemos la pantalla donde los clientes ven "su" proyección, la segunda muestra la interactividad oral y la tercera la táctil

Escenarios

Tras la primera reunión cliente-desarrollador, en la que se captó perfectamente la necesidad de un diseño singular centrado en el usuario principal de la aplicación —debido a sus características previamente comentadas— y con el resto de los implicados por la enorme influencia en cuanto a funcionalidad del sistema ya se empezó con la realización de los primeros prototipos. Éstos consistieron en *escenarios descritos mediante texto con lenguaje natural* y reflejaban posibles situaciones que pueden darse en la recepción y la respuesta que el sistema debía aportar en cada una de dichas situaciones así como el proceder del usuario. En total, se realizaron 9 escenarios representando diferentes situaciones posibles:

- Escenario para la gestión de provincias.
- Escenario para la gestión de clientes.
- Escenario para la gestión de familias de elementos.
- Escenario para la introducción y posterior gestión de los recursos multimedia.
- Escenario para la presentación de los recursos multimedia.
- Escenario para gestionar y utilizar la "botonera de predefinidos".
- Escenario para buscar y mostrar recursos en la pantalla en diferentes situaciones.

- Escenario para buscar y mostrar recursos en la pantalla a partir de las familias.
- Escenario para personalizar mensajes.

De éstos, hemos visto uno en el capítulo explicativo del modelo de proceso y a continuación se muestra otro diferente.

ESCENARIOS: Gestión de la Pantalla

Botonera para predefinidos

6º escenario:

Situación : Una persona perfectamente identificable por su relación directa con un determinado equipo de fútbol llega a la recepción.

Actor principal : María (usuaria principal del sistema)

Actores sec. : Una persona "mediática", el Sr. Joan Gaspart, presidente del FC Barcelona

Pre-requisitos : Dado que este tipo de personalidades no se presentan nunca por sorpresa, el actor pricipal dispone del tiempo suficiente para preparar el contenido adecuado. El sistema tiene definida una presentación acorde con la visita y dispone de un enlace de acceso rápido en la "botonera de predefinidos".

Observaciones : María habría podido realizar la búsqueda del recurso de la forma habitual, buscando mediante etiquetas. La presentación previamente realizada por la propia María podría haberla realizado una empresa especializada o incluso con el formato MS PowerPoint.

Tareas:

6.1: María observa un coche de lujo y desconocido que aparca en la zona de aparcamiento.
6.2: La pantalla muestra una presentación general de la empresa.
6.3: Del coche sale el Sr. Joan Gaspart.
6.4: María informa de su llegada al propietario de la empresa al tiempo que acciona la zona de la interfaz especialmente diseñada para los "atajos" a recursos.
6.5: EL Sr. Joan Gaspart entra.
6.6: María acciona el acceso a la presentación que le ha preparado.
6.7: En la pantalla gigante aparece la presentación personalizada con muchas imágenes del estadio del FCB y concretamente de las obras de ampliación del mismo que la empresa realizó hace tan sólo unos dos años.
6.8: EL Sr. Joan Gaspart ve con agradable sorpresa la presentación.
6.9: EL propietario de la empresa llega a saludarle mientras éste le comenta el inesperado recibimiento.
.....

Figura pv_22: Uno de los escenario desarrollados durante la fase de Análisis de Requisitos

En la evaluación de estos escenarios contaron con la participaron tanto del usuario como de los implicados. Evaluación que sirvió mayoritariamente para detallar aspectos

concretos acerca de objetivos funcionales del sistema, que fueron de nuevo escenificados con nuevas versiones de estos escenarios y evaluados con los mismos participantes.

Es importante destacar que la utilización de los escenarios en esta fase del proyecto permite que incluso aquellos que creían tener el funcionamiento del sistema muy claro (como pasaba con algunos de los implicados más "importantes") se den cuenta de ciertas carencias e inexactitudes. Plantear situaciones concretas reales en un momento tan temprano hace reflexionar para llegar a conclusiones específicas que sin duda hubiesen aparecido más tarde, con nefastas consecuencias.

A partir de los resultados de las evaluaciones de los escenarios, se realizó un primer análisis de la plataforma a utilizar en el proyecto, y junto a unas primeras pruebas tecnológicas se pudo realizar una planificación global del proyecto.

A continuación, se procedió con un conjunto de actividades necesarias para profundizar en el análisis de requisitos. Para ello se procedió, además del ya comentado análisis de implicados y sus principales aportaciones, a la realización de un *cuestionario* para ser capaces de afinar más el perfil de los posibles usuarios de la aplicación.

Fue también durante esta fase del proyecto cuando se marcaron los principales *objetivos de usabilidad*.

Diseño

Ya en la fase del diseño se procedió a realizar simultáneamente con el análisis de todas las tareas identificadas, la definición del estilo de la interfaz del usuario, realizándose un trabajo conjunto usuario-equipo de desarrollo en busca de las metáforas a utilizar, para concretar el primer prototipo de papel que fue evaluado mediante el método del recorrido cognitivo.

Análisis de tareas

En esta fase se realizó el análisis siguiendo tres de los métodos explicados en el documento. El principal motivo era experimentar las posibilidades de cada una de las técnicas.

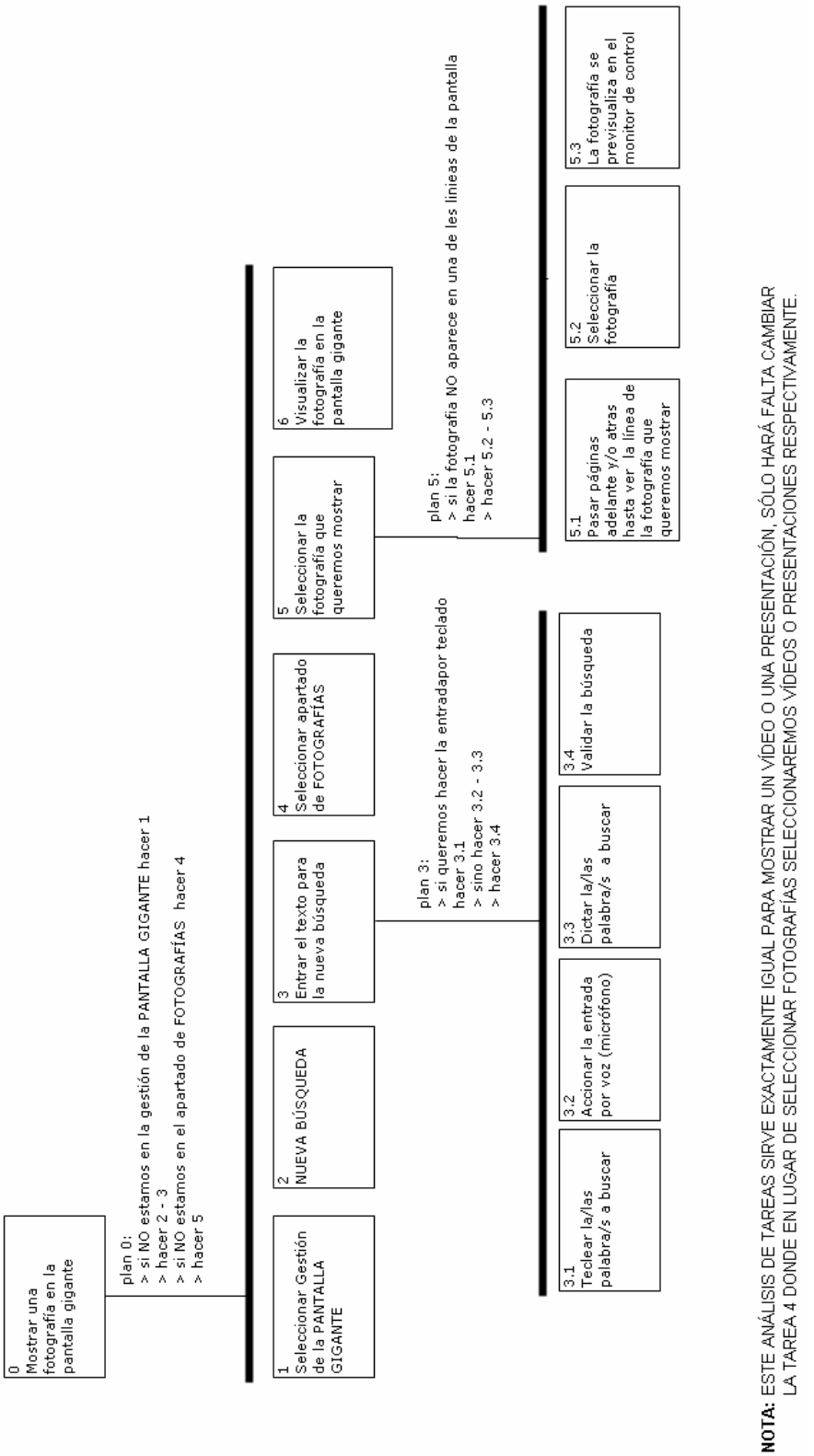


Figura pv_23a: Análisis Jerárquico (HTA) de una tarea mediante

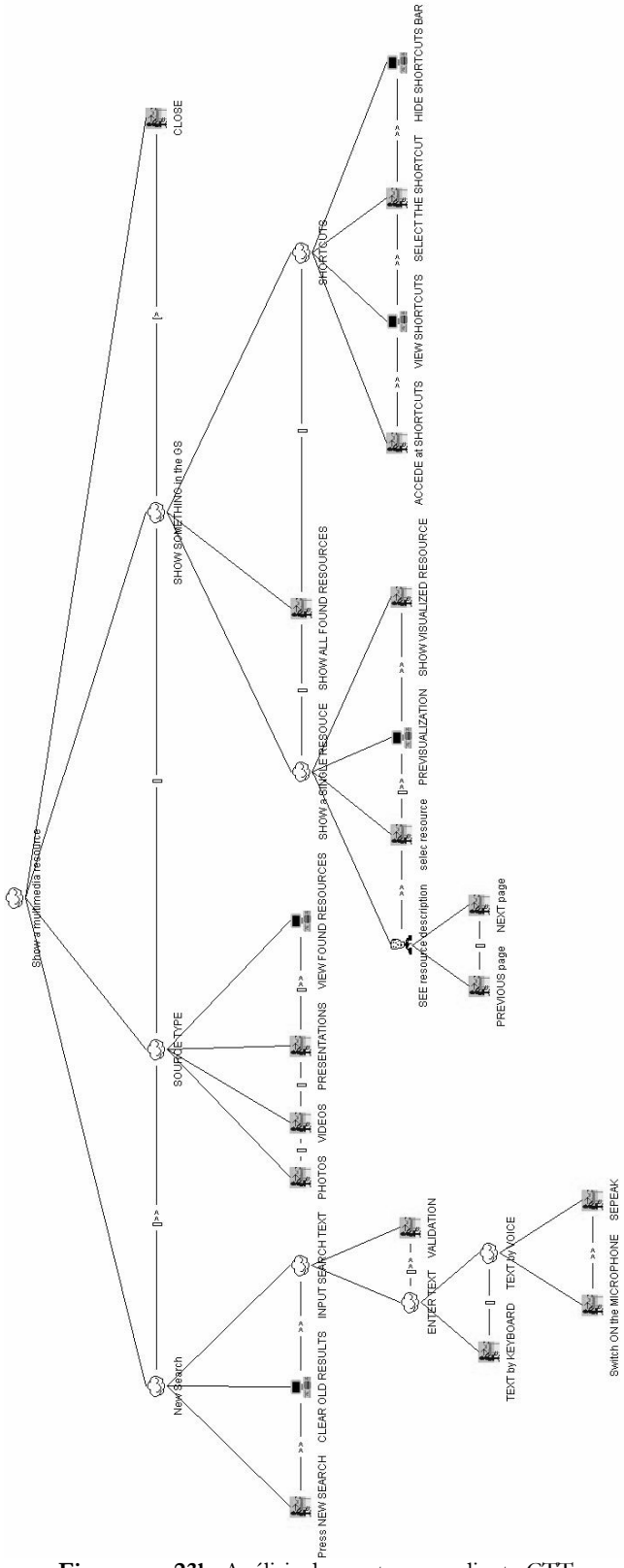


Figura pv_23b: Análisis de una tarea mediante CTT

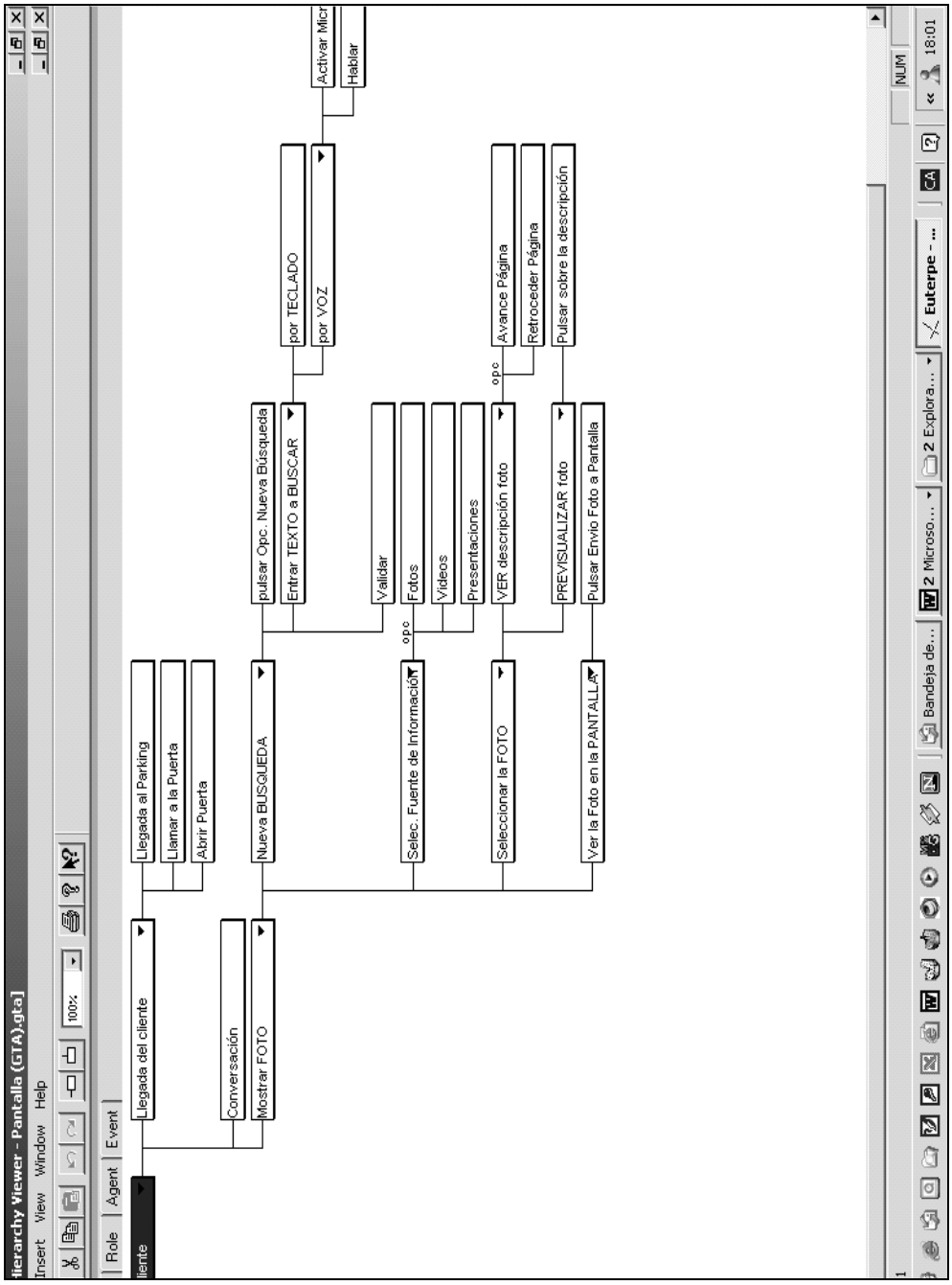


Figura pv_23c: Análisis de una tarea mediante GTA

El análisis realizado con GTA, para no ser una réplica exacta de los dos anteriores con el simple cambio de herramienta o metodología y para experimentar que aportaciones podía dar el hecho de incorporar todos los agentes posibles en el análisis, se enfocó hacia el *trabajo en grupo* haciendo intervenir el posible cliente.

Se incorporó, por tanto, el rol y el agente cliente al ya conocido de la recepcionista y los objetos que ambos manejan. En las figuras siguientes pueden verse, siguiendo esta notación, los objetos definidos, los roles y los agentes (que en este caso al ser agentes únicos son los mismos) así como los eventos que se creyeron relevantes.

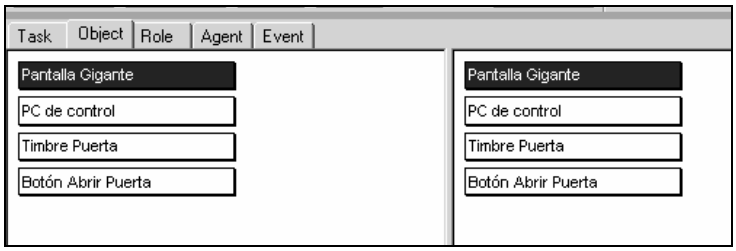


Figura pv_24a: Definición de los objetos

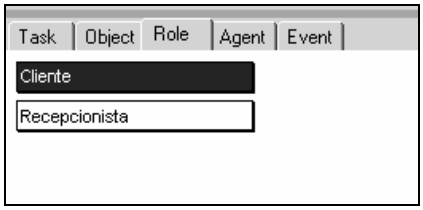


Figura pv_24b: Definición de los roles (y agentes)

Figura pv_24c: Definición de eventos

Análisis de las metáforas

Se realizaron varias sesiones con la recepcionista y dos de los implicados en las que partiendo una relación de las funcionalidades que debían representarse realizamos conjuntamente esbozos con diferentes propuestas para cada funcionalidad. La lista de funcionalidades y de cómo debían ser las correspondientes metáforas son:

- *Familias*: Tres cajas de vídeo mostrando la parte donde escribimos el texto.
- *Salir*: Botón de cerrar similar al de una pantalla de televisión.
- *Cliente*: Dibujo pequeño de una persona.
- *Presentación*: Combinación de una cinta de vídeo, con una imagen y otra imagen.
- *Imagen*: Un recuadro con una imagen.
- *Recurso*: Al englobar tanto presentaciones como imágenes y vídeos el icono contendrá un ítem de los elementos mencionados.
- *Vídeo*: Una cinta de vídeo.
- *Etiqueta*: Para facilitar las búsquedas, y de acuerdo a la forma habitual de proceder de la empresa, se considera oportuno etiquetar todos los recursos, para lo que definimos el concepto etiqueta y su correspondiente icono.

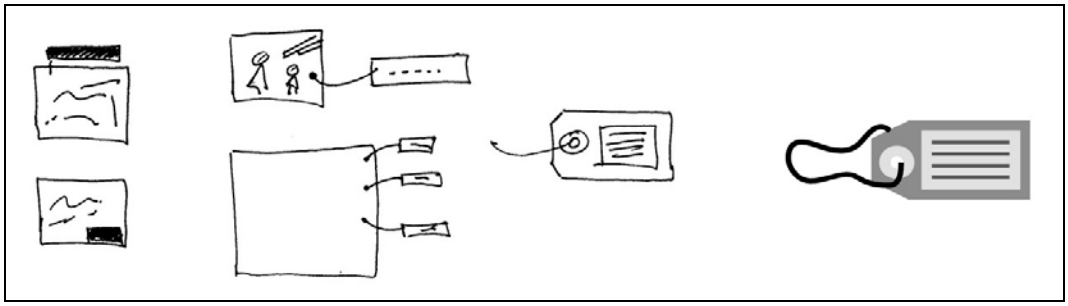


Figura pv_25: Ejemplo del trabajo realizado para analizar la metáfora etiqueta para aplicarla al proyecto actual. Podemos observar la evolución desde las primeras ideas realizadas mediante prototipado en papel y la imagen digital final

- *Mensaje personalizado*: Dibujo representando la pantalla de recepción con un texto de bienvenida.
- *Acción predefinida*: Un clip sujeta un pedazo de papel detrás de la pantalla. El papel está siempre disponible y se ve el contenido de dicho papel (los enlaces predefinidos) pulsando sobre el clip.
- *Entrada por voz*: Un micrófono y una boca de persona abierta en situación de "hablar".
- *Presentación en modo automático*: Una flecha que dé sensación de "movimiento" a un *frame* o imagen. El icono será animado mientras la pantalla muestre la presentación en modo predefinido.

Diseño de la interfaz de usuario

La figura siguiente muestra la evolución del trabajo realizado para consolidar la que sería la interfaz de usuario. Dicha figura, que ya fue vista en el Capítulo 4, resume la evolución de dicha interfaz desde los primeros prototipos de papel hasta la versión final. Obviamente, entre cada paso existe un tipo u otro de evaluación.

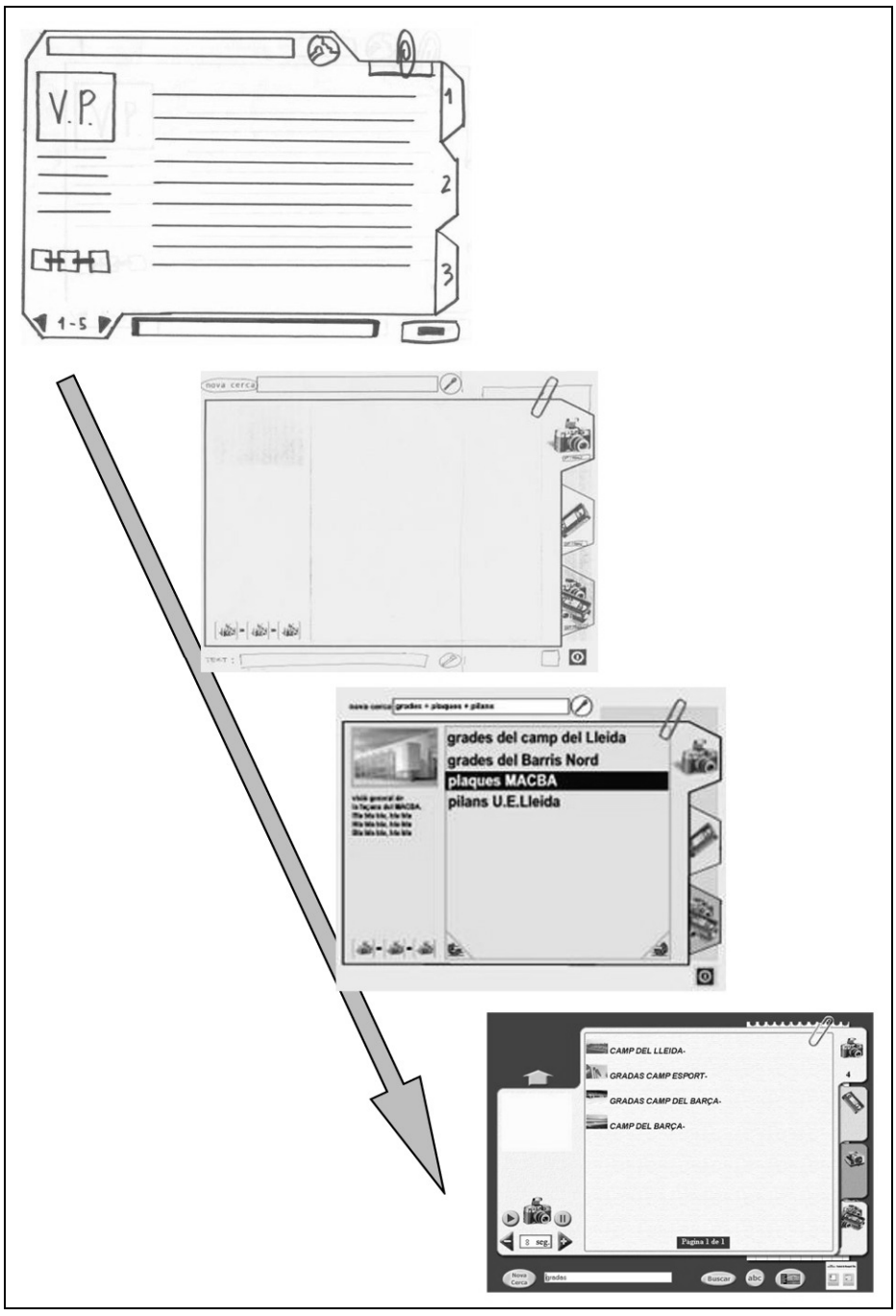


Figura pv_26: Evolución del diseño de la interfaz de usuario

Continuación del ciclo de vida

A partir de este momento, y siguiendo con la aplicación constate y sistemática de actividades de prototipado-evaluación, se continuó con iteraciones en el ciclo de vida

del MP.

Las fases de Análisis de Requisitos, diseño, prototipaje en papel y su posterior evaluación se realzaron de nuevo superando así los principales aspectos funcionales y referentes al estilo y detalles de la interfaz.

El conjunto de todas las tareas ya realizadas nos permitieron entrar por primera vez en la fase de implementación o codificación. Dispusimos en muy poco tiempo del primer prototipo software con las funcionalidades básicas del sistema, que utilizamos en una primera evaluación con los usuarios interactuando ya con la aplicación. La técnica utilizada para esta evaluación fue el *thinking aloud*.

Podemos indicar que a partir de este punto y con todo el trabajo previo realizado la codificación resultó de lo más fácil en cuanto a los aspectos de navegación y diseño de la interfaz, pues estaba todo ya muy probado.

Una vez implementado el sistema final y realizado el lanzamiento o puesta en escena del mismo se procede a realizar una última batería de pruebas para valorar la usabilidad del sistema. En esta fase se reúne por separado a tres expertos para realizar una evaluación heurística y posteriormente se realiza un test de tipo recorrido cognitivo con otro posible futuro usuario.

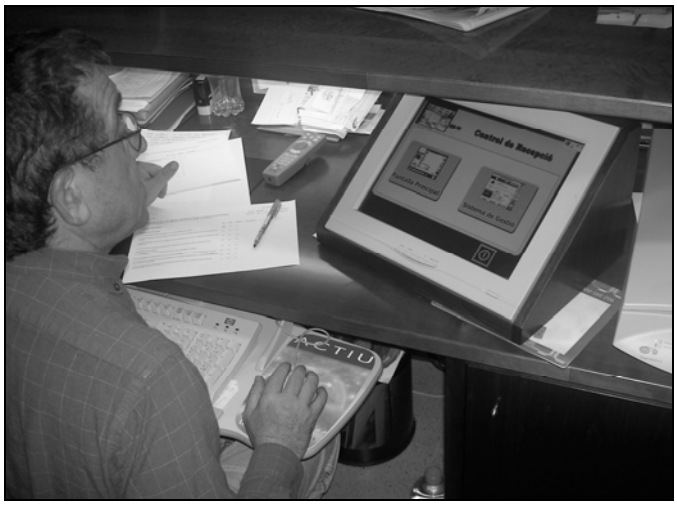


Figura pv_27: Experto evaluando la aplicación mediante la evaluación heurística en la misma recepción de la empresa

La HT-GC correspondiente al sistema descrito

En el esquema de la HT-GC mostrada en la figura pv_28 puede observarse el enorme esfuerzo realizado en las fases de prototipado y evaluación, así como la regular

distribución de éstas a lo largo del proceso. Este hecho de por sí denota ya el seguimiento de un proceso repetitivo de las diferentes etapas del modelo, contando con el apoyo del usuario siempre que se precisa, garantizando así el seguimiento de la filosofía del diseño centrado en el usuario.

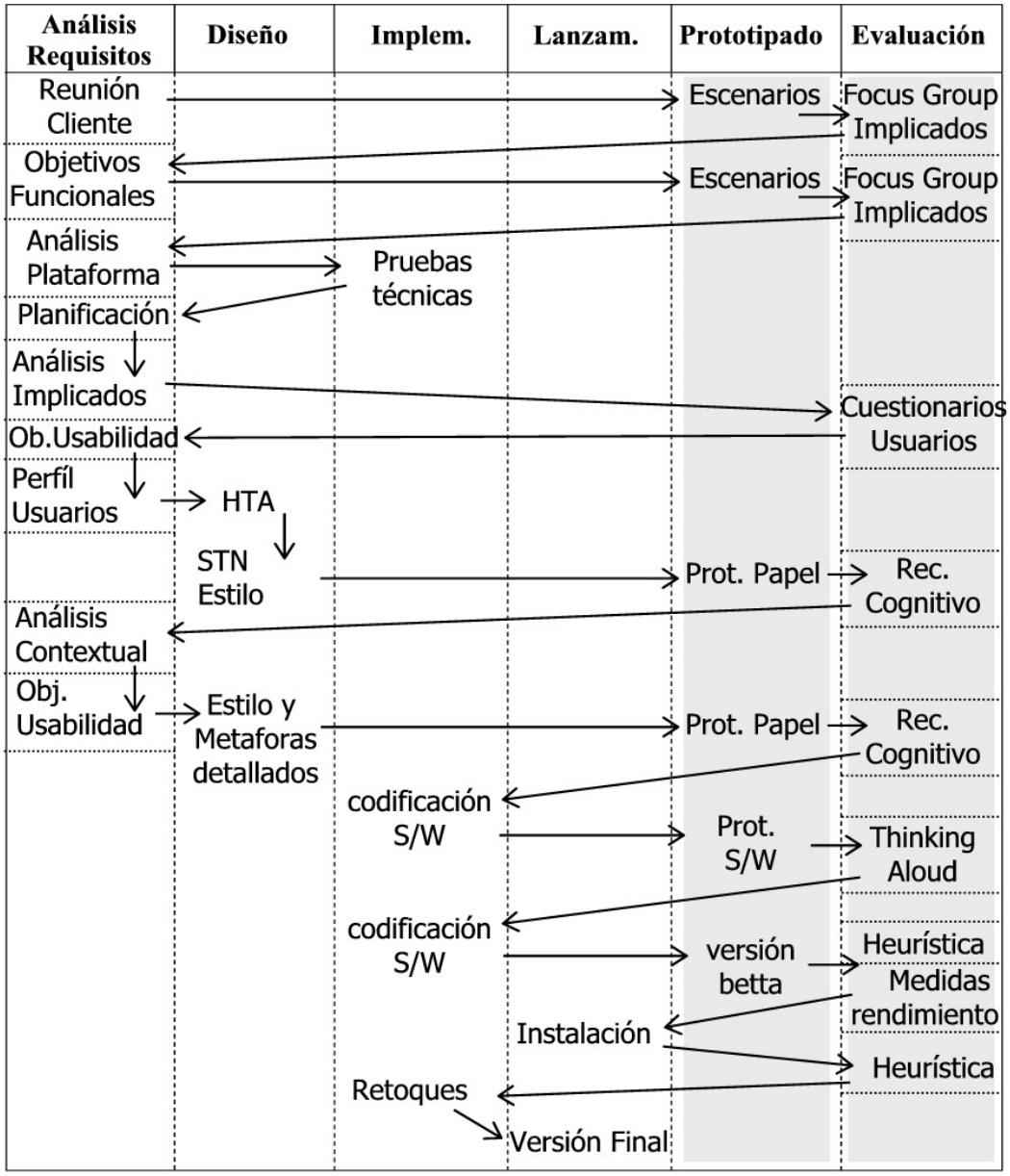


Figura pv_28: HT-GC del proyecto

Proyecto del sitio web culturanocturna.com

Introducción

El ocio está definido como un logro de las sociedades del bienestar, como el espacio donde el individuo se libera de las obligaciones impuestas por el mundo laboral, la etiqueta y la rutina para dedicarse a aquellas otras actividades que elige libremente y le permiten expandir algunas de sus mejores cualidades.

Uno de los grupos sociales que más se ha apropiado del espacio del ocio son los jóvenes, lo que ha dado lugar a la expansión de una industria y un mercado específicos. Concretamente las actividades relacionadas con salir para buscar la diversión, bares, discotecas o locales diversos donde encontrar gente, bailar o escuchar música han experimentado una enorme expansión. Se trata de actividades que, debido a la organización del tiempo, se realizan de noche y en espacios que se identifican según parámetros como el ambiente, la estética, el tipo de gente y, sobre todo la música, siendo la música y el baile los principales ingredientes de la diversión nocturna.

La década de los noventa se caracteriza por el auge de la música electrónica de tal forma que convierten el movimiento musical juvenil, e incluso adulto, en un fenómeno social específico. Hace poco más de 15 años se asistía al nacimiento de una nueva escena, todavía un poco *underground*[113] y minoritaria, pero con un extraordinario potencial latente, en la que se proyectaba el espíritu de míticos *clubs* como *The Warehouse* (Chicago) o *The Music Institute* (Detroit) y, a la vez, exaltaba el triunfo de la electrónica como música de consumo masivo: Era la definición de la cultura de clubes (*club culture*), en el núcleo de la cual, sin duda, la aplicación de las nuevas tecnologías en la creación/producción, reproducción y difusión musicales, así como el auge y la consolidación de la música electrónica (desplazando el pop/rock como oferta de ocio nocturna) ejercen una determinante influencia en el rumbo de la cultura/música popular contemporánea.

[113] En la descripción de este proyecto se utilizan algunas expresiones impropias de una tesis doctoral, pero que tienen mucho significado en el contexto del proyecto. Además algunas de estas expresiones provienen de terminología anglosajona que es muy difícil de traducir adecuadamente.

En este sentido, es preciso tomar conciencia de las estrechas relaciones entre la dimensión artística y las nuevas tecnologías para relacionar las actividades anteriores con la web: La música sigue siendo una de las palabras clave con las que se empieza una sesión de navegación y la web es un medio natural de comunicación para la música electrónica.

Partiendo de la idea de ser un recurso propio para amantes de la música electrónica, especializado, completamente gratuito y con la necesidad de encontrar una comunidad a su alrededor, nace como proyecto **culturanocturna.com**.

El proyecto

La rápida evolución de Internet está dejando obsoleto el diseño tradicional de sitios estáticos cuyo objetivo es tener una presencia básica en Internet. A día de hoy para que un sitio sea exitoso, dinámico y abierto a los usuarios debe convertirse en un auténtico portal con información relevante y dinámica.

Así pues, culturanocturna.com necesita un sistema de gestión de contenidos implementado en la figura de un portal temático especializado en un tema determinado, con contenidos específicos relacionados exclusivamente con la música electrónica, para convertirse en un referente en su sector dentro de la web.

En el sitio, los usuarios podrán consultar información sobre la programación de eventos y sobre artistas, leer actualizaciones de noticias y entrevistas. Además incluirá críticas y reseñas musicales, reportajes fotográficos y listas de enlaces de interés. Todo un contenido fresco y reportajes generalmente más atrevidos y agresivos que reflejan que la audiencia del medio es joven. Por otra parte, se cree conveniente incluir un foro para que la comunidad de usuarios pueda discutir temas comunes y ponerse en contacto, y un sistema de gestión y administración *on-line* de todo el sitio.

Objetivos

La expansión y el crecimiento de Internet está creando un nuevo papel para los diseñadores y programadores *on-line*, que se enfrentan a los retos de la tecnología rápidamente cambiante, frustrados a la vez por la velocidad del cambio y por la sensación de que el cambio no se está produciendo con suficiente rapidez.

En la actualidad, y debido a la complejidad de las aplicaciones web, muchas de las soluciones se plantean *ad-hoc* lo que conduce a sistemas software de baja calidad, poco extensibles y de difícil mantenimiento. Para paliar estos problemas se ha creído conveniente utilizar un método para estructurar el proceso de diseño y desarrollo de aplicaciones web. Concretamente, el proyecto se va a realizar siguiendo el modelo MPIu+a con la pretensión de que el sitio tenga una usabilidad óptima.

Además, en la parte técnica, para la implementación del proyecto se estudian y aplican un conjunto de herramientas y lenguajes de desarrollo de sitios web. En particular, aquellas que permitan diseñar y producir sitios web dinámicos, dando preferencia en su elección a aquellas basadas en software *Open Source*.

Aplicación del MPIu+a para la implementación de este proyecto

A lo largo de esta sección se detallan tanto el proceso de elaboración como los resultados obtenidos de la aplicación del MPIu+a al portal web de culturanocturna.com.

Se agrupan las conclusiones de las actividades para cada una de las etapas del modelo de proceso, que se han aplicado dependiendo de factores específicos del proyecto en concreto. Hay que tener muy presente que aquí se presenta una agrupación y ordenación de los resultados de las técnicas empleadas, los documentos escritos, las características implementadas y las decisiones tomadas y que se han ido produciendo e iterando durante todo el proceso. Es decir, que aunque la información se presente secuencialmente, es el resultado de la clasificación de los elementos de información obtenidos durante un proceso iterativo e incremental.

Esto nos permitirá ver el conjunto de especificaciones necesarias y reflejar cómo ha ido evolucionando el sitio web durante el desarrollo del proyecto.

Análisis de Requisitos

Un diseño centrado en el usuario debe iniciarse conociendo quienes son nuestros usuarios. En esta fase inicial del proyecto estableceremos, de la manera más precisa que podamos, la audiencia destino. Con la ayuda de encuestas, un análisis etnográfico, un análisis de los implicados, los actores, sus roles y organización, junto a un enfoque persona y el uso de escenarios, identificaremos a nuestra audiencia y sus objetivos y necesidades.

No sólo bastará con entender los atributos personales de la audiencia, deberemos también investigar las configuraciones de hardware y software de los usuarios. A pesar de los nobles intentos por hacer las tecnologías web transparentes, las diferentes plataformas todavía juegan un rol significativo. Definiremos las plataformas objetivo y las restricciones técnicas.

Por último, basándonos en estas necesidades y requisitos, especificaremos detalladamente los objetivos de la aplicación y los requisitos de usabilidad. No sin antes haber realizado un análisis competitivo de otros portales web con nuestros mismos intereses.

Análisis etnográfico

Los jóvenes de hoy se han socializado dentro de los parámetros de una sociedad del bienestar donde la experiencia del ocio se concibe como una necesidad y casi un derecho fundamental del individuo. Para muchos jóvenes la diversión y el ocio tienen que ver con actividades relacionadas con la música y el baile.

A lo largo de esta década, la cultura de club y la música electrónica han dejado de ser un fenómeno de minorías para entrar por la puerta grande de la cultura en mayúsculas.

Música electrónica de baile.

La música electrónica engloba una gran variedad de estilos musicales que plantea, dentro del análisis etnográfico, la necesidad de definir un concepto/término suficientemente objetivo, genérico y válido para designar y englobar la multiplicidad de estilos musicales que son producidos de forma electrónica (es decir, mediante la utilización y la aplicación de nuevas tecnologías) y que ligan con la esencia de la club culture.

En primer lugar, desestimamos la propuesta teórica de varios autores que enfatizan el uso del término *techno*[114] para referirse indistintamente a la multiplicidad de estilos musicales electrónicos, ya que, desde nuestro punto de vista, plantea una profunda confusión en el ámbito de contenidos estilísticos: *Techno* se refiere más a una etiqueta formulada para un específico estilo musical, no para denominar todo el panorama electrónico. En segundo lugar, si bien ya hemos empleado la expresión música electrónica, consideramos que no resultaría plenamente válida en el tratamiento del *clubbing*, puesto que también integra la dimensión de la música culta contemporánea (clasicismo contemporáneo) provocando cierta indeterminación cuando se tratasen los dos ámbitos a la vez. Sin embargo, al ser una expresión ampliamente difundida y aceptada en la literatura especializada y en los *mass media*, mantendremos puntualmente su utilización, dando prioridad al concepto formulado por Peter JOWERS *electronic dance music*, que posee el grado de precisión, objetividad, validez y visión genérica adecuados, esto es, la cultura de clubes, ya que, por un lado, recoge la idea primaria de producción electrónica y tecnológica y, por el otro, la noción de *dance music*, indispensable e inherente al *nightclubbing*, pues el baile y la música han pasado de ser un medio a convertirse en un fin en sí mismos, cosa que, en parte, nos permite hablar de cultura de clubes. Un rompecabezas que se integra y compone de los diferentes roles, funciones y protagonismos de los actores (el *clubber*, la relaciones públicas, el gerente del club, el discjockey, etc.).

[114] Puede comprobarse que en este proyecto se utilizan algunos términos que pueden parecer chocantes en un documento de una tesis doctoral, no obstante debido a la dificultad (que es imposibilidad en muchos casos) de encontrar un significado adecuado en lengua castellana se mantiene el término original.

Dinámica recreativa juvenil.

Para un análisis superfluo de las tareas que comprenden la dinámica recreativa de los jóvenes es necesario tener presente la idea de que éstos elaboran distintos modelos de diversión. Algunos experimentan la diversión recreativa de forma dogmática, es decir, como el centro de interés de sus vidas, una necesidad dominante y excluyente de otras experiencias y que legitima todos los medios para alcanzarla. Los jóvenes que experimentan la diversión recreativa de ese modo son los que dedican la mayor parte de su tiempo libre al conjunto de actividades que incorpora las salidas nocturnas y limitan sus amistades a aquellos que comparten también esa misma actividad.

Otros jóvenes experimentan la diversión nocturna de forma ecléctica, son los jóvenes que también se divierten saliendo por las noches pero para los que existen además otras áreas de interés en sus vidas. Las salidas suponen una de las actividades asociadas principalmente con los fines de semana que comparten con otro tipo de actividades. Para estos jóvenes la diversión se obtiene de diversas fuentes, su grupo de amistad es diverso y no comparten con todos ellos la actividad de salir.

La actividad de los jóvenes asiduos a los clubes, mayoritariamente dogmáticos, va unida a las actuaciones programadas por los promotores de estas salas. Los eventos se concentran los fines de semana, aunque durante la semana se mantiene una cierta actividad. Existe un movimiento constante de apertura y cierre de locales debido a que la población es nómada y cambia de locales buscando ambientes novedosos que creen nuevas sensaciones. Surgen nuevos tipos de locales en respuesta a una demanda creciente de novedad y búsqueda de nuevas estéticas.

En este punto, es necesario puntualizar que dentro de este universo, club no es equivalente a discoteca. Éstas últimas son locales de diversión donde *se pincha* cualquier producto bailable de cualquier estilo y época. A diferencia de ello, el club es un local creador o impulsor de tendencias musicales destinado al baile que tiene su punto de mayor crecimiento en los años 90 y ha dado origen a la cultura de club iniciada desde los más diversos locales especializados en distintos tipos de música: *Techno, trance, acid-jazz, hip-hop, house, jungle,* etc.

De igual forma, dentro del crisol de modalidades existentes, las hay más propicias para ser escuchadas de forma individual, como el *trip-hop, el deep-house* o el *intelligent techno* (calificadas como músicas *easy listening*), o bien estilos que por su ritmo, duración y tensión están especialmente adaptados a su ejecución y disfrute colectivo dentro o fuera del club.

A diferencia de lo que ocurre en Europa los españoles son más eclécticos en cuanto a gustos musicales y no se han especializado tanto en cultivar la música *house* y todos los subestilos que engloban. Es por ello, que desde culturanocturna.com se pretende ofrecer un contenido informativo más orientado a la especialización musical que a la cara meramente lúdica, puesto que, por ejemplo, en España cuando se habla de *house* o *dance* se hace referencia a un conjunto de subestilos musicales, desde los más

comerciales, conocidos como *música máquina* o *bacalao*, hasta los más elitistas o alternativos.

En España donde más se notan las influencias es en Barcelona, básicamente por su extensa y cualificada cultura de club y en las fiestas y salas punteras del país, donde el presupuesto permite adoptar por una noche a grandes artistas.

Objetos y contexto de acción

El ocio basado en la música electrónica de baile ha sido asimilado por el mercado y está siendo definido por los criterios del consumo, lo que ha dado lugar a una industria muy activa dedicada a promocionar actividades que no deja de expandirse participando activamente en crear y establecer criterios de estilo de vida.

Esta forma de promoción se realiza a través de un marketing publicitario que ha creado distintos materiales de difusión como pósters o postales (*flyers*, mostrados en la figura c5_36 del Capítulo 5) que se adquieren de forma gratuita, mediante los cuales puede apreciarse que las ofertas son muy diversas y están presentadas de manera muy atractiva, convirtiéndose esta misma publicidad en un producto cultural que da identidad a grupos de jóvenes.

Son especialmente significativos los *flyers*, pequeñas hojas dotadas de información sobre la programación de un evento, con contenidos repletos de interés sobre las actuaciones y con un diseño llamativo e inusual. Es la manera con la que los *clubbers* estarán informados de los distintos eventos programados en una sala en concreto. Los *flyers* se encuentran distribuidos por distintos lugares relacionados con los jóvenes, tales como tiendas de ropa, de discos, peluquerías, bares y otros clubes. Gracias a la recolección de los distintos *flyers*, que llegan incluso a ser coleccionados, los interesados logran informarse de la oferta de que disponen y, de esta forma, eligen en virtud de sus intereses el local al que asistirán.

Por su parte, el club basará gran parte de su éxito en el artista o artistas que ofrece en su programación, acorde al estilo que acostumbra a cubrir la sala y a la formación de estructuras económicas ligadas a la creación y a la difusión musical —firmas discográficas, organización de fiestas, etc. En este contexto aparece la figura del administrador de los sonidos y conductor de las sesiones de baile: El DJ (antiguamente discjockey), tomando entonces una relevancia especial, pues se ha convertido en la figura más representativa del panorama musical, llegando a veces, a relegar a un segundo plano la música que *pinchan*. Si en otras épocas, los interpretes, autores y productores protagonizaban la creación musical, en la actualidad estos personajes han perdido gran parte de su brillo a favor de estos "modernos encantadores" que están sujetos a un destacadísimo proceso de reconocimiento público y de valoración social, hasta el punto de ser considerados como los artífices de la nueva vanguardia popular). Una dinámica que ha significado, a su vez, una verdadera legitimación dentro del ámbito musical, provocando el surgimiento de un nuevo rol social, de un nuevo

concepto de profesionalidad artística vinculada a las nuevas tecnologías alrededor de la actividad y significación del discjockey.

Esta reciente popularidad que han adquirido promueve, no sólo la mayor o menor asistencia de público, sino un interés por conocer más sobre los creadores/productores de esta música.

La prensa especializada en este sector es muy escasa, prácticamente inexistente si buscamos contenidos exclusivos, y la forma en la que los interesados se abastecen de estos datos es a través de los *flyers* y masivamente a través de Internet. La música electrónica no tiene casi prensa escrita, esta demasiado unida a la web, con la que es la mejor forma de transmitir. La web es el medio natural de comunicación para la música electrónica.

Perfil de los usuarios

Ya se ha comentado que uno de los grupos sociales que más se ha apropiado del espacio del ocio son los jóvenes, que para facilitar su descripción dividiremos en cuatro subgrupos:

- Los más jóvenes, prácticamente adolescentes, que no serían una masa crítica de audiencia, pues no responden al perfil de *clubber*, ya que no les está permitida la entrada a estos locales y su bagaje de cultura musical es mínimo.
- El grupo propiamente dicho de los jóvenes. Es el grupo más difícil de definir por ser el más numeroso y heterogéneo. Pueden definirse como jóvenes normativos, ya que participan del espacio y tiempo que adquiere más intensidad en las salidas nocturnas. Tienen un estatus socio-económico medio y medio alto, formado por muchos estudiantes, especialmente universitarios, profesionales y jóvenes con un cierto poder adquisitivo.
- Otro grupo son los alternativos, que suelen ser mayores de edad y comparten actividades de carácter reivindicativo. Estos jóvenes están estrechamente unidos al fenómeno *rave*. Las *raves* se han considerado un fenómeno social muy importante y se han analizado como un movimiento juvenil reivindicativo y como una necesidad de algunos grupos de jóvenes de tener un espacio propio. En España este tipo de fiesta está empezando a popularizarse.
- El último grupo son los llamados *after*, que son parte de los otros grupos en espacios de tiempo cuando todos los jóvenes están activos. Sin embargo, estos alargan la vida nocturna unas cuantas horas más, a veces todo el fin de semana. En esos ambientes también participan trabajadores de la vida recreativa cuando terminan la jornada laboral, los camareros, discjockeys, músicos, relaciones públicas, etc.

Estos cuatro subgrupos que se han presentado se han definido y delimitado para hacerlos operativos y comparables, aunque en realidad las fronteras entre unos y otros están muy difusas.

Así, en resumen y de forma general, podemos afirmar que en todas las ciudades los jóvenes son polivalentes, individuos muy integrados socialmente, pertenecen básicamente a la clase media o media-alta, la gran mayoría trabajan o estudian —con un nivel de estudios alto en general—, con una ligera mayor proporción de varones (60,9%).

Aunque consideraremos a este grupo como nuestra masa crítica de audiencia (usuarios finales del sistema a los que nos referiremos como *comunidad clubber*), tendremos en cuenta otra masa de audiencia destino que consideraremos primaria compuesta por los "profesionales del sector". Son usuarios o implicados que se interesan por el medio, ya sea de una manera lucrativa o meramente artística. Formarán parte de este grupo promotores y dueños de salas y eventos, relaciones públicas, DJ, productores/creadores, etc.

Los discjockey's (DJ) se han convertido en los principales creadores de la fiesta sustituyendo en la fama incluso a los intérpretes. Su arte consiste en crear un entramado de piezas musicales diversas y heterogéneas. Probablemente lo que otorga mayor significado a la creación de los DJ es que su logro es efímero, del momento, único e irrepetible. Cada DJ crea mezclas distintas de espíritu mestizo y ecléctico. Este lugar central que ocupa en el mundo del *clubbing* hace que se le considere la pieza más importante en nuestro sistema pues es la personalización de la música electrónica. Actúa tanto de implicado proveedor, como de cliente.

En el mundo de la música electrónica se distorsiona la frontera autor/público: en primer lugar, constituye la apertura de la creación musical a aquellos que no son músicos. El uso de las tecnologías y la elección de las herramientas de composición depende la mayoría de las veces de la accesibilidad y del precio, como el ejemplo de los sintetizadores analógicos *Roland*, utilizados por los pioneros del *house* en Chicago y Detroit, que eran más baratos que sus homólogos digitales. Así, cualquiera con un mínimo equipo técnico, un ordenador con los programas adecuados, un *sampler* o incluso una grabadora, puede hacer música desde casa, en el *home studio*, y encontrar una estructura independiente para grabar, difundir y programar esta música, o hacer lo mismo a través de las herramientas informáticas. Esta accesibilidad de los medios de composición y difusión hace que la creación musical sea más abierta y favorezca la comunicación entre el mundo de los autores y el del público. La disposición de material sonoro en la red, que no sólo supone la difusión directa entre el autor y el oyente sino la posibilidad de que éste último "retrabaje" la pieza, le añada sonidos o los quite, modifique o recree lo que escucha, acentúa este elemento. Muchos músicos electrónicos comenzaron siendo *fans*, *trainspotters* de otros.

Por otra parte, la obra no se considera un objeto acabado propiedad del autor. De la misma manera que las músicas pasadas son reutilizadas y recreadas en las nuevas composiciones, éstas pasan a formar parte del mismo movimiento, como ponen de relevo los múltiples *remixes* o su difusión en la red para favorecer esta dinámica de reutilización.

La implicación que supone la creación y la difusión musical crea estructuras económicas a su alrededor, como los sellos discográficos y la organización de fiestas.

Por un lado, el desarrollo de la industria y la difusión de música electrónica de una manera más artística que económica se promueve gracias a los sellos discográficos. Por primera vez en la historia de la música, y gracias a la electrónica, los sellos discográficos son referencia, y a menudo emblema, para los compradores de música contemporánea. Por esta parte, se descubren nuevos personajes implicados como los dueños de estos sellos y de tiendas de discos, distribuidoras y programadores musicales de cadenas de radio.

Por otro, la organización de fiestas reúne a todo un abanico de implicados, entre los que se incluyen los promotores musicales y dueños de salas, *manager*'s de *clubs* y bares, y las relaciones públicas.

Debemos además resaltar la importancia de las relaciones públicas de los diversos *clubs*. Su labor de contacto y promoción del local al que representan facilita el acceso a información valiosa sobre las actuaciones que ofrecerán (imágenes, biografías, programación). Actúan como puerta de enlace entre la dirección de un *club* y la prensa especializada y su relevancia es fundamental a la hora de conseguir acreditaciones para cubrir un evento. Además, su trabajo de documentación para con su empresa la convierten no sólo en un implicado proveedor sino en posible cliente de nuestro proyecto.

Pv_29: Parte del trabajo realizado para describir los perfiles de los usuarios

Por último, consideraremos también a los responsables del diseño, el desarrollo y el mantenimiento un grupo de usuarios/implicados más, al cual nos referiremos con el nombre de editores. Los cambios que se produzcan en el sitio no deben estar exclusivamente bajo el control del desarrollador. Posiblemente, una vez diseñado y desarrollado, el sitio web será mantenido por un grupo de personas hacia el que migrará el grupo de programación que ya ha desarrollado el portal.

Roles

Previamente se ha esbozado una pequeña clasificación en torno a los usuarios que consiste en dividirlos en comunidad *clubber*, profesionales y editores.

Las motivaciones de los lectores de revistas y sitios web giran en torno a dos criterios. Por un lado, el ámbito de interés y, por otro, la posición profesional, por lo que estos tres tipos de actores pueden compartir un rol común y genérico como ***visitantes*** del sitio. Una audiencia destino cuyas tareas se corresponden con la navegación, búsqueda de información y participación en la comunidad.

Además, son los mismos actores quienes desarrollarán un rol temporal y de extrema importancia para la web, la ***colaboración***. Una tarea más propia de la comunidad *clubber*, aunque llevada a cabo de manera más especializada e indirecta por los profesionales. Se ha comentado que constituyen una industria muy activa dedicada a promocionar y difundir los avances en torno a la cultura de club. En base a este hecho promocional y, en especial, al hecho de que actuaremos como publicidad a su favor, este grupo colabora de una forma indirecta, puesto que dejaremos la colaboración directa para la propia comunidad *clubber*. Una masa crítica de audiencia objetivo que no son víctimas ni agentes pasivos del ocio, sino que participan de lo que hay y construyen nuevos valores, en el que parte ocurre en el espacio recreativo, como es el consumo de las más modernas tecnologías, especialmente aquellas que tienen que ver con la comunicación. Esto es así porque la experiencia del ocio no depende únicamente de disponer de tiempo, sino de actuar en ese tiempo que se supone propio, de hacer algo considerado creativo, liberador y participar de la industria del ocio.

De estas tareas surgirán ***activos digitales*** —contenidos, conocimientos, información comentada e instantánea— de interés para nuestro público objetivo. Estos datos serán manejados por los editores, que podrán actualizar dinámicamente el sitio a través del sistema, ya que serán usuarios con privilegios a los que asignaremos la administración de secciones específicas, como las noticias, artículos, foros, etc.

En resumen, esencialmente serán los profesionales y la comunidad *clubber* quienes en su rol de colaboración generen una información que será transformada en activos digitales por los editores.

Plataforma

Como resulta imposible crear un diseño óptimo para todo el mundo, será necesario identificar las plataformas de nuestra audiencia destino, con el fin de evaluarlas minuciosamente. Consideraremos, además, a un público relativamente más minoritario, para asegurarnos que el sitio se adecuará, aunque no tan eficazmente, a plataformas menos implantadas.

A partir de datos tomados de dos analizadores estadísticos del uso de Internet, The Counter (http://www.thecounter.com) y Netcraft (http://www.netcraft.com), se ha realizado el análisis de las plataformas.

- **Hardware y sistemas operativos**. Sin duda, aunque Windows PC es la plataforma más común, hay que considerar que otras plataformas juegan un rol significativo en nuestra población objetivo. Si bien es cierto que las industrias pueden tener un uso muy pequeño del Mac, éste tiene un *share* de mercado más alto en producción musical. En cuanto a los usuarios de Unix y Linux, aunque son relativamente poco comunes, los consideraremos a la hora de evaluar el sitio.
- **Navegadores**. La variación entre los *browsers* es extraordinariamente difícil de llevar al día. Si bien la inmensa mayoría usan Internet Explorer (versión 5.0 y posterior) y no se puede descuidar al porcentaje que utiliza Netscape Navigator o similares, las variaciones entre versiones de estos *browsers* exige una evaluación prolongada.
  Por otra parte, un 6% de los usuarios de la web no tienen JavaScript habilitado. Si basamos nuestros trabajos exclusivamente con menús de esa tecnología, no podrán navegar. Sin embargo, si es necesario su uso, podremos implementarlo con la versión 1.2.
- **Monitores**. Prácticamente la mitad de la población utilizan una resolución de 800x600, con lo que será conveniente probar a fondo nuestro sitio a esa definición, además de evitar la aparición de *scrolls* horizontales. Es fundamental también darle la misma importancia a resoluciones de 1024x768, así como evaluar minuciosamente definiciones de colores de 16 bits (65.000 colores).
- **Velocidad de conexión**. Un tiempo largo de descarga es una de las quejas de usabilidad más frecuentes. Las conexiones de alta velocidad más implantadas en nuestra audiencia son el ADSL y el cable, pero tendremos especialmente presentes el uso de modems de 28.8 K y 56 K para que nuestro sitio tenga un mínimo tiempo de espera.

En resumen, la audiencia destino estará formada predominantemente por usuarios de Windows con resoluciones de pantalla de 800x600 y 1024x768 y que utilizarán Internet Explorer 5.0 o posterior. Un número inferior de visitantes utilizará Netscape Navigator y una plataforma Macintosh. Y en cuanto a la plataforma de implementación, utilizaremos un *backend* fabricado con tecnología Open Source: Apache + MySQL + PHP.

Objetivos de usabilidad

La lista de los objetivos de usabilidad determinados para el sitio web de culturanoctura.com con:

- Facilidad de aprendizaje:
    - Nuestros usuarios serán capaces de usar la web la primera vez sin ningún tipo de aprendizaje.
    - La interfaz ha de ser simple, fácil de aprender y utilizar, con funcionalidades accesibles y bien definidas.

- Consistencia:
    - Primaremos el uso de convenciones de diseño siempre que sea posible. Los usuarios se verán presionados a recordar cualquier truco especial de interacción de una visita a otra, dada la cantidad de tiempo que dedicarán a visitar otros sitios web. Para entonces, los usuarios habrán acumulado un modelo mental genérico de la forma en la que deben funcionar las páginas web, en base a sus experiencias en los demás sitios.
    - Utilizaremos y crearemos guías de estilo, que permitirán alcanzar la consistencia del *look & feel* del sitio.
    - En el texto evitaremos los fondos oscuros y los colores llamativos. También evitaremos subrayar las palabras, porque un usuario las podría confundir con hipervínculos.
    - Subrayaremos los vínculos y usaremos el azul como el color para los vínculos no visitados. Si los vínculos son azules, los usuarios sabrán qué hacer. Excepto en las barras de navegación que utilicen un diseño que deje más que claro donde puede hacer clic el usuario.

- Flexibilidad:
    - Evitaremos requerir escritura cuando un botón de selección o un enlace lo pueden hacer.
    - Evitaremos requerir que el usuario tenga que cambiar constantemente entre hacer clic y escribir.

- Robustez:
    - Evitaremos el uso de marcos (*frames*). Ciertos navegadores no soportan esta característica, en la que también prima la accesibilidad de los lectores de pantalla.
    - No confiaremos en relaciones espaciales para hacer el texto sensible. Por ejemplo, no referirse a la columna de la izquierda o al botón de abajo.
    - Minimizaremos en lo posible el uso de DHTML o Java. Elementos como los *rollovers* o *popups* no estándares son difíciles de interpretar para los programas lectores de pantalla.

- Recuperabilidad:
    - Hay que contemplar los errores del usuario. Debe haber una retroalimentación apropiada del sistema.
    - Crearemos páginas de error útiles y que permitan al usuario saber donde está.

- Tiempo de respuesta:
    - El tiempo máximo de descarga tiene que ser de 10 segundos a la velocidad de conexión media de los usuarios.

- Disminución de la carga cognitiva:
    - El usuario debería alcanzar cualquier página en el menor número posible de clics de ratón, a ser posible menos de 3.
    - Aunque no importa el número de veces que hay que hacer clic en algo si la opción es mecánica e inequívoca.

- Estética:
    - Es preciso proporcionar un entorno agradable que contribuya al entendimiento por parte del usuario de la información presentada.
    - En una escala del 1 (muy agradable) al 7 (nada estético), los usuarios valorarán el sitio al menos con un 4.

Objetivos de la aplicación

Está claro que si los usuarios simplemente no pueden hacer algo que necesitan hacer, entonces el sistema no es usable. Los objetivos de la aplicación dependen directamente del rol del usuario y sus accesos.

Revelamos a continuación una lista de los *requisitos funcionales* para el visitante del sitio, resultado de una revisión exhaustiva de las fases anteriores:

- No utilizaremos páginas de enrutamiento o intermedias. Una página de enrutamiento es una página que ven los usuarios antes de acceder a la verdadera página de inicio. Suponen un obstáculo inicial que los usuarios tienen que superar, así que no cansaremos al usuario y agilizaremos la descarga prescindiendo de ella.
- El sistema debe actualizarse dinámicamente y gestionarse a través a través de la web.
- Aplicación de consulta y búsqueda de eventos mediante una agenda o calendario.
- Ofrecer un foro de discusión para la comunidad.
- Proporcionaremos una opción de búsqueda, habilitada en la parte superior de la página de inicio.
- Las búsquedas que resulten vacías incluirán sugerencias.

- Una sección del sitio ofrecerá enlaces o vínculos externos a sitios web que estén estrechamente relacionados con el contenido de la página y puedan ser de interés a la comunidad.
- El sitio enviará un e-mail con un mensaje de bienvenida a los usuarios cuando se registran.
- El sistema tendrá registrado todo el material.
- Sistemas de revisión o crítica de los artículos.
- Incluiremos información de contacto y normas de privacidad.

Por otro lado, el rol de editor requiere una interfaz administrativa para actualizar el contenido del sitio. Este sistema de gestión de contenidos debe permitir a aquellas personas que no sean expertas en el desarrollo web actualizar y manejar el sitio a través de la red. Esta interfaz debe cumplir las siguientes especificaciones funcionales:

- Administración de gestión de contenido basada en web.
- Administración gráfica.
- Facultad para añadir, modificar y borrar contenidos del sitio.
- Mantenimiento y gestión de la agenda de eventos: Añadir, modificar y borrar las programaciones y los eventos que se producen diariamente, semanalmente, mensualmente e incluso anualmente.
- Facultad para administrar el foro.
- Capacidad para gestionar la sección de enlaces para mantenerla actualizada, que los enlaces sean de calidad y que no se conviertan en enlaces muertos.

Por último, determinaremos los *requisitos no funcionales* del sitio (restricciones del sistema y para su desarrollo):

- El lenguaje de programación será PHP + XHTML.
- Soporte de base de datos MySQL.
- En principio, el sitio no tiene intención de cruzar los límites nacionales. La audiencia es española, así que los contenidos serán realizados en castellano.
- Diez segundos es el tiempo máximo que pacientemente esperarán los usuarios mientras se descarga una página web; más allá de este tiempo se suele perder el interés.
- La anchura de la página estará optimizada para 770 píxeles, pero con un diseño líquido que funcione desde 620 hasta 1.024 píxeles. La longitud no tendrá más de 3 pantallas completas (actualmente de 1.000 a 1.600 píxeles).
- Al menos el 50 por ciento de los usuarios registrados volverán a visitar la web al menos un par de veces al mes.

Diseño

Igual que en el apartado anterior del Análisis de Requisitos, a continuación se ven todas las actividades realizadas en el desarrollo del proyecto que se enmarcan en la fase de diseño. Y también igual que antes de que se encuentren agrupadas no significa que se

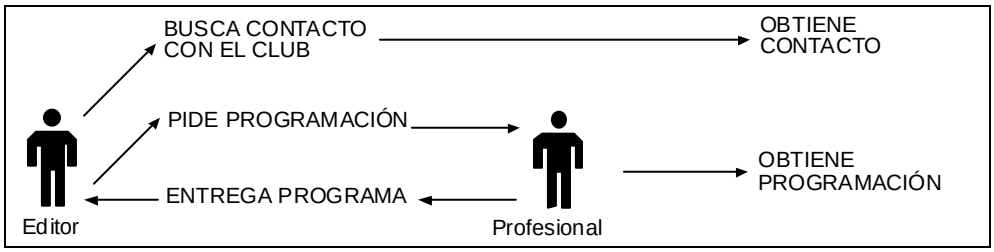
hayan realizado como bloque unitario, sino que su realización se va alternando con la propia evolución del proyecto.

Casos de uso para el Análisis de las Tareas

Una vez determinados los requisitos iniciales, procederemos a analizar y optimizar los procedimientos que seguirán nuestros usuarios mientras usan nuestro sitio web. Para ello realizaremos un análisis de los casos de uso.

Describiremos en primera instancia las actividades de nuestros actores mientras utilizan el sistema, desarrollando escenarios típicos dependiendo de las metas que se quieran alcanzar:

- Escenario agenda



Caso de Uso: "Gestionar los eventos"

Descripción: El editor procesa la información que ha recibido de la programación de un club.
Actores: Editor, sistema
Caso de uso adicional necesitado: "Login" y "Búsqueda de eventos en la agenda"

1.- El editor se identifica como gestor de contenidos (sigue el caso de uso "Login").
2.- El sistema muestra el panel de administración.
3.- El editor identifica el vínculo de la sección de administración de la agenda.
4.- El editor hace clic en ese vínculo.
5.- El sistema muestra la página agenda con habilitación para administración.
6.- El editor selecciona el día del evento (sigue el caso de uso "Búsqueda de eventos en la agenda".
7.- El editor identifica la zona donde añadir el evento y hace clic en el vínculo.
8.- El sistema muestra un formulario de entrada de datos.
9.- El editor rellena el formulario de entrada y presiona el botón de confirmación.
10.- El sistema guarda los datos y muestra la información como presentación.
11.- El editor verifica la presentación.

Alternativa 1: Evento ya introducido

En el paso 10, el sistema encuentra información ya introducida.
10a. El sistema muestra que el evento ya existe.
10b. El sistema muestra las opciones de editar y/o borrar el evento.
10c. El editor elige la opción de editar y vuelve al paso 8.

Caso de uso: "Búsqueda de eventos desde página de inicio"

Descripción: El usuario busca qué eventos hay un cierto día desde la página de inicio
Actores: Usuario, sistema
Caso de uso adicional necesitado: Caso de uso "Búsqueda de eventos en la agenda"

1.- El usuario localiza el calendario en la página de inicio.
2.- El usuario selecciona la zona regional en la que está interesado.
3.- El usuario elige el día que le interesa en el calendario.
4.- El sistema le muestra la lista de eventos seleccionados.
5.- El usuario puede seguir buscando (seguiría el caso de uso "Búsqueda de eventos en la agenda").

Caso de uso: "Búsqueda de eventos en la agenda"

Descripción: El usuario busca qué eventos hay un cierto día desde la página de agenda
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza la agenda y sigue el vínculo.
2.- El sistema muestra un calendario.
3.- El usuario se dirige al día que le interesa.
4.- El sistema le muestra las zonas.
5.- El usuario elige su zona.
6.- El sistema le muestra los eventos.
7.- El usuario puede seguir buscando por días en la misma zona.

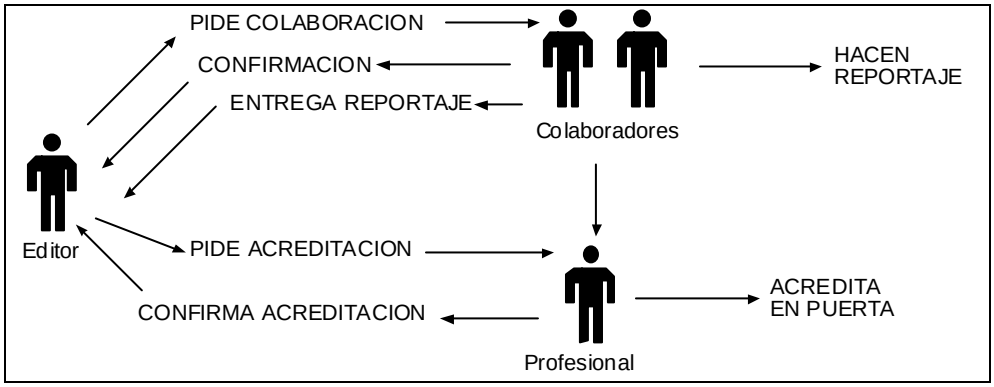
Optimizaremos este último procedimiento debido a su frecuencia de uso y a la posibilidad de reducir los pasos necesarios para alcanzar el objetivo:

Caso de uso: "Búsqueda de eventos en la agenda"

Descripción: El usuario busca qué eventos hay un cierto día desde la página de agenda
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza la agenda y sigue el vínculo.
2.- El sistema muestra un calendario y las zonas.
3.- El usuario elige su zona.
4.- El usuario se dirige al día que le interesa.
5.- El sistema le muestra los eventos.
6.- El usuario puede seguir buscando por días en la misma zona.

- Escenario reportajes



Caso de uso: "Gestionar los reportajes"

Descripción: El editor introduce el artículo de un evento junto al reportaje fotográfico
Actores: Editor, sistema
Caso de uso adicional necesitado: "Login"

1.- El editor se identifica como gestor de contenidos (sigue el caso de uso "Login").
2.- El sistema muestra el panel de administración.
3.- El editor identifica el vínculo de la sección de administración de los reportajes.
4.- El editor hace clic en ese vínculo.
5.- El sistema muestra la página de reportajes con habilitación para administración.
6.- El editor selecciona un reportaje a editar o identifica el vínculo "añadir nuevo reportaje".
7.- El editor hace clic en el vínculo de edición o añadir.
8.- El sistema muestra un formulario de entrada de datos.
9.- El editor rellena el formulario de entrada y presiona el botón de confirmación.
10.- El sistema guarda los datos y muestra la información como presentación.
11.- El editor verifica la presentación.

Alternativa 1: El evento produce errores

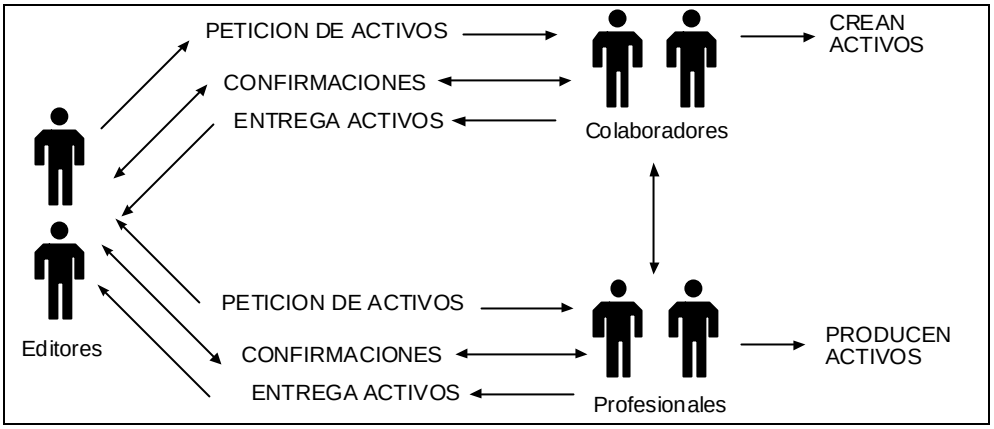
En el paso 10, el sistema encuentra errores en la información introducida.
10a.- El sistema muestra el error producido.
10b.- El sistema muestra las opciones de editar y/o borrar el evento.
10c.- El editor elige la opción de editar y vuelve al paso 8.

Caso de uso: "Búsqueda de reportajes"

Descripción: El usuario elige ver un reportaje en el que está interesado
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza la página de reportajes.
2.- El usuario hace clic en ese vínculo.
3.- El sistema muestra un índice paginado de reportajes realizados.
4.- El usuario hace clic en el reportaje en el que está interesado.
5.- El sistema le muestra el artículo con unas fotografías de muestra.
6.- El usuario puede acceder al resto de fotografías siguiendo el enlace.

- Escenario genérico



Caso de uso: "Gestionar activos"

Descripción: El editor procesa la información que ha recibido y la introduce en la página correspondiente al activo
Actores: Editor, sistema

Caso de uso adicional necesitado: "Login"

1.- El editor se identifica como gestor de contenidos (sigue el caso de uso "Login").
2.- El sistema muestra el panel de administración.
3.- El editor identifica el vínculo de la sección a la que pertenece el activo.
4.- El editor hace clic en ese vínculo.
5.- El sistema muestra la página del activo correspondiente con habilitación para administración.
6.- El editor identifica las opciones de gestión en la página.
7.- El editor selecciona la opción en la que está interesado.
8.- El sistema muestra un formulario de entrada de datos.
9.- El editor rellena el formulario de entrada y presiona el botón de confirmación.
10.- El sistema guarda los datos y muestra la información como presentación.
11.- El editor verifica la presentación.

Alternativa 1: Activo ya introducido

En el paso 10, el sistema encuentra información ya introducida.
10a.- El sistema muestra que el activo ya existe.
10b.- El sistema muestra las opciones de editar y/o borrar el activo.
10c.- El editor elige la opción de editar y vuelve al paso 8.

Caso de uso: "Selección general de contenido desde página de inicio"

Descripción: El usuario selecciona contenido de la página de inicio
Actores: Usuario, sistema

Caso de uso adicional necesitado: "Acceder a los contenidos"

1.- El usuario localiza el enlace que cree puede llevarle a la información que le interesa.
2.- El usuario hace clic en ese vínculo.
3.- El sistema muestra la información o un índice de posibles enlaces a la información.

4.- El usuario consume la información o sigue vínculos.
5.- El usuario debería llegar a la información final en menos de 3 pasos siempre.
6.- El usuario puede seguir buscando contenido (seguiría el caso de uso "Acceder a los contenidos").

Caso de uso: "Acceder a los contenidos"

Descripción: El usuario accede a un contenido particular desde la página del activo en cuestión
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza el activo y hace clic en el vínculo.
2.- El sistema muestra la página del activo correspondiente.
3.- El usuario identifica la navegación de esta sección.
4.- El usuario selecciona el activo en el que está interesado.
5.- El sistema muestra el contenido seleccionado.
6.- El usuario consume la información.

Caso de uso: "Acceder a los contenidos"

Descripción: El usuario accede a un contenido particular mediante búsqueda de palabra clave
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza el campo de búsqueda.
2.- El usuario introduce la palabra clave que desea buscar en el campo.
3.- El usuario pulsa el botón Buscar.
4.- El sistema muestra una pagina de resultados.
5.- El usuario verifica los resultados y sigue el enlace que desea.

Alternativa 1: Palabra clave incorrecta o resultados no satisfactorios

En el paso 5, el usuario se da cuenta que los resultados no coinciden con lo que busca.
5a.- El usuario no encuentra la información.
5b.- El usuario localiza el campo de búsqueda y vuelve al paso 2.

- Otros casos de uso

Caso de Uso: "Suscripción a una lista de correo"

Descripción: El usuario se suscribe a una lista de correo mediante la introducción de su e-mail
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza en vínculo a suscripciones.
2.- El sistema muestra posibles listas o boletines a los que puede suscribirse (*flyers*, lista de correo, información, colaboración).
3.- El usuario puede o no hacer clic en el enlace con información sobre la lista.
4.- El usuario localiza el campo donde introducir su dirección de correo electrónica.
5.- El usuario introduce su e-mail o rellena el formulario.
6.- El usuario pulsa el botón de darse de alta o enviar.
7.- El sistema muestra la confirmación y agradecimiento.

Alternativa 1: Datos introducidos incorrectamente

En el paso 6, el sistema avisa que ha introducido los datos incorrectamente.
6a.- El usuario ve los errores que ha cometido.
6b.- El usuario localiza los campos a corregir y vuelve al paso 4.

Caso de uso: "Acceso al foro de la comunidad"

Descripción: El usuario accede al Foro para opinar y acceder a la comunidad
Actores: Usuario, sistema
Caso de uso adicional necesitado: "Introducir mensajes"

1.- El usuario localiza el enlace al foro y hace clic en él.
2.- El sistema le muestra los grupos de debates posibles.
3.- El usuario localiza el que le interesa y accede.
4.- El sistema muestra la lista de temas en el foro.
5.- El usuario localiza un tema y accede.
6.- El sistema muestra los mensajes de ese tema.
7.- El usuario examina los mensajes y responde (sigue el caso de uso "Introducir mensajes")

Alternativa 1: El usuario quiere introducir un tema

En el paso 5, el usuario va a crear un nuevo tema de debate
5a.- El usuario en vez de acceder a un tema identifica el enlace para crear un nuevo tema (sigue el caso de uso "Introducir mensajes").

Caso de uso: "Introducir mensajes"

Descripción: El usuario introduce un nuevo mensaje o responde a un mensaje en el foro
Actores: Usuario, sistema

1.- El usuario localiza el vínculo hacia la introducción del mensaje.
2.- El usuario hace clic en ese vínculo.
3.- El sistema le muestra un formulario para introducir el mensaje.
4.- El usuario rellena el formulario o mensaje.
5.- El usuario presiona el botón de publicación del mensaje.
6.- El sistema le muestra una presentación del mensaje.

Caso de uso: "Login"

Descripción: El editor o usuario con privilegios se identifica como tal
Actores: Editor, sistema

1.- El editor identifica el acceso a la zona de administración.
2.- El editor hace clic en el vínculo de administración.
3.- El sistema muestra un cuadro de diálogo para el nombre de usuario y el password.
4.- El editor localiza el campo de entrada de nombre de usuario.
5.- El editor introduce su nombre de usuario.
6.- El editor localiza el campo de entrada de password.
7.- El editor introduce el password.
8.- El editor localiza el botón aceptar y lo pulsa.
9.- El sistema muestra el panel de administración.

Alternativa 1: Login incorrecto

En el paso 9, el sistema no encuentra al usuario
9a.- El sistema muestra un aviso de login incorrecto.
9b.- El usuario pulsa aceptar y se vuelve al paso 3.

La Arquitectura de la Información

La Arquitectura de la Información hace referencia a la estructura u organización de nuestro sitio web, especialmente en como las diferentes páginas del sitio se relacionan entre sí. En esta etapa involucraremos puntos tales como el análisis y la planificación del contenido, la organización de las páginas, el etiquetado de las diferentes opciones, las técnicas de búsqueda de información y el diseño de la navegación.

Para ello, organizaremos todo el material y la información disponible en una estructura que ayude al usuario a navegar eficazmente. Presentaremos los resultados en un diagrama del sitio que usaremos para el desarrollo de la web y detallaremos las especificaciones del contenido, la navegación y el mantenimiento del sitio.

- Revisión y evaluación de material previo

De la revisión de los resultados del análisis de requisitos, los sitios de los competidores y las tareas, surge una lista completa de los contenidos potenciales, etiquetas candidatas y esquemas posibles de organización. Creamos un inventario que especifica la lista completa de contenido para el sitio:

- *Agenda de eventos*: Esta aplicación permitirá a los usuarios consultar la programación de los clubes y eventos especiales que tengan lugar un cierto día, elegido por el propio usuario. Dependiendo de la cantidad de resultados que se generen, se mostrarán todos los eventos o solamente aquellos que pertenezcan a una determinada zona. También podrá consultarse la programación disponible (generalmente mensual) de un determinado club o consultar las próximas actuaciones de un determinado artista.
- Motor de *búsqueda*: Mediante la introducción de una palabra clave, el usuario podrá obtener un conjunto de resultados dentro del contenido del sitio web que se ajusten a su búsqueda. También permitirá refinar la búsqueda con opciones avanzadas una vez mostrados los resultados.
- Biografías de los *artistas*: Información relacionada con la vida de los artistas, como producciones, actuaciones, nacionalidad, fotografías, etc.
- Lista de clubes: Una *base de datos* con todos los clubes, bares y discotecas de los que tenemos constancia que ofrecen música electrónica a lo largo del territorio español.
- *Listas de éxitos* (*charts*) de los DJ: Los mejores discos que a juicio de los DJ han sido producidos durante un determinado mes.
- *Entrevistas* con los artistas.
- *Críticas* de discos: Comentarios y críticas de los últimos discos lanzados al mercado.
- *Noticias*: Últimas noticias que se produzcan dentro de la escena electrónica.
- *Reportajes fotográficos*: Artículos en los que se reseña un determinado evento al que asistieron nuestros colaboradores con una galería de fotos tomadas durante ese evento.

- Artículos, especiales, cursos, opiniones... cualquier material que verse sobre temas que puedan interesar a la *comunidad clubber*.
- *Enlaces o vínculos* hacia otros sitios web que contengan material de interés para nuestra audiencia.
- *Foros* con los que facilitamos la participación activa de los usuarios registrados o no registrados en una discusión *on-line*.
- *Boletín* de suscripción para que nuestros usuarios reciban información periódica sobre la actualización de la página y noticias.
- *Votaciones* en línea: Encuestas que ayudan a conocer a nuestra audiencia.
- *Citas*: Incorporación de una cita o frase célebre pronunciada por alguien referente al mundo de la música electrónica.
- Información de *contacto*, *normas* de privacidad y *ayudas*: Opciones habituales de los sitios web que favorecen la confianza del usuario en nuestro proyecto.
- Información de *colaboración* para que cualquiera que quiera colaborar con nosotros sepa como hacerlo con facilidad y seguridad.

Y como este contenido debe ser actualizado frecuentemente, añadimos para cada elemento de contenido su correspondiente sistema de gestión.

- *Gestión y administración de la agenda de eventos*: Permitiremos añadir, modificar y borrar la información referente a la agenda.
- *Gestión y administración de artistas*: Permitiremos añadir, modificar y borrar tanto artistas como sus biografías, entrevistas y sus *charts*.
- *Gestión y administración de clubes*: Podremos gestionar la base de datos de clubes.
- *Añadir y editar críticas de discos, noticias, artículos especiales, citas*, etc.
- Crear *nuevas encuestas y votaciones*.
- *Administración del foro*.
- *Reportajes fotográficos*: Artículos en los que se reseña un determinado evento al que asistieron nuestros colaboradores con una galería de fotos tomadas durante ese evento.
- *Boletín de suscripción* para que nuestros usuarios reciban información periódica sobre la actualización de la página y noticias.
- *Información de colaboración* para que cualquiera que quiera colaborar con nosotros sepa como hacerlo con facilidad y seguridad.

- Crear y evaluar nuestra estructura esencial

Basándonos en la estructura de la información, las tareas, los tipos de usuario y técnicas de evaluación con el usuario, crearemos una organización de nuestro contenido, decidiendo su agrupación y mostrando un esquema de organización.

Haremos uso de las dos aproximaciones principales para desarrollar una arquitectura: Un diseño de abajo a arriba (*bottom-up*) y un diseño de arriba abajo (*top-down*).

Desde una aproximación de arriba a abajo, consideraremos que la información que podemos situar en un primer nivel podría venir relacionada con las tareas más

frecuentes, que serían la agenda y los reportajes con fotografías, junto con las noticias y el foro, por su prioridad de actualización. Añadiremos en este nivel la información relativa a los artistas y los clubes.

Ahora bien, desde una aproximación de abajo a arriba nos preguntamos de qué materiales disponemos para construir el sitio. Disponemos de bases de datos con biografías de los artistas, bases de datos de artistas y clubes, la información de sus programaciones, fotografías de reportajes, entrevistas, listas de discos y críticas, etc.

- *Card sorting*

Para analizar las diferentes alternativas que tenemos para organizar los contenidos, usamos la técnica de ordenamiento de tarjetas o *card sorting* con ocho usuarios. Estos parten del siguiente conjunto de tarjetas que, sin sugerir títulos para las categorías principales, proceden con la realización de la prueba

Biografías	Artistas	DJ's				
Charts	DJ Charts	Listas DJ				
Eventos	Fiestas	Calendario				
Noticias	Reportajes	Artículos				
Comunidad	Debates	Enlaces				
Internet	Opinión	Sonido				
Sets	Especiales	Producción				
Postales	Festivales	Clips	Sellos	Fotos	Nosotros	Top 10
Contacto	Colabora	Clubbers	Vínculos	Audio	Creación	Tecnología
Clubes	Entrevistas	Críticas	Boletín	Lista de Correo	Listas	Conciertos
Mapa del sitio	Ayuda	Quiénes somos	Editorial	Foros	Sitios	Agenda
Reseñas	Búsqueda	Composición	Novedades	Sesiones	Flyers	Discos
Links	Información legal	Privacidad	Créditos			

Figura pv_30: Conjunto de tarjetas creadas para realizar la evaluación *card sorting* del sitio web que estamos creando. La figura también muestra una imagen de una de las sesiones de ordenación

Una vez finalizadas todas las sesiones, el evaluador revisa la estructura resultante. Le añade atajos, vínculos redundantes, herramientas de ayuda y mapas del sitio para facilitar la navegación quedando el siguiente diagrama en árbol de la Arquitectura de la Información:

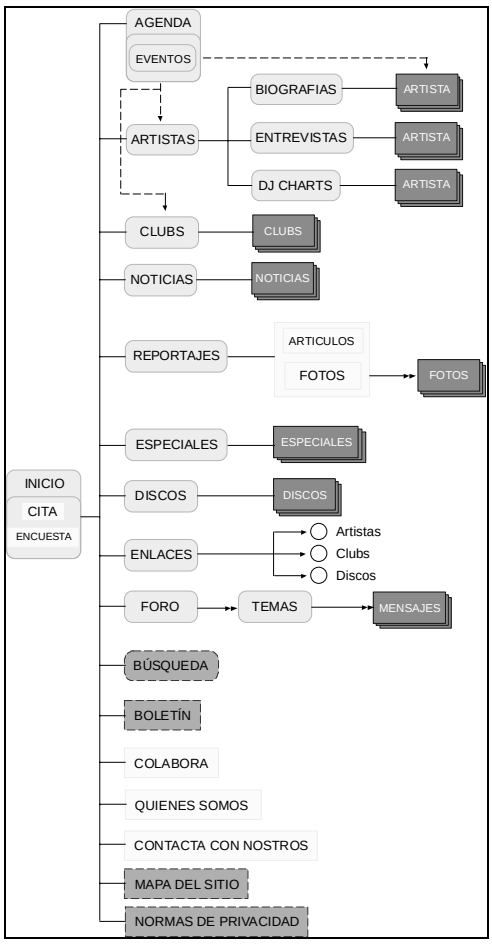


Figura pv_31: Diagrama en árbol vertical de la arquitectura de la información de culturanocturna.com

- La navegación

Los esquemas de navegación que se suelen utilizar y que demuestran ser razonablemente usables son el raíl de navegación a la izquierda, las fichas, los vínculos en la parte superior y las categorías en la parte central de la página.

En nuestra web optamos por la tercera opción, una fila de vínculos en la parte superior, en la que situaremos las opciones más importantes en los extremos de la lista[115],

INICIO | AGENDA | ARTISTAS | CLUBS | NOTICIAS | REPORTAJES | ESPECIALES | DISCOS | ENLACES | FORO

[115] Este criterio responde a los efectos de primacía y recencia que hemos visto en el capítulo de los factores humanos al hablar de la memoria de trabajo.

que combinaremos con un raíl de navegación a la izquierda, especialmente en las páginas de administración del sitio web, que seguirán un formato de lista de opciones que se expanden por cada categoría seleccionada y con una barra de navegación a pie de página.

Para las páginas que caigan dentro de una secuencia lineal, se implementa una navegación con barras de progreso simple, basada en una lista de páginas como la siguiente:

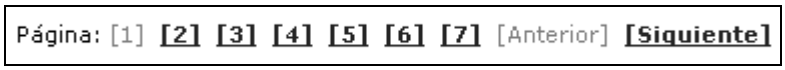


Figura pv_32a: Navegación con barras de progreso

Y para mejorar la navegación global del sitio se implementa lo que se conoce como navegación constante (o global) que describe el conjunto de los elementos de navegación que aparecen en todas las páginas del sitio. La navegación constante de culturanocturna.com queda como sigue:

Figura pv_32b: Navegación constante en culturanocturna.com

- La página de inicio

El campo de la usabilidad web ha madurado lo suficiente como para desarrollar directrices especiales que codifiquen las mejores prácticas de diseño para los componentes específicos de un sitio web. Además, primaremos en nuestro caso la incorporación de convenciones estándar de diseño de la interfaz de usuario, ya que los usuarios no dedicarán tiempo a aprender nada nuevo, sino a extraer el valor del objetivo y contenidos [NIE01a].

En el diseño aplicamos una serie de directrices que si bien se pueden aplicar al diseño web en general, son especialmente importantes a la hora de diseñar la página de inicio. En nuestro caso hemos estructurado estas directrices en cuatro categorías temáticas: Finalidad del sitio, información sobre el sitio, personalización desde el punto de vista

del cliente y fomento de "comunidad virtual".

Diseño gráfico

- Colores

Como resultado de las limitaciones tanto de los componentes hardware como de ciertas restricciones humanas, aseguraremos que nuestro diseño funciona en blanco y negro.

Para distinguir entre dos áreas coloreadas debemos asegurar que contrastan tanto en brillo como en color.

Ciertos pares de colores no funcionan bien trabajando juntos. El borde entre ellos parece vibrar; incluyen los pares rojo/verde, azul/violeta y rojo/azul. Si es necesario poner estos pares uno al lado del otro, podemos reducir la vibración separándolos con una línea sólida negra. Hay gente que tiene dificultad enfocando líneas delgadas azules. Evitaremos por esta razón, un azul altamente saturado para líneas nítidas o detalladas.

Se ha optado por un estilo minimalista acorde con el carácter que se ha querido dar al sitio web. La gama de colores utilizada es básica, pero han sido en última estancia los usuarios quienes han elegido un esquema de naranjas y negros en detrimento de otros esquemas propuestos.

Los vínculos no visitados llevarán colores saturados. Los vínculos visitados llevarán un color poco saturado o menos prominente, pero no el gris claro. Subrayaremos los vínculos excepto en las listas de las barras de navegación.

- Resolución de pantalla

Diseñaremos las páginas para una visualización óptima en torno a los 770 píxeles, ya que es el área disponible para el contenido en una ventana de 800 píxeles. Además, el diseño será "líquido" que funcione de 620 a 1.024 píxeles, de forma que se adapte al máximo número posible de tamaños de ventana, más anchos o más estrechos que la ventana "estándar". Así, los usuarios que tengan monitores grandes apreciarán el hecho de poder ver más contenido al poder hacer la ventana tan grande como quieran, rentabilizando así parte del precio que pagaron por ellos y los usuarios que tengan monitores pequeños también se aprovecharán de una página que se contrae para adaptarse a sus ventanas más pequeñas. Por último, los diseños líquidos se imprimen tanto en papel de 8,5x11 como en A4.

Prevendremos el exceso de desplazamiento en la longitud de la página. No diseñaremos más allá de las cuatro pantallas completas en el tamaño de ventana más común entre la base de usuarios (800x600).

- Cuadros de entrada

El blanco parece ser una característica definitoria de un campo de entrada de usuario. En consecuencia, los campos de texto serán blancos. Para conseguir la mejor usabilidad en las opciones de búsqueda o de entrada de texto, los usuarios deben ser capaces de escribir consultas bastante largas, viendo la totalidad del texto sin tener que desplazarse por el cuadro. Por tanto, dejaremos espacio para un mínimo de 30 caracteres en los cuadros de entrada.

- Imágenes

Es recomendable dedicar entre el 5 y el 15% de la página de inicio a imágenes. Podrían necesitarse más si su contenido fuera muy visual. Esta cuestión no puede decidirse en abstracto, ya que depende de la naturaleza del sitio y de su contenido.

Exceptuando el logotipo de culturanocturna.com, el resto de imágenes corresponderán a fotografías. Se decidirá que existirán los siguientes tamaños básicos:

- Fotografía cuadradas de 160x160 píxeles. Se utilizarán para la página de inicio, biografías, discos y en particular siempre que haya que mostrar la fotografía de un artista.
- Fotografías de 120x90 píxeles. Serán utilizadas siempre que haya que mostrar listas de ítems como, por ejemplo, reportajes, noticias, etc.
- Fotografías de 300x225 píxeles. Para titulares de noticias o especiales y cuando se requiera una fotografía de mayor tamaño.
- Fotografías de reportajes con un tamaño que dependerá de la fotografía original, pero siempre manteniendo la calidad de la imagen.

- Tipología

Aunque las fuentes Serif impresas suelen ser más fáciles de leer, los tipos Serif muy finos no se visualizan muy bien en la generación actual de pantallas de baja resolución, por lo que la legibilidad es más alta con los tipos de fuente Sans-serif, como Verdana y Arial. Usaremos el tipo Sans-serif para el cuerpo de texto. El tamaño medio de la fuente será de 12 píxeles, que al utilizar dimensiones relativas en una vista de tamaño mediano corresponde a un volumen del 75%.

Utilizaremos preferiblemente el blanco como color de fondo y el negro para el cuerpo de texto, consiguiendo así el máximo contraste posible y el máximo de legibilidad.

- Interactividad y multimedia

Integrar elementos multimedia en nuestros diseños es una elección que puede tener un alto coste como, por ejemplo, restringir el acceso al sitio de determinados usuarios,

distracción de los usuarios del punto de partida o simplemente colgar sus navegadores. A su misma vez, tiene importantes ventajas como, por ejemplo, incrementar la comprensión, facilitar el entendimiento de la información o exaltar la experiencia del usuario.

Una página multimedia interactiva con animaciones normalmente ocupará más que la equivalente página con contenido estático, pero se puede lograr que este tamaño adicional no sea excesivo si se programa adecuadamente y el resultado final puede ser mejor en cuanto a la experiencia del usuario con el sitio web. Debemos asegurarnos que entendemos sus limitaciones y hacemos un esfuerzo consciente para proporcionar el contexto más usable posible.

En nuestro caso, por ejemplo, usaremos Flash únicamente embebido dentro del código HTML y solamente en casos puntuales para enriquecer la experiencia del usuario sin que las páginas ocupen un tamaño excesivo y tarden demasiado en descargarse. En este caso proporcionaremos siempre métodos alternativos para obtener la misma información.

Prototipado y evaluación

Para realizar todas las actividades detalladas anteriormente y con la usabilidad como principal meta se ha realizado un exhaustivo trabajo de repetidas actividades de prototipado y su posterior evaluación con usuarios. A continuación, se resume el trabajo en este campo realizado.

Prototipos de papel y maquetas digitales

Usaremos representaciones estáticas del espacio de diseño para centrarnos en su *look & feel* y tratar de abordar los problemas de distribución del contenido más complejos evaluándolos con la colaboración de los usuarios.

Elegiremos las páginas que vamos a maquetar dependiendo del objetivo del borrador. Si básicamente se usarán para desarrollo interno y evaluación con usuarios representativos concretos, o si su principal objetivo es la revisión con una audiencia más amplia.

Realizaremos las maquetas de páginas que incluyen grandes cantidades de datos, están generadas dinámicamente y/o se desvían significativamente del resto de páginas como, por ejemplo, la página principal o de inicio, algunas páginas de administración, la agenda de eventos y la página de error. Estas maquetas o prototipos en papel formarán la base de posteriores prototipos, tanto maquetas digitales como prototipos HTML.

Veamos, por ejemplo, cómo se procedió con la creación de una de las versiones de la página de inicio, en la que posteriormente basaremos el diseño definitivo.

Empezaremos desarrollando una serie de *bocetos* basados en los requisitos básicos de la página (ver la figura pv_33) con los que exploraremos el espacio de diseño de una forma extremadamente rápida, ya que son pequeños y no están muy detallados.

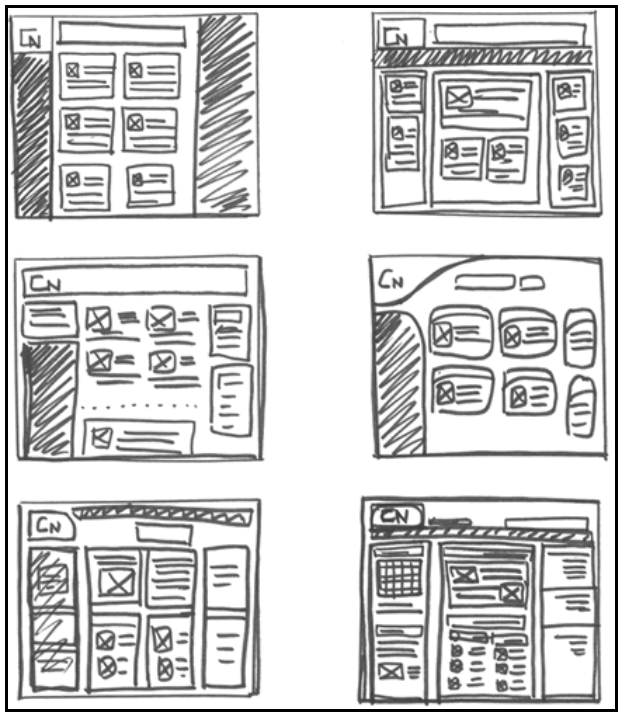


Figura pv_33: Conjunto de bocetos de la página de inicio

Después crearemos un bosquejo más refinado del boceto escogido que derivará en una maqueta o prototipo de papel más refinado. Crearemos el prototipo de papel (ver figura pv_34) dibujando los límites de la página, los elementos básicos y la estructura: Áreas de navegación, cabeceras, pies de página, área de contenido... Añadiremos logotipos, gráficos clave, etiquetas principales y títulos y acabaremos añadiendo texto de contenido y la situación de las fotos.

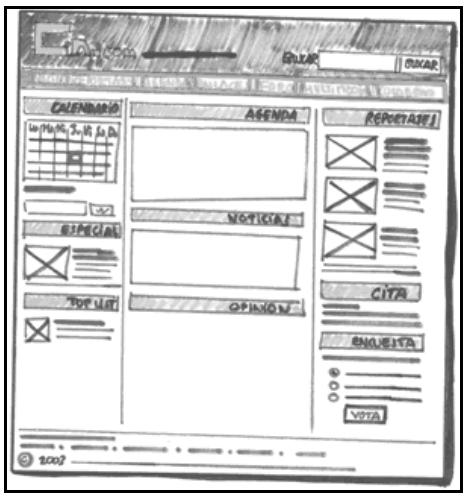


Figura pv_34: Maqueta en papel de la página de inicio

Y para asegurarnos que hemos seguido todos los criterios de creación, evaluamos el prototipo siguiendo los principios heurísticos de la siguiente figura:

REVISIÓN DE LOS PROTOTIPOS

Distribución

- ☐ Simplicidad, consistencia y foco.
- ☐ Contraste, balance y repetición.
- ☐ Proximidad, similitud y buena continuación.
- ☐ Los elementos críticos sobresalen.
- ☐ La información crítica aparece próxima a la parte superior izquierda de la página.
- ☐ Se proporciona el punto de focalización, el énfasis y la jerarquía de información apropiada.

Navegación

- ☐ La navegación es escalable.
- ☐ La página más compleja puede desarrollarse utilizando el mismo marco de trabajo.
- ☐ Se han utilizado las etiquetas de enlaces y títulos de pagina apropiados.

Texto / fuentes

- ☐ El tipo de fuente se ajusta al estilo de la página.
- ☐ El número de tipos de fuentes es limitado.
- ☐ El uso de tipos de letra, ancho y énfasis es limitado.
- ☐ El tamaño de la fuente es flexible.
- ☐ Los enlaces de texto están subrayados.
- ☐ Los enlaces de texto tienen diferentes colores para vínculos visitados y para los no visitados.
- ☐ El texto del cuerpo, títulos y etiquetas es legible.

Imágenes

- ☐ Se utiliza una fuente de luz consistente.
- ☐ La compresión del prototipo no pierde mucha calidad visual.
- ☐ Se usan las imágenes para dar soporte al contenido de la página.

Color

- ☐ Se usa apropiadamente el color (por ejemplo, para agrupar, para efectos de sobresalto, etc.)
- ☐ El color es apropiado para configuraciones de monitor oscuros, luminosos y en escala de grises.
- ☐ El contraste es apropiado para configuraciones de monitor oscuros, luminosos y en escala de grises.

Requisitos

- ☐ Se incluyen en el prototipo los logotipos, fuentes y colores requeridos.
- ☐ Los títulos de páginas, etiquetas de los botones y nombres de los vínculos son precisos.
- ☐ Se incluyen la identificación de imágenes y marcas apropiadas.

Figura pv_35: Principios heurísticos para la revisión de los prototipos y maquetas

Una vez hemos conseguido un diseño de una manera rápida produciremos maquetas digitales por su facilidad para cambiar colores y mover los elementos a lo largo del espacio, permitiendo rápidos cambios en la paleta de colores, tipos de fuentes, etc.

Se realizarán maquetas digitales básicamente para evaluarlas con los usuarios, así que nos interesará que los usuarios mientras evalúan el prototipo realizando ciertas tareas y/o escenarios que se les propone también se centren en detalles de la distribución de la página y en cuestiones como la elección de la fuente, los espaciados, los nombres de las etiquetas o los colores.

En la siguiente figura pueden verse dos versiones diferentes de la página de inicio. La intención buscada no es compararlas[116], sino extraer conclusiones de las pruebas con los usuarios y optar por una versión en la que centrarnos para alcanzar un diseño único.

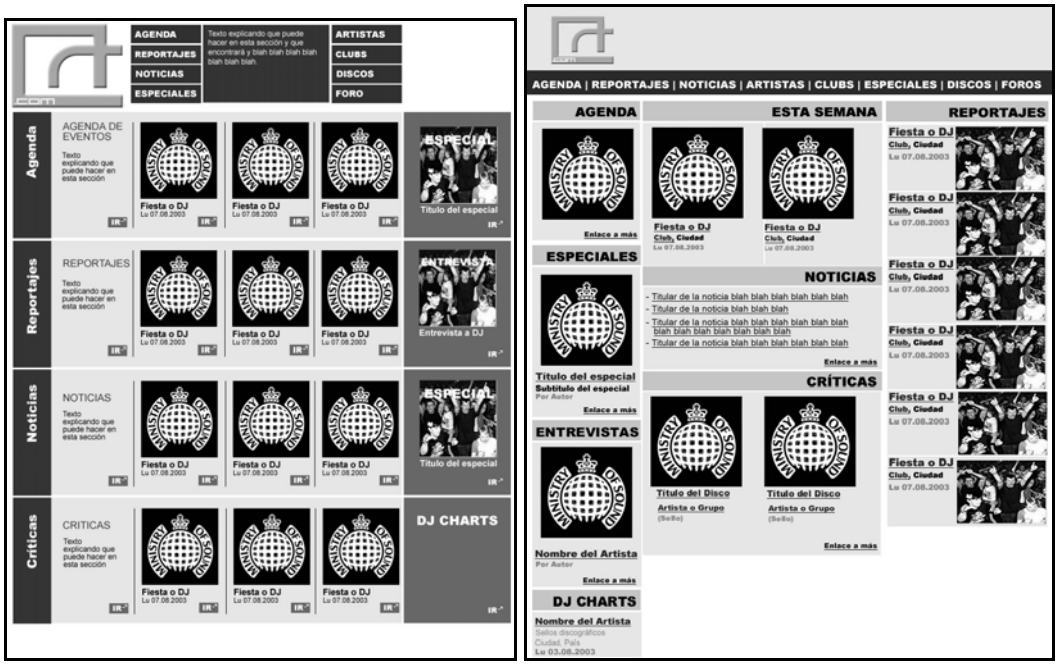


Figura pv_36: Maquetas digitales de la página de inicio. La versión de la izquierda fue desestimada y la de la derecha fue la que se escogió para futuras iteraciones

[116] La comparación como método para obtener conclusiones tiene su fortaleza cuando los sitios comparados son idénticos y sólo difieren en una sola característica, es decir, la que estamos comparando. El único uso adecuado de la comparación como herramienta de la usabilidad es durante la fase de creación de prototipos de bajo coste. Es posible crear dos prototipos idénticos que sólo varíen en una característica y realizar tests de usuarios sobre ellos.

Storyboards navegacionales y prototipos de software

Como nuestra intención es la generación de los *storyboards navegacionales* a partir de maquetas digitales muy elaboradas y detalladas, la cantidad de trabajo a realizar es mayor que con la generación de maquetas digitales o en papel. Aunque queda compensado porque aprovecharemos la oportunidad de probar y poner en práctica el uso de las tecnologías que permitirán construir el sitio web, programando los prototipos posteriores en XHTML y la interacción de PHP con la base de datos MySQL.

Para los prototipos software diseñaremos páginas utilizando la tecnología XHTML lo más completas y funcionales posibles.

Estas páginas servirán para evaluar el sitio justo antes de introducir contenido real y para estudiar el sitio *on-line*. En las figuras siguientes podemos ver algunos prototipos finales en la versión anterior al lanzamiento.

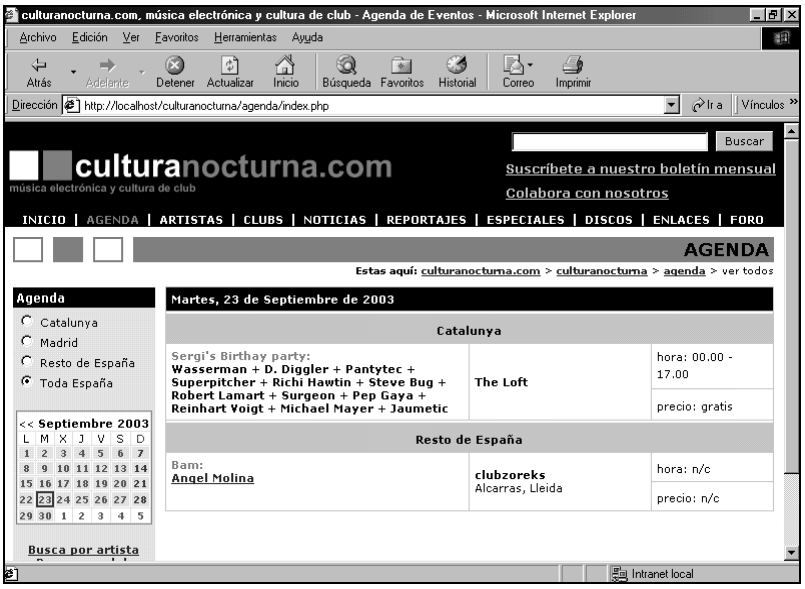


Figura pv_37a: Página correspondiente a la agenda de eventos

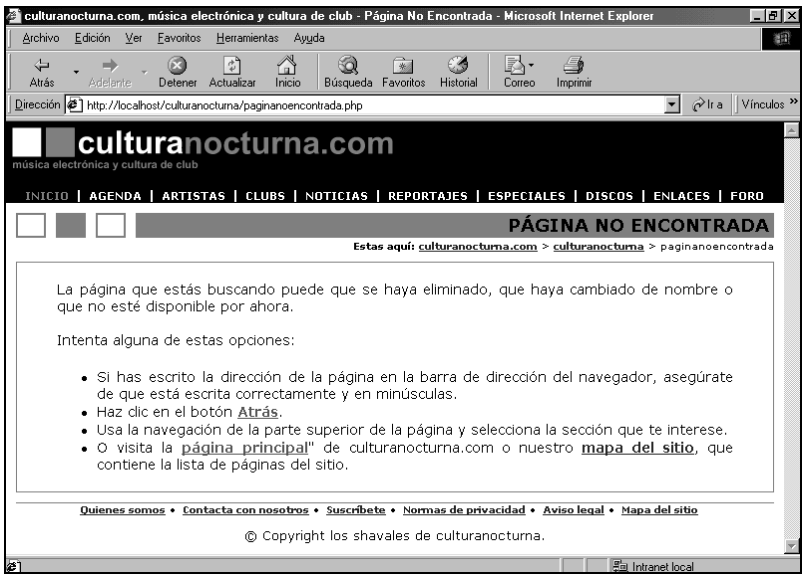


Figura pv_37b: Página que se usará para archivos no encontrados

Figura pv_37c: Página administración de la agenda

Y en la evaluación de estos prototipos comprobamos que todavía se mantiene la usabilidad alcanzada realizando pruebas de tarea clave con los prototipos software. Organizamos diferentes sesiones con grupos reducidos de usuarios a los que les mostramos una serie de tareas reales que tienen que realizar como las siguientes:

- Revisamos la navegación en general.
- Pretendemos entender si ¿consiguen entender el sitio?.
- Tareas concretas a realizar:

  - ¿Puedes encontrar la biografía de tu DJ favorito?
  - ¿Qué programación hay en tu club favorito el próximo día que salgas de fiesta?
  - ¿Cómo dejarías tu opinión en el foro?
  - ¿Qué harías si estuvieras interesado/a en colaborar con culturanocturna.com?
  - ¿Puedes encontrar una noticia que se haya publicado hace una semana?
- Navegación por placer.

Lanzamiento

El lanzamiento del sitio web no es un evento aislado que se alcanza en el momento en el que el sitio está preparado, sino que requiere un conjunto de actividades y de preparación. En los momentos previos al lanzamiento, es necesario un extenso proceso que nos garantice la calidad y en el lanzamiento deben evaluarse una diversidad de elementos críticos. Tras el lanzamiento, deberemos promover y mantener el sitio y continuar evaluando su ejecución.

Pre-lanzamiento

En el diseño web se dice que es más probable encontrar el Santo Grial que una web que cumpla con la fecha de lanzamiento. Por esa razón, entre otras, se incluye en la planificación del desarrollo del proyecto un tiempo añadido para tratar con situaciones inesperadas que seguramente acontecerán.

- Registro del nombre de dominio

Uno de los pasos cruciales en la planificación es asegurarse que hemos seleccionado y registrado el nombre de dominio antes del lanzamiento. Elegiremos el nombre de domino .com, ya que los navegadores por defecto se dirigen al .com cuando se omite la extensión. Además, considerando posibles alternativas, registraremos los siguientes nombres de dominio: *culturanocturna.com*, *culturanocturna.net*, *cultura-nocturna.com* y *culturanocturna.org*.

- Garantía de calidad

Los procesos de garantía de calidad tendrán lugar durante el proceso de producción.

- Test con regresión: Significa volver a efectuar un test después de efectuar cambios para la resolución de un error. Verifica dos cosas, que el cambio que se ha hecho soluciona el problema identificado y que el cambio no deshace nada más en el proceso.
- La introducción de nuevos problemas puede ser minimizada si se documentan los cambios hechos y los tests ejecutados.

- Test basado en la tarea: Examinaremos y comprobaremos que las tareas que han sido definidas pueden llevarse a cabo satisfactoriamente. Bosquejaremos una lista formal de las tareas y los resultados que deberían alcanzar los usuarios.
- Test de código: Revisión del código y de la capacidad del servidor para cumplir los requisitos tecnológicos.
- Test de carga: Comprobaremos los tiempos de respuesta del sistema.

- Severidad de los errores

Un objetivo común para un lanzamiento sin errores consiste en eliminar todos los problemas de objetivo crítico (*mission-critical*), que son fatales porque no permiten alcanzar la meta del usuario (por ejemplo, la ausencia de un botón enviar), eliminar la mayoría de los problemas moderados, que son problemas que permiten realizar la tarea pero con obstáculos (por ejemplo, que el botón enviar se llame 'ok') y tantos problemas menores como podamos permitirnos (no causan obstáculo, como por ejemplo que el botón esté mal alineado).

Tipos de errores que nos solemos encontrar y que en nuestro caso intentamos solucionar:

- Errores estéticos: Problemas de carga de imágenes, fallos en el alineamiento, problemas de legibilidad, colores, tipos y distribución de la presentación.
- Errores estructurales: Diseños estructurales con relación a la Arquitectura de la Información como, por ejemplo, llegar a páginas sin vínculos de salida o la ausencia de un vínculo desde reportajes a fotos.
- Errores de plataforma: Aparecen sólo en hardware específico, sistemas operativos o configuraciones de navegadores diferentes.
- Errores de código como, por ejemplo, un mal calculo del precio total.

Realizamos además una evaluación automática con la ayuda de software especializado que detecte problemas elementales, como pueden ser tamaños de fuentes y de tablas absolutos, formato de los textos, tamaño de las páginas, tiempos de descarga o encontrar enlaces rotos.

- Lanzamiento

Una vez realizados y pasados con éxito los tests anteriores, durante la etapa de lanzamiento cumplimos los siguientes pasos:

- Chequeo del nombre de dominio final para asegurarnos que el encaminamiento DNS funciona correctamente.
- Copiar los ficheros en la plataforma servidor.
- Realizar un chequeo final de la funcionalidad. Direcciones de correo, formularios, interacciones con las bases de datos, tiempos de descarga, etc.
- Revisar la lista de control de post-producción, que permite testar decisiva y rápidamente la calidad del HTML en el que se basa la página.

- Promoción del sitio web

Y finalmente, procedemos a realizar una serie de actividades dedicadas a la promoción del sitio, pues no debemos olvidar que el principal objetivo es que los usuarios sean capaces de encontrar nuestro sitio cuando naveguen por Internet.

Para ello, en nuestro caso describiremos el sitio de acuerdo a las necesidades de información de los usuarios para incrementar las oportunidades de que nuestro sitio aparezca en las listas de los motores de búsqueda:

- Colocamos palabras claves en sitios cruciales dentro de las páginas web para que los buscadores puedan encontrar fácilmente esta información y extraerla. El título de la página es lo más importante pero no olvidamos utilizar palabras claves en los primeros párrafos de la página web.
- Simplificamos la indexación del sitio con el uso de *metatags*. Los más importantes son el título, la descripción y algunas palabras clave.
- Intercambiamos enlaces con otros sitios afines, especialmente aquellos cuya temática extienda la de culturanocturna.com. Esta es la mejor forma de mejorar la posición en las respuestas, ya que los buscadores más importantes usan la estructura de enlaces para jerarquizar sus resultados.

La HT-GC aplicada al proyecto

Finalmente, para terminar con el detalle del proyecto del sitio web culturanocturna.com se visualiza (figura pv_38) la Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración del MPIu+a, que muestra el seguimiento del proyecto y a partir de la cual será posible calcular el Esfuerzo de Usabilidad del proyecto realizado.

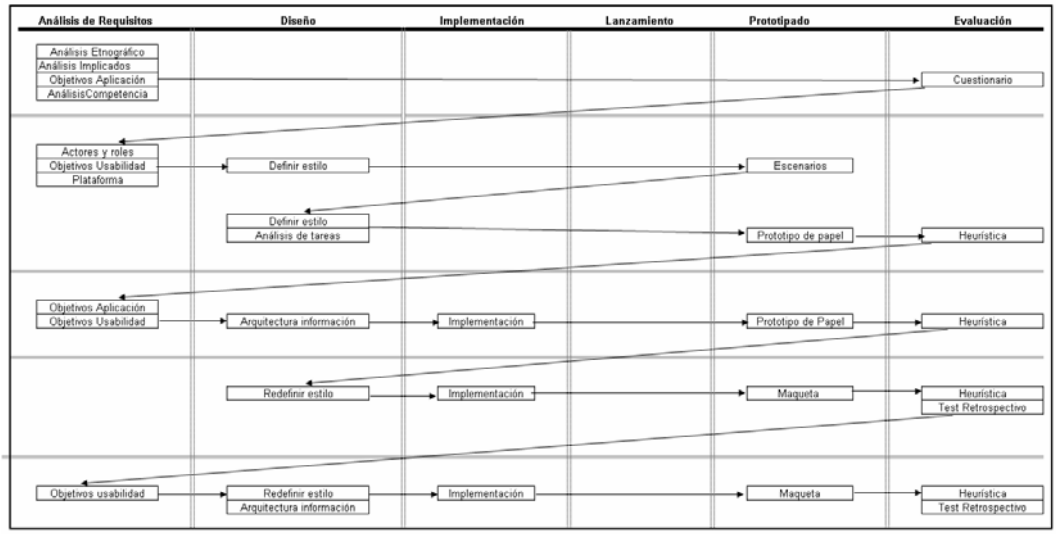


Figura pv_38: HT-GC del proyecto culturanocturna.com

ANEXO CÁLCULO DEL EU EN ALGUNOS DE LOS CASOS REALES REFERENCIADOS

A lo largo de todo el documento repetida y deliberadamente se ha mencionado que una de las principales aportaciones de este trabajo es la experimentación. Experimentación basada en una serie de casos reales expuestos en la introducción y continuamente referenciados en forma de ejemplos que demuestran la aplicación de una amplia variedad de técnicas y métodos evaluados. En el anexo anterior incluso se han detallado algunos de los mencionados proyectos.

Por otra parte, cuando en el Capítulo 5 se han explicado las características principales del Modelo de Proceso MPIu+a hemos presentado la Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración, HT-GC, cómo una herramienta que nos permite gestionar el cambio a lo largo de la evolución del proyecto.

Y, derivado de esta HT-GC también hemos visto el concepto del Esfuerzo de Usabilidad, EU, que se presenta cómo una propuesta novedosa ubicada en el terreno de las métricas de usabilidad que muestra un enfoque dirigido al proceso y no al producto, como tradicionalmente se ha venido haciendo. Además del concepto hemos visto cómo procedemos para calcular su valor para un determinado proyecto y las principales conclusiones que se han extraído cuando se ha estudiado este EU en los casos prácticos mencionados.

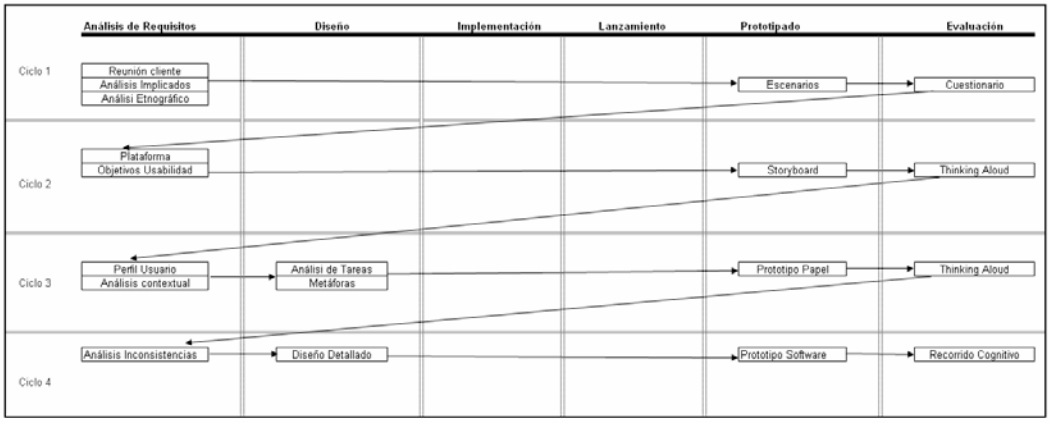
La tabla c5_18 que resume los cálculos realizados en diez de los diecisiete[117] casos reales estudiados ha servido para obtener las conclusiones detalladas en el Capítulo 5, y en el anexo actual se muestran los pasos y los cálculos realizados en cada uno de los casos reflejados en la mencionada tabla. Para cada proyecto se va a mostrar la HT-GC, el EU y la tabla que muestra los cómputos realizados para calcular el Coste económico de cada proyecto.

Veamos a continuación estos datos para cada proyecto:

[117] Motivos cómo la inmadurez del Moldeo de Proceso, el desconocimiento de algunas de las técnicas relacionadas e incluso la poca efectividad durante la gestión de algunos de los proyectos conllevan que no ha sido posible aplicar de manera eficiente el cálculo del Esfuerzo de Usabilidad en todos los proyectos realizados. Concretamente siete de los proyectos relacionados, aunque se han aplicado las técnicas del Modelo de Proceso, no se reflejan en la tabla.

La Cafetería

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Cafetería**

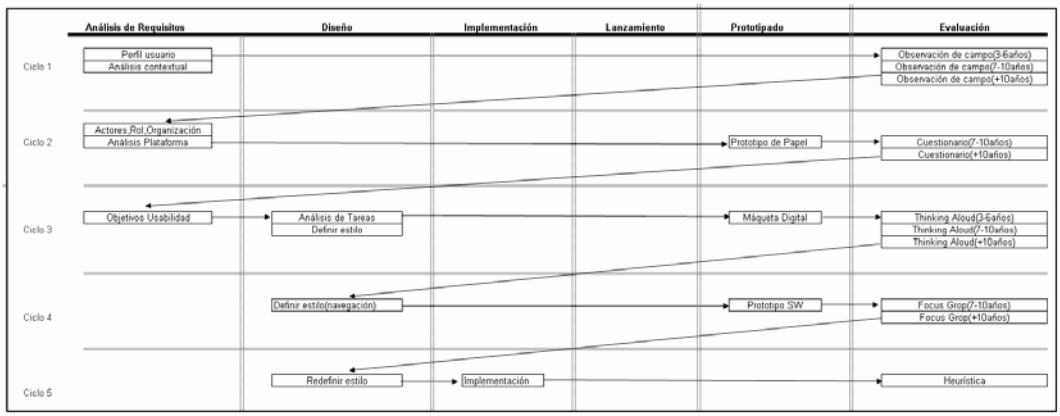
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Cuestionario	A.Requisitos	100	7	50	1	50	2	100	100	1	Escenarios	0	300
2	Thinking Aloud	A.Requisitos	100	4	80	-	-	2	50	100	1	Storyboard	100	330
3	Thinking Aloud	Diseño	100	4	80	-	-	2	50	100	1	Prot.Papel	100	330
4	Rec.Cognitivo	Diseño	100	4	75	-	-	2	50	100	1	Prot.Sw	100	325
													Total=	**1285**

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Cafetería						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Ana. Req.)	Reunión cliente	3	2	6	1	63
R (Ana. Req.)	Análisis Implicados	5	2	10	1	
R (Ana. Req.)	Análisi etnográfico	6	2	12	1	
P (Prototipado)	Escenarios	5	1	5	1	
E (Evaluación)	Cuestionario	15	2	30	1	
R (Ana. Req.)	Análisis plataforma	5	1	5	2	43
R (Ana. Req.)	Objetivos usabilidad	10	2	20	2	
P (Prototipado)	Storyboard	10	1	10	2	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	2	8	2	
R (Ana. Req.)	Perfil usuario	10	1	10	3	73
R (Ana. Req.)	Análisis contextual	10	1	10	3	
D(diseño)	Descripción de tareas	15	2	30	3	
D(diseño)	Metáforas	10	1	10	3	
P (Prototipado)	Prototipo de papel	5	1	5	3	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	2	8	3	
R (Ana. Req.)	Análisis inconsistencias	4	2	8	4	82
D(diseño)	Diseño detallado	15	2	30	4	
P (Prototipado)	Prototipo Sw	16	2	32	4	
E (Evaluación)	Rec. Cognitivo	6	2	12	4	
					Total (horas)=	**261**
					Total (€)=	**5.220 €**

Infants Paeria

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Infants Paeria**

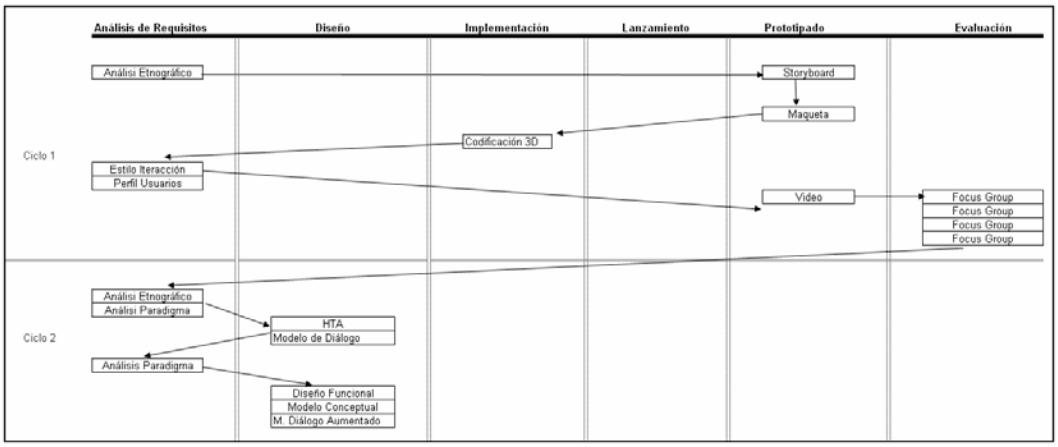
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipado		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1.1	Obs de Campo	A.Requisitos	100	8	75	1	50	1	100	100	1	-	0	325
1.2	Obs de Campo	A.Requisitos	100	10	75	1	50	1	100	100	1	-	0	162,5
1.3	Obs de Campo	A.Requisitos	100	10	75	1	50	1	100	100	1	-	0	81,25
2.1	Cuestionario	A.Requisitos	100	12	75	1	50	1	100	100	1	Prot.Papel	0	325
2.2	Cuestionario	A.Requisitos	100	14	75	1	50	1	100	100	1	Prot.Papel	0	162,5
3.1	Thinking Aloud	Diseño	100	3	80	1	40	1	40	100	1	Maqueta	100	360
3.2	Thinking Aloud	Diseño	100	4	80	1	40	1	40	100	1	Maqueta	100	180
3.3	Thinking Aloud	Diseño	100	3	80	1	40	1	40	100	1	Maqueta	100	90
4.1	Focus Group	Diseño	80	7	100	1	40	1	40	100	1	Prot.Sw	100	360
4.2	Focus Group	Diseño	80	8	100	1	40	1	40	100	1	Prot.Sw	100	180
5	Heurística	Implementación	75	-	-	1	-	2	50	100	1	SW	100	225
													Total=	**2451,25**

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Infants Paeria						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Requisitos)	Perfil usuario	10	1	10	1	48
R (Requisitos)	Análisis contextual	2	1	2	1	
E (Evaluación)	Observación de campo	6	2	12	1	
E (Evaluación)	Observación de campo	6	2	12	1	
E (Evaluación)	Observación de campo	6	2	12	1	
R (Requisitos)	ctores,Rol,organizació	5	1	5	2	75
R (Requisitos)	Plataforma	5	1	5	2	
P (Prototipado)	Prot. Papel	5	1	5	2	
E (Evaluación)	Cuestionario	15	2	30	2	
E (Evaluación)	Cuestionario	15	2	30	2	
R (Requisitos)	Objetivos usabilidad	10	2	20	3	159
D(diseño)	HTA	15	1	15	3	
D(diseño)	Definir estilo	25	2	50	3	
P (Prototipado)	Maqueta Digital	25	2	50	3	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	2	8	3	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	2	8	3	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	2	8	3	
D(diseño)	Definir estilo	25	2	50	4	94
P (Prototipado)	Prototipo de Sw	16	2	32	4	
E (Evaluación)	Focus Grup	3	2	6	4	
E (Evaluación)	Focus Grup	3	2	6	4	
D(diseño)	Redefinir Estil	25	2	50	5	702
I (Implementación)	Codificación	640	1	640	5	
E (Evaluación)	Heurística	4	3	12	5	
					Total (horas)=	**1078**
					Total (€)=	**21.560 €**

Vilars RA

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Vilars Realidad Aumentada**

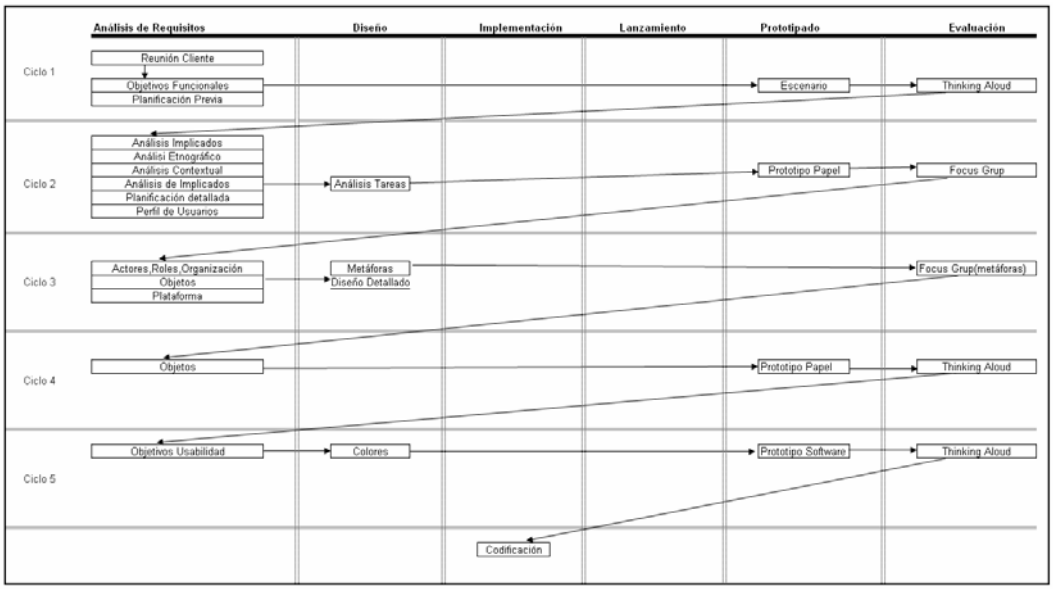
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1.1	Focus Group	A.Requisitos	80	7	100	2	80	1	40	100	1	Video	100	400
1.2	Focus Group	A.Requisitos	80	7	100	2	80	1	40	100	1	Video	100	200
1.3	Focus Group	A.Requisitos	80	7	100	2	80	1	40	100	1	Video	100	100
1.4	Focus Group	A.Requisitos	80	7	100	2	80	1	40	100	1	Video	100	50
													Total= 750	

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Vilars Realidad Aumentada						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R	Análisis etnográfico	6	2	12	1	648
P	Storyboard	20	1	20	1	
P	Maqueta	10	2	20	1	
I	Codificación(vilars 3D)	200	2	400	1	
R	Estilo iteracción	25	2	50	1	
R	Perfil usuarios	10	1	10	1	
P	Video	40	1	40	1	
A	Focus Grup	8	3	24	1	
A	Focus Grup	8	3	24	1	
A	Focus Grup	8	3	24	1	
A	Focus Grup	8	3	24	1	
R	Análisis etnográfico	6	2	12	2	157
R	Análisis Paradigma	10	2	20	2	
D	HTA	15	1	15	2	
D	Modelo diálogo	15	1	15	2	
R	Análisis nuevo paradigma	10	2	20	2	
D	Diseño funcional	25	2	50	2	
D	Modelo Conceptual	10	1	10	2	
D	Modelo diálogo aumentado	15	1	15	2	
					Total (horas)=	**805**
					Total (€)=	**16.100 €**

Comerciales empresa de prefabricados

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Comerciales empresa de prefabricados**

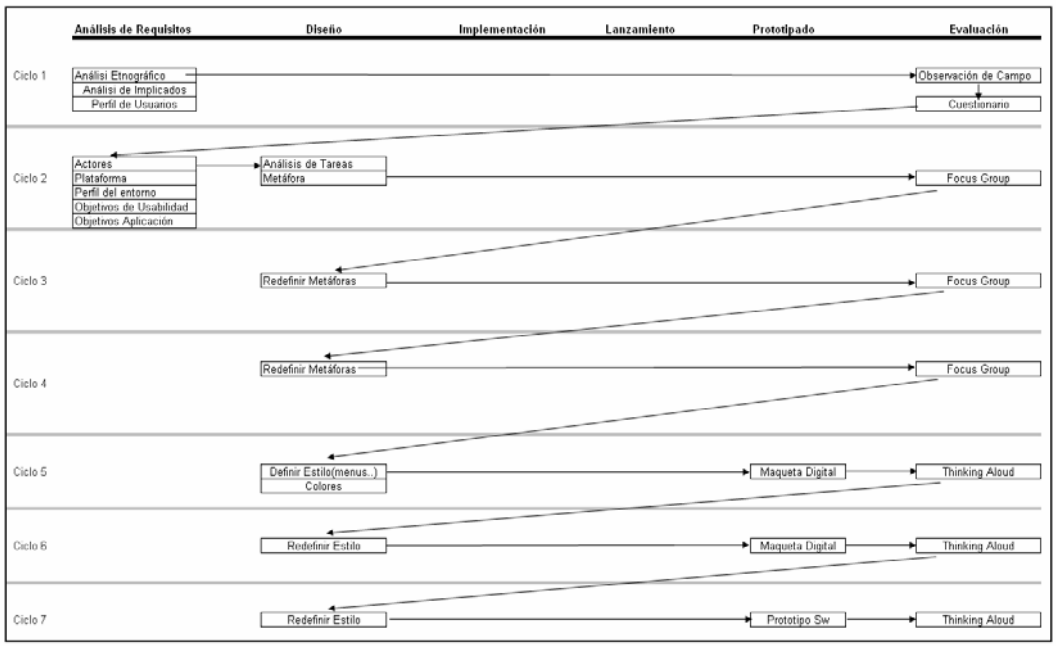
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Thinking Aloud	A.Requisitos	100	-	0	1	40	1	40	100	1	Escenario	100	280
2	Focus Group	Diseño	80	-	0	4	65	2	40	100	1	Prot.Papel	75	260
3	Focus Group	Diseño	80	8	100	2	40	2	40	100	1	-	-	260
4	Thinking Aloud	A.Requisitos	100	8	100	-	0	1	40	100	1	Prot.Papel	100	340
5	Thinking Aloud	Diseño	100	8	100	3	10	2	40	100	1	Prot.Sw	100	350
													Total= 1490	

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Comerciales empresa de prefabricados						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Ana. Req.)	Reunión cliente	3	2	6	1	49
R (Ana. Req.)	Objetivos generales	10	2	20	1	
R (Ana. Req.)	Planificación previa	5	2	10	1	
P (Prototipado)	Escenarios	5	1	5	1	
E (Evaluación)	Thinking aloud	4	2	8	1	
R (Ana. Req.)	Planificación detallada	5	2	10	2	97
R (Ana. Req.)	Análisis Implicados	5	2	10	2	
R (Ana. Req.)	Análisis etnográfico	6	2	12	2	
R (Ana. Req.)	Análisis Contextual	2	1	2	2	
R (Ana. Req.)	Perfil de usuarios	10	1	10	2	
D(diseño)	Análisis de tareas	15	2	30	2	
P (Prototipado)	Prototipo de papel	5	1	5	2	
E (Evaluación)	Focus Grup	3	6	18	2	
R (Ana. Req.)	Objetos	2	1	2	3	54
R (Ana. Req.)	Actores,Rol,Organización	5	1	5	3	
R (Ana. Req.)	Plataforma	5	1	5	3	
D(diseño)	Metáforas	10	1	10	3	
D(diseño)	Diseño detallado	10	2	20	3	
E (Evaluación)	Focus Grup	3	4	12	3	
R (Ana. Req.)	Refinar objetos	2	1	2	4	11
P (Prototipado)	Prototipo de papel	5	1	5	4	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	1	4	4	
R (Ana. Req.)	Objetivos de usabilidad	10	2	20	5	77
D(diseño)	Colores	10	1	10	5	
P (Prototipado)	Prototipo de sw	16	2	32	5	
E (Evaluación)	Thinking aloud	3	5	15	5	
I (Implementación)	Implementación	480	1	480	6	480
					Total (horas)=	**768**
					Total (€)=	**15.360 €**

Diputació de Lleida

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Diputació de Lleida**

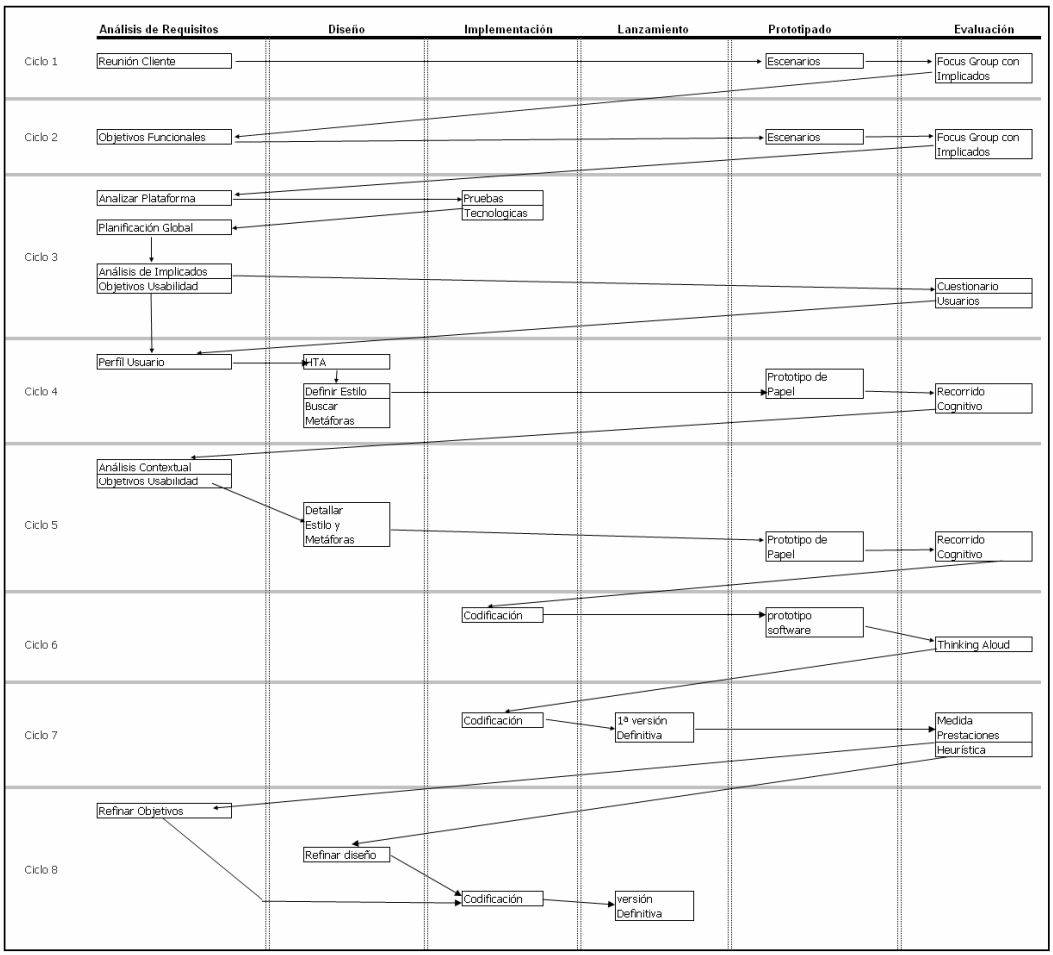
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1.1	Obs de Campo	A.Requisitos	100	15	80	2	50	1	100	100	1	-	0	330
1.2	Cuestionario	A.Requisitos	100	37	80	-	0	1	100	100	1	-	0	140
2	Focus Group	Diseño	80	7	100	1	40	1	40	100	1	-	0	260
3	Focus Group	Diseño	80	7	100	1	40	1	40	100	1	-	0	260
4	Focus Group	Diseño	80	7	100	1	40	1	40	100	1	-	0	260
5	Thinking Aloud	Diseño	100	8	100	2	65	2	40	100	1	Maqueta	100	405
6	Thinking Aloud	Diseño	100	8	100	2	65	2	40	100	1	Maqueta	100	405
7	Thinking Aloud	Diseño	100	-	0	2	65	2	40	100	1	Prot.Sw	100	305
													Total= 2365	

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Diputació de Lleida						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R	Analisis etnográfico	6	2	12	1	58
R	Analisis de implicados	3	1	3	1	
R	Perfil de usuario	10	1	10	1	
E	Observación de campo	6	3	18	1	
E	Cuestionario	15	1	15	1	
R	Actores	5	1	5	2	120
R	Plataforma	5	1	5	2	
R	Perfil del entorno	4	1	4	2	
R	Objetivos usabilidad	10	2	20	2	
R	Objetivos aplicación	10	2	20	2	
D	Metáforas	10	2	20	2	
D	Análisi de tareas	15	2	30	2	
E	Focus grup	8	2	16	2	
D	Redefinir metáforas	10	1	10	3	26
E	Focus grup	8	2	16	3	
D	Redefinir metáforas	10	1	10	4	26
E	Focus grup	8	2	16	4	
D	Definir Estilo	25	2	50	5	146
D	Colores	10	1	10	5	
P	Maqueta digital	25	2	50	5	
A	Thinking aloud	4	4	16	5	
D	Redefinir estilo	10	2	20	6	
P	Maqueta digital	25	2	50	6	66
E	Thinking aloud	4	4	16	6	
D	Redefinir estilo	10	2	20	7	96
P	Prototipo sw	30	2	60	7	
E	Thinking aloud	4	4	16	7	
					Total (horas)=	**538**
					Total (€)=	**10.760 €**

Entorno de Recepción ("Pantalla")

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Entorno de Recepción Ubicuo ("Pantalla")**

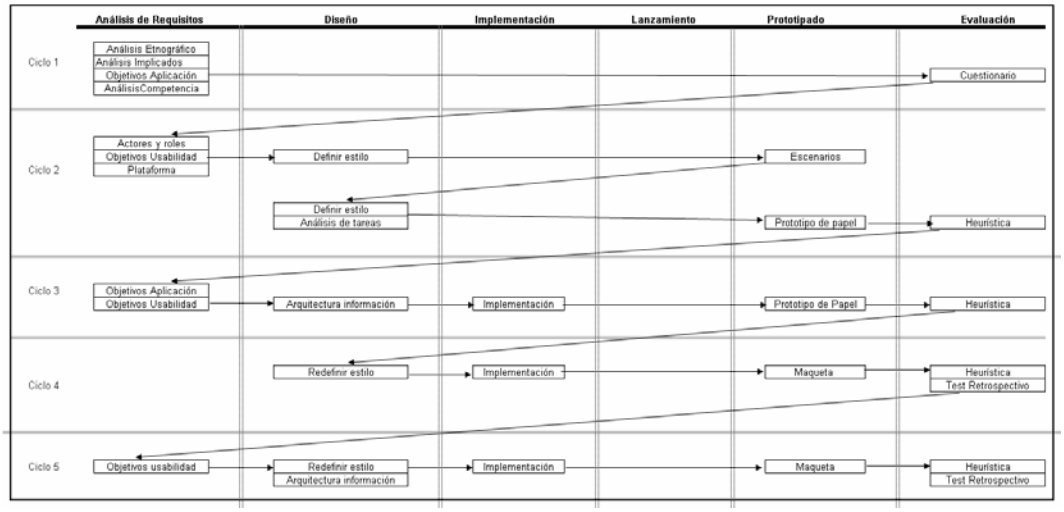
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Focus Group	A.Requisitos	80	1	80	4	65	1	40	100	1	escenario	75	340
2	Focus Group	A.Requisitos	80	1	80	4	65	1	40	100	1	escenario	75	340
3	Cuestionario	A.Requisitos	100	1	50	-	0	1	100	100	1	escenario	75	325
4	Rec.Cognitivo	Diseño	100	1	50	-	0	1	50	100	1	prot.papel	100	300
5	Rec.Cognitivo	Diseño	100	1	50	-	0	1	50	100	1	prot.papel	100	300
6	Thinking Aloud	Codificación	100	1	80	1	40	1	40	100	1	prot. Sw	100	360
7.1	Med.Prestaciones	Lanzamiento	100	1	80	1	40	1	40	100	1	prot. sw	100	360
7.2	Heurística	Lanzamiento	100	-	0	-	0	3	75	100	1	sw	100	137,5
													Total= 2462,5	

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Entorno de Recepción Ubicuo ("Pantalla")						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Ana. Req.)	Reunión cliente	3	2	6	1	26
P (Prototipado)	Escenarios	5	1	5	1	
E (Evaluación)	Focus Group	3	5	15	1	
R (Ana. Req.)	Objetivos funcionales	5	2	10	2	30
P (Prototipado)	Escenarios	5	1	5	2	
E (Evaluación)	Focus Grup	3	5	15	2	
R (Ana. Req.)	Analisis Plataforma	5	1	5	3	87
I (Implementación)	Pruebas tecnológicas	4	3	12	3	
R (Ana. Req.)	Planificación global	5	2	10	3	
R (Ana. Req.)	Análisis de implicados	5	2	10	3	
R (Ana. Req.)	Objetivos usabilidad	10	2	20	3	
E (Evaluación)	Cuestionario	15	2	30	3	
R (Ana. Req.)	Perfil de usuario	10	1	10	4	102
D(diseño)	HTA	15	1	15	4	
D(diseño)	Definir estilo	25	2	50	4	
D(diseño)	Metáforas	10	1	10	4	
P (Prototipado)	Prototipo de papel	5	1	5	4	
E (Evaluación)	Recorrido cognitivo	6	2	12	4	
R (Ana. Req.)	Análisis Contextual	2	1	2	5	59
R (Ana. Req.)	Objectivos usabilidad	10	2	20	5	
D(diseño)	Metáforas i estilo detallados	10	2	20	5	
P (Prototipado)	Prototipo de papel	5	1	5	5	
E (Evaluación)	Recorrido cognitivo	6	2	12	5	
I (Implementación)	Codificación	320	1	320	6	360
P (Prototipado)	Prototipo de Sw	16	2	32	6	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	2	8	6	
I (Implementación)	Codificación	320	1	320	7	374
L (Lanzamiento)	Primera versión	16	2	32	7	
E (Evaluación)	Medida prestaciones	5	2	10	7	
E (Evaluación)	Heurística	4	3	12	7	
I (Implementación)	Codificación	320	1	320	8	352
L (Lanzamiento)	Versión definitiva	16	2	32	8	
					Total (horas)=	**1390**
					Total (€)=	**27.800 €**

culturanocturna.com

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Culturanocturna.com**

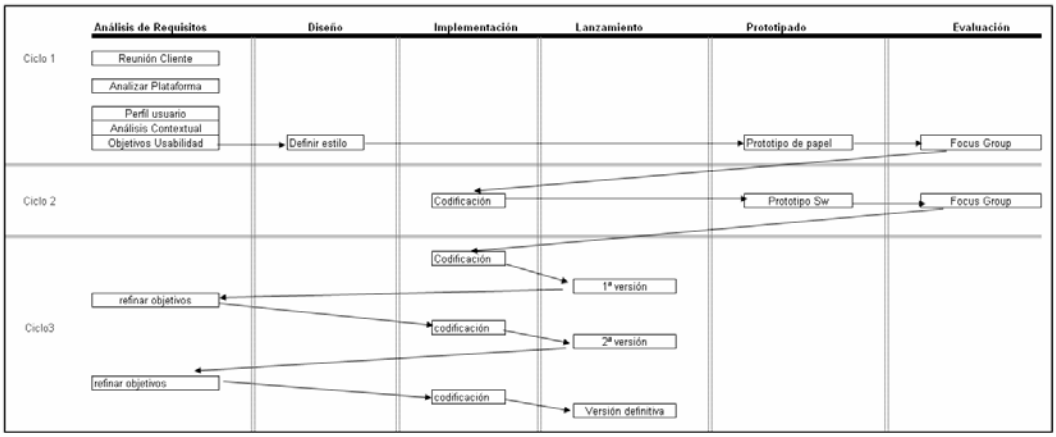
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipado		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Cuestionario	A.Requisitos	100	10	50	-	0	1	100	100	1	-	0	250
2	Heurística	Diseño	50	-	0	-	0	3	50	100	1	Prot.Papel	20	120
3	Heurística	Implementación	75	-	0	-	0	3	50	100	1	Prot.Papel	20	145
4.1	Heurística	Implementación	75	-	0	-	0	3	50	100	1	Maqueta	20	145
4.2	Test Retrospectivo	Implementación	50	3	80	1	40	1	40	100	1	Maqueta	0	105
5.1	Heurística	Implementación	75	-	0	-	0	3	50	100	1	Maqueta	20	145
5.2	Test Retrospectivo	Implementación	50	5	80	1	40	1	40	100	1	Maqueta	0	105
													Total=	**1015**

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Cultura nocturna						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Requisitos)	Analisis etnográfico	6	2	12	1	64
R (Requisitos)	Analisis de implicados	3	1	3	1	
R (Requisitos)	Objectivos Aplicación	10	2	20	1	
R (Requisitos)	Analisi Competencia	7	2	14	1	
E (Evaluación)	Cuestionario	15	1	15	1	
R (Requisitos)	Actores,Rol,organización	5	1	5	2	137
R (Requisitos)	Objetivos usabilidad	10	2	20	2	
R (Requisitos)	Plataforma	5	1	5	2	
D(diseño)	Definir estilo	25	2	50	2	
P (Prototipado)	Escenarios	5	1	5	2	
D(diseño)	Redefinir estilo	10	2	20	2	
D(diseño)	HTA	15	1	15	2	
P (Prototipado)	Prot. Papel	5	1	5	2	
E (Evaluación)	Heurística	4	3	12	2	
R (Requisitos)	Objectivos Aplicación	5	2	10	3	207
R (Requisitos)	Objetivos usabilidad	5	2	10	3	
D(diseño)	Arquitectura información	10	1	10	3	
I (Implementación)	Implementación	160	1	160	3	
P (Prototipado)	Prot. Papel	5	1	5	3	
E (Evaluación)	Heurística	4	3	12	3	
D(diseño)	Redefinir estilo	10	2	20	4	250
I (Implementación)	Implementación	160	1	160	4	
P (Prototipado)	Maqueta Digital	25	2	50	4	
E (Evaluación)	Heurística	4	3	12	4	
E (Evaluación)	Test con usuarios	4	2	8	4	
R (Requisitos)	Objetivos usabilidad	5	2	10	5	270
D(diseño)	Redefinir estilo	10	2	20	5	
D(diseño)	Arquitectura información	10	1	10	5	
I (Implementación)	Implementación	160	1	160	5	
P (Prototipado)	Maqueta Digital	25	2	50	5	
E (Evaluación)	Heurística	4	3	12	5	
E (Evaluación)	Test con usuarios	4	2	8	5	
					Total =	**928**
					Total (€)=	**18.560 €**

Servicios Personales del Ayuntamiento de Lleida

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Servicios Personales de la Paeria de Lleida**

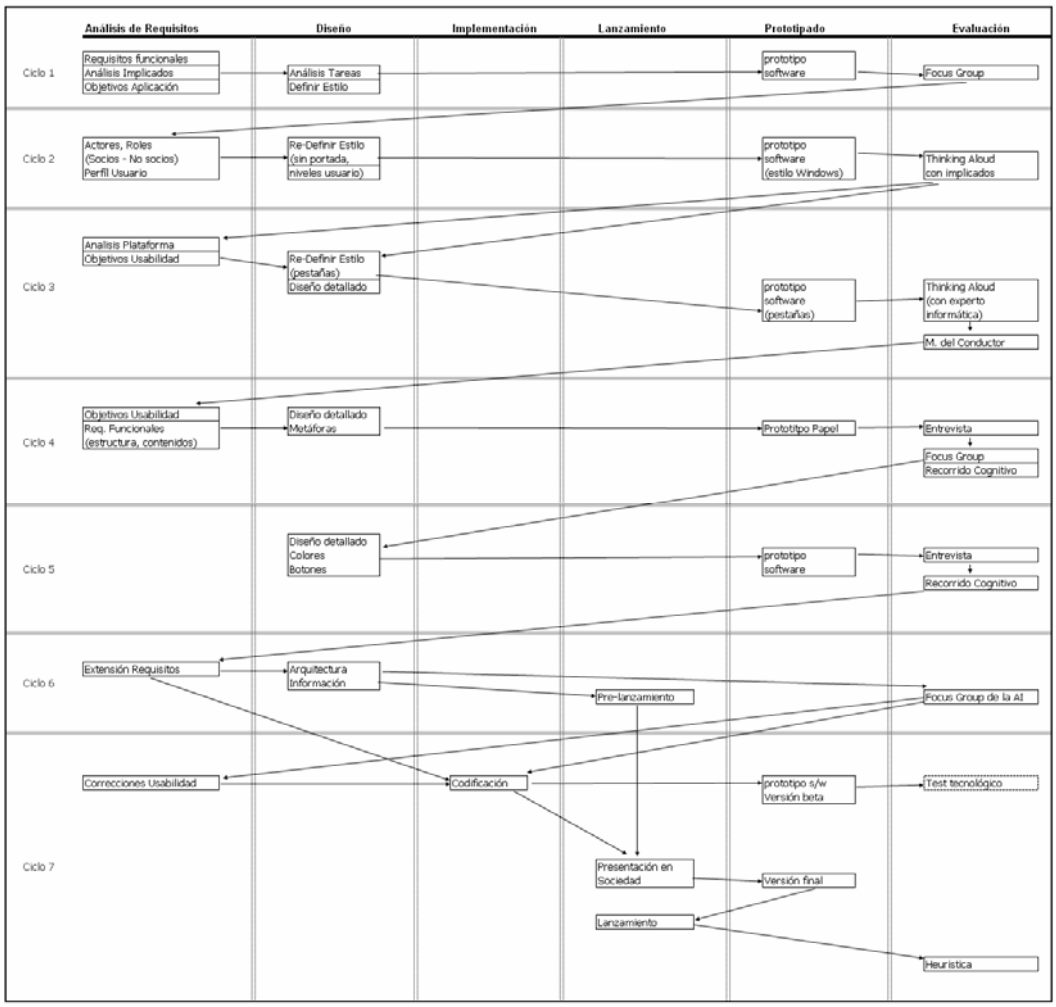
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Focus Grup	A.Requisitos	80	7	100	9	70	1	40	100	1	Escenario	75	365
2	Focus Grup	Diseño	80	7	100	9	70	1	40	100	1	Prototipo sw	100	390
													Total=	**755**

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Servicios Personales de la Paeria de Lleida						
	actividad	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Requisitos)	Reunión cliente	2	2	4	1	98
R (Requisitos)	Plataforma	5	1	5	1	
R (Requisitos)	Perfil usuario	10	1	10	1	
R (Requisitos)	Análisis contextual	2	1	2	1	
R (Requisitos)	Objetivos usabilidad	10	2	20	1	
D (Diseño)	Definir estilo	25	2	50	1	
P (Prototipado)	Prot. Papel	5	1	5	1	
E (Evaluación)	Focus Group	2	1	2	1	
I (Implementación)	Codificación	120	1	120	2	142
P (Prototipado)	Prot. Software	10	2	20	2	
E (Evaluación)	Focus Group	2	1	2	2	
I (Implementación)	Codificación	120	1	120	3	380
L (Lanzamiento)	Versión 1ª	2	2	4	3	
R (Requisitos)	Refinar Objetivos	2	2	4	3	
I (Implementación)	Codificación	120	1	120	3	
L (Lanzamiento)	Versión 2ª	2	2	4	3	
R (Requisitos)	Refinar Objetivos	2	2	4	3	
I (Implementación)	Codificación	120	1	120	3	
L (Lanzamiento)	Instalar Versión Def.	2	2	4	3	
					Total (horas)=	**620**
					Total (€)=	**12.400 €**

Centre Excursionista de Lleida

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Centre Excursionista de Lleida (CEL)**

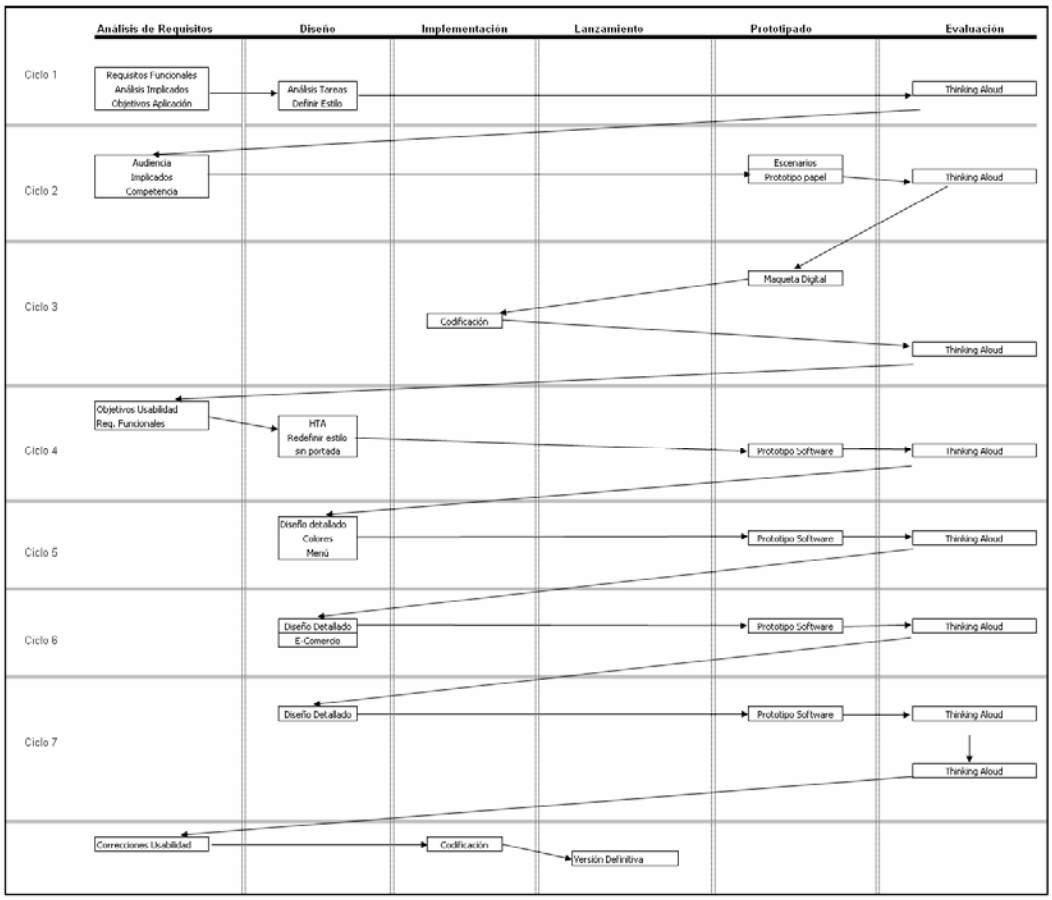
Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Focus Grup	A.Requisitos	80	4	80	2	40	1	40	100	1	Prototipo Sw	100	340
2	Thinking Aloud	Diseño	100	1	80	2	40	1	40	100	1	Prototipo Sw	100	360
3.1	Thinking Aloud	Diseño	100	-	0	1	40	1	40	100	1	Prototipo Sw	100	140
3.2	Conductor	Diseño	100	4	80	-	0	1	40	100	1	Prototipo Sw	100	80
4.1	Entrevista	Diseño	100	4	50	1	50	1	100	100	1	Prototipo papel	0	300
4.2	Focus Group	Diseño	100	1	80	2	40	1	40	100	1	Prototipo papel	75	167,5
4.3	Rec.Cognitivo	Diseño	100	1	50	2	0	1	50	100	1	Prototipo papel	100	75
5.1	Entrevista	Diseño	50	1	50	2	50	1	100	100	1	-	0	250
5.2	Rec.Cognitivo	Diseño	100	7	80	-	0	3	50	100	1	Software	100	165
6	Focus Group	Diseño	80	1	80	2	40	1	40	100	1	-	0	240
7	Heurística	Lanzamiento	100	-	0	-	0	3	75	100	1	Software	100	275
													Total=	**2392,5**

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Centre Excursionista de Lleida (CEL)						
	actividades	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**horas/ciclo**
R (Ana. Req.)	Obj Funcionales	5	2	10	1	158
R (Ana. Req.)	Ana. Implicados	10	2	20	1	
R (Ana. Req.)	Obj Aplicación	5	2	10	1	
D(diseño)	Analisis tareas	15	2	30	1	
D (Diseño)	Definir Estilo	25	2	50	1	
P (Prototipado)	Prot. S/W horiz	16	2	32	1	
E (Evaluación)	Focus Group	2	3	6	1	
R (Ana. Req.)	Perfil Usuario	5	1	5	2	99
D (Diseño)	Redefinir Estilo	25	2	50	2	
P (Prototipado)	Prot. S/W horiz	16	2	32	2	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	2	
R (Ana. Req.)	Plataforma	5	1	5	3	111
R (Ana. Req.)	Objetivos Usabilidad	4	2	8	3	
D (Diseño)	Redefinir Estilo	25	2	50	3	
D (Diseño)	Diseño detallado	20	1	20		
P (Prototipado)	Prot. S/W horiz	16	2	32	3	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	3	
E (Evaluación)	Metodo Conductor	4	1	4	3	
R (Ana. Req.)	Obj Funcionales	5	2	10	4	85
R (Ana. Req.)	Objetivos Usabilidad	4	2	8	4	
D (Diseño)	Metáforas	5	1	5	4	
P (Prototipado)	Prot. Papel	10	1	10	4	
E (Evaluación)	entrevista	8	2	16	4	
E (Evaluación)	Rec. Cognitivo	4	3	12	4	
E (Evaluación)	focus grup	8	3	24	4	
D (Diseño)	Definir Estilo(colores..)	10	2	20	5	119
P (Prototipado)	Prot. S/W horiz	16	2	32	5	
E (Evaluación)	Entrevista	5	3	15	5	
E (Evaluación)	Rec. Cognitivo	4	3	12	5	
D(diseño)	Arquitectura información	15	1	15	6	31
E (Evaluación)	Focus Group	8	2	16	6	
R (Ana. Req.)	Correc. Usabilidad	10	2	20	7	554
I (Implementación)	Implementación	240	2	480	7	
L (Lanzamiento)	Instalar Versión Def.	16	2	32	7	
E (Evaluación)	Heurística (preparación)	10	1	10	7	
E (Evaluación)	Heurística (realización)	4	3	12	7	
					Total (horas)=	**1157**
					Total (€)=	**23.140 €**

Tienda on-line (e-commerce)

a) La Hoja de Trabajo de la Gestión de la Configuración.



b) El cálculo del Esfuerzo de Usabilidad.

Proyecto: **Tienda on-line (comercio electrónico)**

Ciclo	Evaluación	Fase		Usuarios		Implicados		Evaluadores		Completitud		Prototipo		Sub-Total
		Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	Valor	Resultado	
1	Thinking Aloud	Diseño	100	6	100	1	40	1	40	100	1	-	0	280
2	Thinking Aloud	Diseño	100	1	80	2	40	2	40	100	1	Prot.Papel	100	360
3	Thinking Aloud	Codificación	100	1	80	2	40	2	40	100	1	Maqueta Digital	100	360
4	Thinking Aloud	Diseño	100	2	80	1	40	3	40	100	1	Prot. Sw	100	360
5	Thinking Aloud	Diseño	100	1	80	2	40	2	40	100	1	Prot. Sw	100	360
6	Thinking Aloud	Diseño	100	2	80	2	40	3	40	100	1	Prot. Sw	100	360
7.1	Thinking Aloud	Diseño	100	2	80	2	40	3	40	100	1	Prot. Sw	100	360
7.2	Thinking Aloud	Diseño	100	1	80	2	40	2	40	100	1	Prot. Sw	100	180
													Total=	**2620**

c) El cálculo de las horas invertidas y el coste económico del proyecto.

Tienda on-line (comercio electrónico)						
	actividades	**horas**	**personas**	**total horas**	**ciclo**	**Horas/ciclo**
R (Ana. Req.)	Req funcionales	5	2	10	1	121
R (Ana. Req.)	Análisis Implicados	3	1	3	1	
R (Ana. Req.)	Objectivos Aplicación	10	2	20	1	
D(diseño)	Análisis Tareas	15	2	30	1	
D(diseño)	Definir Estilo	25	2	50	1	
Evaluación	Thinking Aloud	4	2	8	1	
R (Ana. Req.)	Audiencia	10	1	10	2	49
P (Prototipado)	Escenarios	5	1	5	2	
R (Ana. Req.)	Implicados	3	1	3	2	
R (Ana. Req.)	Competencia	7	2	14	2	
P (Prototipado)	Prototip de Papel	5	1	5	2	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	2	
P (Prototipado)	Maqueta Digital	25	2	50	3	302
I(Implementación	Codificación	240	1	240	3	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	3	
R (Ana. Req.)	Objectivos usabilidad	10	2	20	4	139
R (Ana. Req.)	Req funcionales	5	2	10	4	
D(diseño)	HTA	15	1	15	4	
D(diseño)	Redefinir Estilo	25	2	50	4	
P (Prototipado)	Prototipo SW	16	2	32	4	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	4	
D(diseño)	Diseño detallado	20	2	40	5	88
P (Prototipado)	Prototipo SW	16	2	32	5	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	4	16	5	
D(diseño)	Diseño detallado	25	2	50	6	94
P (Prototipado)	Prototipo SW	16	2	32	6	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	6	
D(diseño)	Diseño detallado	20	2	40	7	100
P (Prototipado)	Prototipo SW	16	2	32	7	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	4	16	7	
E (Evaluación)	Thinking Aloud	4	3	12	7	
R (Ana. Req.)	Correcciones Usabilidad	10	2	20	8	292
I(Implementación	Codificación	240	1	240	8	
Lanzamiento	Versión Definitiva	16	2	32	8	
					Total (horas)=	**1185**
					Total (€)=	**23.700 €**

REFERENCIAS

[ANE03] ANECA (2003). *Resultados del proceso de evaluación de los programas de doctorado presentados a la convocatoria para la obtención de la Mención de Calidad.* Disponible en: http://www.aneca.es/modal_eval/results_pdc_0503.html.

[ANN67] Annett, J.; Duncan, K. (1967). *Task analysis and training in design.* Occupational Psychology, núm. 41.

[ABA02a] Abascal, J. (2002). *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*, Capítulo 7 dedicado a la Accesibilidad. Asociación Interacción Persona-Ordenador, AIPO.

[ABA02b] Abascal, J. (2002). *Interacción Persona-Computador y Discapacidad*, Revista Minusval, número especial dedicado a la "Discapacidad y las Nuevas Tecnologías" (junio, 2002-págs. 18-21). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

[ABA03] Abascal, J. (2003). *Accesibilidad a Interfaces Móviles para Computación Ubicua Relativa al Contexto.* Tendencias actuales en la IPO: accesibilidad, adaptabilidad y nuevos paradigmas. XIII Escuela de Verano Univ. Castilla-La Mancha.

[ABA98] Abascal, J. (1998). *Presentación de monografía sobre "Informática y discapacidades".* Novática núm. 136.

[AIM03] AIMC (2003). *Navegantes en la Red.* Quinta encuesta AIMC a usuarios de Internet. Enero 2003. Disponible en: http://www.aimc.es/aimc.php?izq=audiencia.swf&op=uno&pag_html=si&dch=03internet/internet2.pdf

[ALB03] Alba Pastor, C.; Zubillaga del Río, A.; Ruiz Moreno, N. (2003). *Educación Superior y discapacidad: Accesibilidad de las páginas web de las universidades estatales.* Comunicación y Pedagogía, 188, 25-30.

[ALB87] Albers, J. (1987). *Interaction of Color.* Yale Univ Pr., revised edition.

[ALR94] Alreck, P.L.; Settle, R.B. (1994). *The Survey Research Handbook.* McGraw-Hill Trade; 2nd edition (December 1, 1994).

[ALV03] Alva, M.E.; Martinez, A.B.; Cueva, J.M. (2003). *Usabilidad: Medición a través de métodos y herramientas.* Interacción 2003, Vigo. AIPO.

[AND95] Anderson, J.R. (1995). *Cognitive Psychology and its implications.* NY.

[APPDIS] Discapacidad en Apple: http://www.apple.com/disability/

[ATX02] Atxondo, S.; Casanovas, J.; Guersenzvaig, A. (2002). *Proyecto Intranet La Caixa 2002.* Sesión de apertura del Congreso Interacción 2003 (Vigo).

[BAB86] Babich, W. (1986). *Software Configuration Management.* Addison-Wesley.

[BAI02] Bailey, R.; Molich, R.; Dumas, J.; Spool J.M. (2002). *Usability in Practice: Formative Usability Evaluations.* CHI2002 Proceedings. ACM.

[BAL01] Balaguer, A.; Lorés, J.; Junyent, E.; Ferré, G. (2001). *Scenario based design of augmented reality systems applied to cultural heritage.* Proc. of Intl. PC-HCI 2001. Patras, Grecia.

[BAR03] Bartek, V.; Cheatham, D. (2003). *Experience remote usability testing, Part 1: Examine study results on the benefits and downside of remote usability testing.* Disponible en: http://www-106.ibm.com/developerworks/library/wa-rmusts1/

[BAT99] Battey, J. (1999). *IBM's redesign results in a kinder, simpler Web site.* Revista InfoWorld (April 19, 1999). Disponible en: http://www.infoworld.com/cgi-bin/displayStat.pl?/pageone/opinions/hotsites/hotextra990419.htm

[BEN84] Bennet, J. (1984). *Managing to meet usability requirements.* En Visual Display Terminals: Usability Issues and Health Concerns. Prentice-Hall.

[BEN98] Benway, J.P. (1998). *Banner blinders: the irony of attention grabbing on the World Wide Web.* Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society.

[BEV00a] Bevan, N. (2000). *Cost benefit analysis.* ESPRIT Project 28015 TRUMP: Trial Usability Maturity Process. Document D3.0 Version 1.1 (8-Sep-00).

[BEV00b] Bevan, N. (2000). *Basic methods for User Centred Design.* Cost-effective User Centred Design. Disponible en: http://www.usability.serco.com/trump/methods/recommended/stakeholder.htm

[BEV03] Bevan, N. (2003). *UsabilityNet Methods for User Centred Design. Human-Computer Interaction: theory and Practice (volume 1).* Lawrence Erlbaum Associates. Para ampliar información: http://www.usabilitynet.org/tools/13407stds.htm

[BEV91] Bevan, N.; Kirakowsky, J.; Maissel, J. (1991). *What is Usability.* Proceedings of 4th Intl. Conference on HCI (September 1991).

[BEV94] Bevan, N.; Macleod, M. (1994). *Usability measurement in context.* National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, UK. Behaviour and Information Technology, 13, 132-145.

[BEV95] Bevan, N. (1995). *Measuring Usability as Quality of Use.* Software Quality Journal, 4, 115-150.

[BEV98] Bevan, N.; Curson I. 1998). *Planning and Implementing User-Centred Design.* CHI98 Tutorial (ACM).

[BEY98] Beyer, H.; Holtzblatt, K. (1998). *Contextual Design. Defining Customer-Centered Systems.* Morgan Kaufmann, San Francisco.

[BEV99] Bevan, N. (1999). *Quality in Use: Meeting User Needs for Quality.* Journal of System and Software. Research Manager at Serco Usability Services.

[BHO90] Bhola, H. S. (1990). *Evaluating "Literacy for development" projects, programs and campaigns: Evaluation planning, design and implementation, and utilization of evaluation results.* Hamburg, Germany; Bonn, Germany; UNESCO Institute for Education German Foundation for International Development.

[BIA94a] Bias, R. G.; Mayhew, D. J. (1994). *Cost-Justifying Usability.* Academic Press, New York, NY.

[BIA94b] Bias, R.G. (1994). *The Pluralistic Usability walkthrough: coordinated empathies.* In [NIE94a].

[BOH01] Bohem, B.; Grünbacher P.; Briggs, R.O. (2001). *EasyWinWin: A Groupware-Supported Methodology For Requirements Negotiation.* IEEE 2001.

[BOH78] Bohem, B.; Brown, J.R.; Kaspar, H.; Lipow, M.; McLeod, G.; Merritt, M. (1978). *Characteristics of Software Quality.* North Holland.

[BOH88] Bohem, B. (1988). *A Spiral Model of Software Development and Enhancement.* Computer, May 1988, págs. 61-72.

[BOH91] Bohem, B. (1991). *Software risk management: principles and practices.* IEEE software, vol. 8, núm. 1, págs. 32-42.

[BOH98] Bohem, B. (1991). *Software risk management: principles and practices.* IEEE software, vol. 8, núm. 1, págs. 32-42, 1991.

[BOI03] Boivie, I.; Gulliksen, J.; Göransson, B. (2003). *It´s all in a days work of a software engineer.* Human-Computer Interaction: theory and Practice (volume 1). Lawrence Erlbaum Associates.

[BOO99] Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. (1999). *The Unified Modeling Language User Guide.* Addison-Wesley.

[BRI02] Brink, T.; Gergle, D.; Wood, S.D. (2002). *Design web sites that work: Usability for the Web.* Morgan-Kaufmann.

[BRO95] Brooks, F. (1995). *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering.* Anniversary ed. Reading, MA: MIT Press (1995).

[BRO97] Brock, S.A.; Steven, L.E. (1997). *Handbook of Usability Principles.* Center for Learning, Instruction, & Performance Technologies. San Diego State University.

[BUB93] Bubenko, J. (1993). *Extending the scope of information modelling.* Proceedings 4th International Workshop on the Deductive Approach to Information Systems and Databases.

[CAM92] Campi, I. (1992). *Què és el disseny?.* Columna Edicions, Barcelona. ISBN 84-664-0051-6.

[CAÑ01a] Cañas, J.J.; Antolí, A.; Quesada, J.F. (2001). *The role of working memory on measuring mental models of physical systems.* Psicológica, Intl. Journal of Methodology and Experimental psychology (vol. 22, 25-42).

[CAÑ01b] Cañas, J.J.; Waern, Y. (2001). *Ergonomía Cognitiva: Aspectos psicologícos de la interacción de las personas con la tecnología de la información.* Editorial Médica Panamericana.

[CAÑ94] Cañas, J.J.; Bajo, M.T.; Gonzalvo, P. (1994). *Mental Models and computer programming.* Intl. Journal of Human-Computer Studies, 40, 795-811.

[CAR00] Carroll, J. (2000). *Making use: Scenario-based design of human-computer interactions.* MIT Press.

[CAR83] Card, S.K.; Moran, T.P.; Newell, A. (1983). *The Psychology of Human-Computer Interaction.* Lawrence Erlbaum Associates.

[CAR91] Card, S. K.; Robertson, G. G.; Mackinlay, J. D. (1991). *The information visualizer: An information workspace.* Proc. ACM CHI'91 Conf. (New Orleans, LA, 28 April-2 May), págs. 181-188.

[CBU97] U.S. Census Bureau (1997). *Americans With Disabilities*. Disponible en: http://www.census.gov/hhes/www/disable/sipp/disable97.html.

[CE02] Comisión Europea (2002). *Hacia la Europa basada en el conocimiento. La Unión Europea y la sociedad de la información.* CE: Dirección General de Prensa y Comunicación.

[CHI87] Chin, J.P.; Diehl, V.A.; Norman, K. (1987). *Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface.* Proc. ACM CHI '88, Washington, págs. 213-218.

[CHISE] CHISE Bridge website: https://securedoc.gi.polymtl.ca/mdesmarais/CHISE/index.shtml.

[CON01] Constantine, L. L. (ed.) (2001). *Beyond Chaos: The Expert Edge in Managing Software Development.* Boston: Addison-Wesley.

[CON03] Constantine, L. L.; Windl, H. (2003). *Usage-Centered Design: Scalability and Integration with Software Engineering.* Human-Computer Interaction: theory and Practice (volume 1). Lawrence Erlbaum Associates.

[CON99] Constantine, L.L.; Loockwood L.A.D. (1999). *Software for Use: A Practical guide to the Models and Methods of Usage-Centered Design.* Addison-Wesley.

[CTTe] *Concur Task Trees Environment* web site: http://giove.cnuce.cnr.it/ctte.html

[DEC02] Declaración de Madrid: *"No Discriminación+Acción Positiva=Integración"*. Congreso Europeo sobre las personas con discpacidad. Madrid (marzo 2003).

[DFA] Enlaces a tres sitios web de organizaciones relacionadas con el diseño para todos: http://www.design4all.org, http://is4all.ics.forth.gr, http://www.designforall.org

[DIA04] Diaper, D. (2004). *Understanding Task Analysis for Human-Computer Interaction.* In Diaper, D.; Stanton, N. (eds.) (2004) The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction, págs. 5-47. LEA.

[DIX03] Dix, A.; Ramduny, D., Rayson P.; Onditi, V.; Sommerville, I.; Mackenzie, A. (2003). *Finding Decisions Trhough Artefacts.* Human-Computer Interaction: theory and Practice (volume 1). Lawrence Erlbaum Associates.

[DIX04] Dix, A. ; Finlay, J. ; Abowd, G. ; Beale R. (2004). *Human-Computer Interaction.* Pearson Education Ltd. (3rd edition).

[DIX93] Dix, A. ; Finlay, J. ; Abowd, G. ; Beale R. (1993). *Human-Computer Interaction.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (1rst edition).

[DIX98] Dix, A. ; Finlay, J. ; Abowd, G. ; Beale R. (1998). *Human-Computer Interaction.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (2nd edition).

[DON01] Donahue, G. M. (2001). *Usability and the bottom line.* IEEE Software, 18, 1, págs.31-37.

[DUB83] Dubois, P; Hagelstein, J.; Rifaut, A. (1989). *Formal Requirements Engineering with ERAE.* Philips Journal of Research 43.

[DUB99] Dubois, E.; Nigay, L. (1999). *Design Space for Augmented Surgery, an Augmented Reality Case Study.* Proceedings of INTERACT '99, Sasse A. & Johnson C. Eds., IFIP IOS Press Publ.

[DUM93] Dumas, J.S.; Redish, J.C. (1993). *A practical guide to usability testing.* Norwood: Ablex Publishing Corporation.

[DUR00] Durán, A. (2000). *Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información.* Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

[DUR02] Durán, A. (2002). *Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software (v2.3).* Informe Técnico LSI-2000-10 basado en la tesis doctoral del mismo autor [DUR00]. Universidad de Sevilla.

[DUR03] Durán, F. (2003). *Internet: Realmente una herramienta de cambio social?.* Conferencia Orientada a Docentes, Estudiantes y Directivos del Valencia Community Collage disponible en: http://www.colombialink.com/federicoduran_art01.html

[DRA04] Dray, S.; Siegel, D. (2004). *Remote possibilities?: international usability testing at a distance.* Interactions, V. 11, issue 2, march+april 2004, págs. 10-17. ACM Press.

[DRA95] Dray, S. (1995). *The Importance of Designing Usable Systems.* Interactions, V. 2, issue 1 (January 1995), págs. 17-20. ACM Press.

[EAS87] Eason, K. (1987). *Information Technology and Organisational Change*K Taylor and Francis.

[ECD90] European Council Directive (1990). 31990L0270 Council Directive 90/270/EEC of 29 May 1990 on the minimum safety and health requirements for work with display screen equipment (fifth individual Directive within the meaning of Article 16 (1) of Directive 89/391/EEC) Official Journal L 156 , 21/06/1990, págs. 0014-0018.

[EEU00] Commission of the European Communities (2000). *eEurope 2002: An Information Society For All Action Plan.* Disponible en: http://europa.eu.int/information_society/eeurope/2002/action_plan/index_en.htm.

[EEU02] Commission of the European Communities (2002). *eEurope 2005: An information society for all.* Disponible en: http://europa.eu.int/information_society/eeurope

[EGE01] Egea, C.; Sarabia, S. (2001). *Experiencias de la Aplicación en España de la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías.* Real Patronato sobre Discapacidad.

Documento disponible en:
http://usuarios.discapnet.es/disweb2000/CIDDM/ciddm.htm

[ELW95] Elwert, T.; Schlungbaum, E. (1995). *Modelling and Generation of Graphical User Interfaces in the TADEUS Approach.* In Design, Specification and Verification of Interactive Systems'95. Springer, Wien, 1995, 193-208.

[FAU00] Faulkner, X.; Culwin, F. (2000). *Enter the Usability Engineer: Integrating HCI and Software Engineering.* ACM 2000.

[FOR01] Forbrig, P; Seffah, A. (2001) —organizers—. *Software and Usability Engineering Cross-Pollination: A Roadmap for Integrating Usability in Software Engineering.* Workshop Interact'2001, Japan, 9-13 July, 2001.

[FUC97] Fuccella, J. (1997). *Using user centered design methods to create and design usable Web sites.* Proceedings of the 15th annual ACM international conference on Computer documentation (págs. 69-77).

[FUN01] Funredes, Unión Latina (2001). *El lugar que ocupan las lenguas latinas en Internet. Edición 2001.* Estudio realizado entre agosto 2000 y junio 2001. Disponible en: http://www.unilat.org/dtil/LI/2001/es/index.htm

[FRE84] Freeman, R.E. (1984). *Strategic Management: A stakeholder approach.* Pitman, Boston.

[GAF99] Gaffney, G. (1999). *Usability Techniques series: Participatory design workshops.* Information & Design.

[GAL96] Galdo del, E. M.; Nielsen, J. (Eds.) (1996). *International User Interfaces.* John Wiley & Sons, New York.

[GAR03] Garrido, J. L. (2003). *AMENITIES: Una metodología para el desarrollo de sistemas cooperativos basada en modelos de comportamiento y tareas.* Tesis doctoral. Dpto. de LSI, Universidad de Granada.

[GAR97] Garton, L.; Haythornthwaite, C.; Wellman, B. (1997). *Studying on-line socialnetworks.* Journal of Computer Mediated Communication. Available and re-reviewed on April 2002 at: http://ascusc.org/jcmc/vol3/issue1/garton.html

[GCH87] Gadiner, M.; Christie, B. (1987). *Applying Cognitive Psychology to User-Interface Design.* Wiley Series in Information Processing.

[GED99] Gediga, G. et al. (1999). *The IsoMetrics usability inventory: An operationalisation of ISO 9241/10.* Institut für Evaluation und Marktanalysen (Germany).

[GEN83] Gentner, D.; Stevens, A.L. (1983). *Mental Models.* Hillsdale: NJ: LEA.

[GIB93] Gibbs, S. (1993). *Video Widgets and Video Actors.* ACM Symposium on UI Software and Technology.

[GIL03] Gilbert, C.C. (2003). *Documents as Prototypes: Designing Written Drafts for Communication across Cross-Disciplinary Teams.* IEEE Transactions on Professional Communication, vol. 46.4, 2003. Disponible en: http://www.cowboyboo.com/writing/

[GIL84] Gilb, T. (1984). *The Impact Analysis Table applied to human factors design.* Proceedings of the 1st IFIP Conference on HCI-INTERACT '84 (Amsterdam).

[GIL88] Gilb, T. (1988). *Principles of Software Engineering Management.* Addison-Wesley.

[GOL79] Goldberg, A.; Robson D. (1979). *A metaphor for user interface design.* Proceedings of the 12th Hawaii International Conference on System Sciences, núm. 1, 148-157.

[GOO86] Good, M.; Spine, T.M.; Whiteside, J.; George, P. (1986). *User-derived impact analysis as a tool for usability engineering.* Proceedings of Human Factors in Computing Systems. CHI'86. NY: ACM.

[GRA02a] Granollers, T.; Lorés, J.; Raimat, G; Junyent, E.; Tartera, E. (2002). *Vilars. A new dialogue model applying Augmented Reality.* Proceedings of DSV-IS 2002 Internacional Workshop: Design, Specification, and Verification of Interactive Systems, Rostock (Germany).

[GRA02b] Granollers, T.; Lorés, J. Perdrix F. (2002). *MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad. Integración de la ingeniería del Software y la de la Usabilidad.* Proceedings of the Workshop de investigación sobre nuevos paradigmas de interacción en entornos colaborativos aplicados a la gestión y difusión del Patrimonio cultural, COLINE'02. Granada, Spain, November 11-12, 2002. Disponible en: http://www.ii.uam.es/~rcobos/investigacion/intro.htm

[GRA03a] Granollers, T.; Lorés, J.; Perdrix F. (2003). *Aplicación del Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad a entornos Web.* Poster. Proceedings of Interacción 2003, Vigo.

[GRA03b] Granollers, T.; Lorés, J.; Perdrix F. (2003). *Usability Engineering Process Model. Integration with Software Engineering.* Proceedings of HCI International 2003. Creta (Grecia).

[GRA03c] Granollers, T.; Lorés, J.; Solà, J., Rubió, X. (2003). *Developing a Ubiquitous reception-hall using the User-Centred design Usability Engineering Process Model.* Proceedings of HCI International 2003. Creta (Grecia).

[GRA03d] Granollers, T. (2003). *User Centred Design Process Model. Integration of Usability Engineering and Software Engineering.* Proceedings of INTERACT 2003 (Doctoral Consortium), Zurich (Suiza).

[GRA04a] Granollers, T.; Lorés, J. (2004). *Esfuerzo de Usabilidad: un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo basada en el Diseño Centrado en el Usuario.* Interacción 2004, Lleida. AIPO.

[GRA04b] Granollers, T.; Perdrix, F.; Lorés, J. (2004). *Incorporación de Usuarios en la Evaluación de la Usabilidad por Recorrido Cognitivo.* Interacción 2004, Lleida. AIPO.

[GRU91] Grudin, J. (1991). *Interactive systems: Bridging the gaps between developers and users.* Computer, vol. 24 núm. 4, 59-69.

[GUL03] Gulliksen, J.; Göransson, B. (2003). *Usability Design: Integrating User-Centred Systems Design in the Software Development Process.* Proceedings of INTERACT 2003, Zurich (Suiza), September 2003. Tutorial (pág. 1025).

[HAG00] Hagedorn, K. (2000). *The Information Architecture Glossary.* Argus Associates.

[HAM92] Hammontree, M.; Hendrickson, J. J.; Hensley, B. W. (1992). *Integrated data capture and analysis tools for research and testing on graphical user interfaces.* CHI'92, ACM Press, págs. 431-432.

[HAR03] Harning, M.B.; Vanderdonckt, J. (2003). *Closing the Gaps: Software Engineering and Human-Computer Interaction.* Published by Université catholique de Louvain, Institut d'Administration et de Gestion (IAG) on behalf of the International Federation for Information Processing (IFIP). Working Paper WP 89. IFIP 2003.

[HEW87] Hewett, S. (1987). *The use of thinking-out-loud and protocol analysis in development of a process model of interactive data-base searching.* Proc. IFIP Interact'87.

[HEW97] Hewett, T; Baecker, R.; Card, S.; Carey, T.; Gasen, J.; Mantei, M.; Perlman, G.; Strong, G.; Verplank, W. (1997). *Curricula for Human-Computer Interaction.* ACM SIGCHI. Disponible en: http://www.acm.org/sigchi/cdg

[HIX93] Hix, D.; Harston, H. Rex. (1993). *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product & Process.* John Wiley and Sons.

[HOF96] Hoft, N. (1996). *Developing a cultural model.* In [GAL96] págs. 41-73.

[HOF97] Hofstede, G. (1997). *Cultures and Organizations: Software of the Mind.* McGraw-Hill (2nd ed.).

[HOL95] Holyoak, K. J.; Thagard, P. (1995). *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought.* Cambridge, MA. MIT Press.

[HOR02] Nornbæk, K.; Frøkjær, E. (2002). *Evaluating User Interfaces with Metaphor of Human Thinking.* Proceedings of 7th ERCIM Workshop "User Interfaces for ALL", LNCS, Springer-Verlag (págs. 486-507).

[HOR03] Nornbæk, K.; Frøkjær, E. (2003). *Metaphors of Human Thinking: A New Tool in User Interface Design and Evaluation.* Proceedings of INTERACT 2003, Zurich (Suiza), págs. 781-784.

[IBMEOUa] IBM-Easy of Use web Site: http://www-3.ibm.com/ibm/easy

[IBMEOUb] IBM-Easy of Use web Site. *A business problem-a business opportunity*. Disponible en: http://www-3.ibm.com/ibm/easy/eou_ext.nsf/Publish/2025

[ICF] Internacional Classification of Functioning, Disability and Health. Disponible en: http://www3.who.int/icf/icftemplate.cfm

[IEE93] IEEE Standards Collection (1993). *Software Engineering, IEEE Standard 610.12-1990.* IEEE.

[IEE98] IEEE Standar for Software Quality Assurance Plans (1998). *IEEE Std. 730-1998 (revision of IEEE Std. 730-1989).*

[INC94] Ince, D. (1994). *ISO 9001 and Software Quality Assurance.* McGraw-Hill.

[INE99] Instituto Nacional de Estadística (1999). *Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de la Salud 1999.* Disponible en: http://www.ine.es/discapa/discapamenu.htm

[INF03] Sitio web del *Plan de Acción INFO XXI*: http://www.infoxxi.es

[ISO00] ISO 9001:2000 (2000). *Quality management systems – Requirements.*

[ISO01] International Standard (2001). *ISO/IEC 9126-1. Software engineering-Product quality-Part 1: Quality model.*

[ISO03] International Standard –Technical Specification– (2003). *ISO/TS 16071. Ergonomics of human-system interaction—Guidance on accessibility for human-computer interfaces.* Primera Edición 1-02-2003.

[ISO91a] International Standard (1991). *ISO/IEC 14598. Software engineering-Product Evaluation.*

[ISO91b] International Standard (1991). *ISO/IEC 9126. Software engineering-Product Quality.*

[ISO98] International Standard (1998). *ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)-Part 11: Guidance on usability.*

[ISO99] International Standard (1999). *ISO 13407. Human-centred design processes for interactive systems.*

[JAC93] Jacobson, I; Christerson, M.; Jonsson, P.; Övergaard, G. (1993). *Object-Oriented Software Enginneering: A Use Case Driven Approach.* Addisson-Wesley, 4ª ed.

[JEN96] Jensen, K. (1996). *Coluored Petri Nets-Basic Concepts, Analysis, Methods and Practical Use.* Springer Verlag (2nd edition june 1996).

[JOR98] Jordan P. (1998). *An Introduction to Usability.* Taylor and Francis, London.

[KAI95] Kaindl, H. (1995). *An integration of scenarios with their purposes in task modelling.* In G. M. Olson & S. Schuon (eds) Designing Interactive Systems: DIS 95 Conference Proceedings, Ann Arbor MI 23-25 August 1995 (págs. 227-235). ACM Press New York.

[KAZ03] Kazman, R.; Bass, L.; Bosch, J. (2003). *Bridging the Gaps Between Software Engineering and Human-Computer Interaction.* Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering (ICSE'03). IEEE Computer Society.

[KIE04] Kieras, D.E.; Santoro, T.P. (2004). *Computational GOMS Modeling of a Complex Team Task: Lessons Learned.* Proceedings of the 2004 conference on Human factors in computing systems. CHI 2004, Viena (Austria).

[KIE84] Kieras, D.E.; Bovair, S. (1984). *The role of mental model in learning to operate a device.* Cognitive Science, 8, págs. 255-273.

[KIR92] Kirakowski, J.; Porteous, M.; Corbett, M. (1992). *How to use the software usability measurement inventory: the user's view of software quality.* Proceedings of European Conference on Software Quality, 3-6 November 1992, Madrid.

[KIR93] Kirakowski, J.; Corbett, M. (1993). *SUMI: the Software Usability Measurement Inventory.* BJEdTech 24.3 210-214.

[KOT97] Kotonya, G.; Sommerville, I. (1997). *Requirements Engineering. Processes and Techniques.* JohnWiley.

[KRU00] Krug, S. (2000). *Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability.* New Riders.

[LAI03] Lai-Chong Law, E. (2003). *Bridging the HCI-SE Gap: Historical and Epistemological Perspectives.* In [HAR03].

[LAM91] Lamsweerde, A. van; Dardenne, A.; Delcourt, B.; Dubisy, F. (1991). *The KAOS Project: Knowledge Acquisition in Automated Specification of Software.* Proceedings AAAI Spring Symposium Series, Stanford University, American Association for Artificial Intelligence, March 1991, págs. 59-62.

[LAU92] Laurel, B. (1992). *The art of human-computer interface design.* Addison-Wesley, Reading, MA.

[LIF90] Life, M.A.; Narborough-Hall, C.S.; Hamilton, W.I. (1990). *Simulation and the User Interface.* Taylor and Francis, London, UK.

[LIN94] Lindgaard, G. (1994). *Usability testing and system evaluation.* London: Chapman & Hall.

[LIU03] Liu, Z.; Zhang, H.; Chen, J.; Zhang, L. (2003). *Promoting Usability Engineering in China.* Human-Computer Interaction: theory and Practice (volume 1). Lawrence Erlbaum Associates.

[LLO99] Llobera, J.R. (1999). *Manual d'Antropologia Social.* Ed. Pòrtic, s.a., colección Textos Universitaris. ISBN 84-7306-578-6.

[LOR02] Lorés, J. et al. (2002). *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador.* Asociación Interacción Persona-Ordenador, AIPO.

[LSS02] LEY 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico (LSSICE). Publicada en el BOE el 12 de julio de 2002 y entrando en vigor a los tres meses de su publicación (12 de octubre de 2002).

[LUN97] Lund, A.M. (1997). *Another approach to Justifying the cost of usability.* ACM Interactions, junio 1997.

[MAC92] Mack, R.; Burdett, R. (1992). *When novices elicit knowledge: Question asking in designing, evaluating and learning to use software.* In R. R. Hoffman (Ed.), The psychology of expertise: Cognitive research and empirical AI, 245-268. New York, Springer-Verlag.

[MAC94] MacCaulay, L. (1994). *Cooperative Requirements Capture: Control room 2000.* In Requirements Engineering: social and Technicl issues, Jirotka M and Goguen J. (eds.), Academic Press Ltd. London, 67-85.

[MAH98] Mahemoff, M.J.; Johnston, L.J. (1998). *Software Internationalisation: Implications for Requirements Engineering.* Proc. Of the third Australian Workshop on Requirementes Engineering, Deakin University, Geelong, págs. 83-90.

[MAR82] Marr, D. (1982). *Vision*. New York: Freeman.

[MAR96a] Marcus, A. (1996). *Icon and symbol design issues for graphical user interfaces.* In [GAL96] págs. 257-270.

[MAR96b] Marti, P. (1996). *HCI in Italy. Task-centred Design: Turning Task Modelling into Design.* ACM SIGCHI Bulletin, vol. 28 Issue 3, 65-70.

[MAR03a] Marcos, M. C. (2003). *Interacción persona-ordenador en las interfaces de recuperación de información*. Jornadas Españolas de Documentación (febrero 2003, Barcelona), págs. 463-476.

[MAR03b] Marcos, M. C. (2003). *Interacción persona-ordenador en las interfaces de recuperación de información: propuesta para el acceso por materias en los catálogos en línea.* Tesis doctoral. Septiembre 2003, Universidad de Zaragoza.

[MAR91] Martin, J. (1991). *Rapid application development*. Macmillan.

[MAY94] Mayhew, D. J.; Mantei, M. (1994). *A Basic Framework for Cost-justifying Usability Engineering.* In [BIA94a].

[MAY99] Mayhew, D.J. (1999). *The Usability Engineering Lifecycle: A practitioner's Handbook for User Interface Design*. Morgan Kaufman.

[MAZ94] Mazza, C.; Fairclough, J.; Melton, B.; De Pablo, D.; Scheffer, A.; Stevens, R. (1994). *Software Engineering Standards.* Prentice Hall, NY.

[McL96] McLuhan, M.; Powers, B.R. (1996). *La Aldea Global: Transformación en la vida y los medios de comunicación mundiales en el siglo XXI.* Ed. Gedisa, S.A.

[MICUS] Microsoft Usability Homepage: http://www.microsoft.com/usability/default.htm

[MIL03] Millán, J. del R. (2003). *Adaptive brain interfaces.* Communications of the ACM, to appear. Invited article, vol. 46, Issue 3, págs. 74-80.

[MIL56] Miller, G.A. (1956). *The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information.* Psychological Review, 63, págs. 81-97.

[MIL68] Miller, R. B. (1968). *Response time in man-computer conversational transactions.* Proc. AFIPS Fall Joint Computer Conference ,vol. 33, págs. 267-277.

[MKA00] MacKay, W. (2000). *Augmented Reality: Dangerous Liaisons or the Best of Both Worlds?*. Proceedings of DARE 2000, Designing Augmented Reality Environments, ACM.

[MOL90] Molich, R.; Nielsen, J. (1990). *Improving a human-computer dialogue.* Communications of the ACM, vol. 33, Issue 3.

[MOR00] Morville, P. (2000). *ACIA Conference Information Architecture 2000 (La Jolla, California).* Disponible en: http://argus-acia.com/strange_connections/strange007.html

[MOR81a] Moran, T. P. (1981). *The command language grammar: a representation for the user interface of interactive systems.* International Journal of Man-machine Studies, núm. 15, págs. 3-50.

[MOR81b] Moran, T.P. (1981). *An applied psychology of the user*. Comp. Surveys,13, págs. 1-11.

[MTA03] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (2003). *I Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012. Por un nuevo paradigma, el Diseño para Todos, hacia la plena igualdad de oportunidades*. IMSERSO. Julio 2003.

[MUE03] Mueller, J.P. (2003). *Accessibility for Everybody: Understanding the Section 508 Accessibility Requirements.* APress L.P.

[MUMMS] *MUMMS: Measuring the Usability of Multi-Media Systems*, web page at: http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/mumms/index.html

[MYE92] Myers, B.A.; Rosson, M.B. (1992). *Survey on user interface programming.* CHI'92 Conference Proceedings on Human Factors in Computing Systems (Bauersfeld, P., Bennett J.; Lynch G., ed.), págs. 195-202. ACM Press, Nueva York, NY.

[NEG94] Negroponte, N. (1994). *Being Digital.* Vintage books, Nueva York, NY.

[NEW95] Newman, W.M.; Lamming, M.G. (1995). *Interactive System Design.* Addison-Wesley.

[NIE00] Nielsen, J. (2000). *Designing Web Usability: The Practice of Simplicity.* New Riders Publishing, Indianapolis.

[NIE01a] Nielsen, J.; Thair, M. (2001). *Homepage Usability: 50 Websites Deconstructed.* New Riders Publishing, Indianapolis.

[NIE01b] Nielsen, J. (2001). *Did Poor Usability Kill E-Commerce?.* August, 2001 Jakob Nielsen's Alertbox. Disponible en http://www.useit.com/alertbox/20010819.html

[NIE02] Nielsen, J. (2002). *Top Ten Guidelines for Homepage Usability.* May, 2002 Jakob Nielsen's Alertbox. Disponible en: http://www.useit.com/alertbox/20020512.html

[NIE03a] Nielsen, J. (2003). *PR on Websites: Increasing Usability.* March, 2003 Jakob Nielsen's Alertbox. Disponible en: http://www.useit.com/alertbox/20030310.html.

[NIE03b] Nielsen, J.; Gilutz, S. (2003). *Usability Return on Investment.* Nielsen Norman Group. Estudio disponible (previo pago) en: http://www.NNgroup.com/reports/roi.

[NIE89] Nielsen, J. (1989). *Usability Engineering at a Discount.* Proceedings of the Third International Conference on Human-Computer Interaction, Boston, Mass.

[NIE93] Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering.* Academic Press Professional, Boston, MA.

[NIE94a] Nielsen, J.; Mack, R.L. (1994). *Usability Inspection Methods.* John Wiley & Sons, New York, NY.

[NIE94b] Nielsen, J. (1994). *Heuristic evaluation.* En [NIE94a].

[NIE94c] Nielsen, J. (1994). *Usability Labs.* Disponible en: http://www.useit.com/papers/uselabs.html

[NIE94d] Nielsen, J. (1994). *Response Times: The Three Important Limits.* Disponible en: http://www.useit.com/papers/responsetime.html

[NIE96] Nielsen, J. (1996). *Inverted Pyramids in Cyberspace.* Jakob Nielsen's Alertbox for June 1996. Disponible en: http://www.useit.com/alertbox/9606.html

[NIEheu] Nielsen, J. Artículos sobre la evaluación heurística disponibles en los siguientes enlaces web: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html y http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html

[NOR03] Norman, D.A. (2003). *Emotional Design: Why We Love (Or Hate) Everyday Things.* Basic Books.

[NOR86] Norman, D.A. (1986). *Cognitive engineering.* En D.A. Norman y S.W. Draper (Eds.), User Centred System Design. Hillsdale, N.J., Erlbaum.

[NOR90] Norman, D. (1990). *The design of everyday things.* Doubleday, Nueva York.

[NOR95] Norman, D. (1995). *Advanced TV Standards: Into the Future with Jaunty Air and an Anchor Around our Necks.* Disponible en : http://www.jnd.org/dn.mss/tv.html

[NOR99] Norman, D. (1999). *The invisible computer.* The MIT Press.

[OMA84] O'Malley, C.; Draper, S.; Riley, M. (1984). *Constructive interaction: A method for studying user-computer-user interaction.* Proceedings of Interact '84.

[PAC99] Public Accounts Committee of United Kingdom Parliament (1999). *Improving the Delivery of Government IT Projects*. Disponible en: http://www.publications.parliament.uk/pa/cm199900/cmselect/cmpubacc/65/6502.htm

[PAG02] Paganelli, L.; Paternò, F. (2002). *Intelligent analysis of user interactions with web applications*. Proc. of the 7th international conference on Intelligent User Interfaces, págs. 111-118.

[PAI80] Paivio, A. (1980). *Imagery and verbal process*. Holt, Rinehart and Winston.

[PAL03] Palanque, P.; Bastide, R. (2003). *UML for Interactive Systems: What is Missing*. In [HAR03].

[PAT02a] Paternó F. (2000). *Model-based design and evaluation of interactive application*. Springer-Verlag.

[PAT02b] Paternó, F. (2002). Comentario realizado por F. Paternó del artículo de Dan Diaper *Scenarios and Task Analysis* publicado en Interacting with Computers, vol. 14, Issue 4, págs. 407-409, Elsevier.

[PER03] Perdrix, F.; Granollers, T.; Lorés, J.; González, M. (2003). *Studying the Usability and Accessibility of a web site focused on children*. HCI International 2003. Creta (Grecia).

[PIN00a] Pinheiro da Silva, P. (2000). *User Interfase Declarative Models and development Environments: A Survey*. Proceedings of DSV-IS2000, vol. 1946 of LNCS (pag. 7-18), Toronto (Canada).

[PIN00b] Pinheiro da Silva, P.; Paton, N.W. (2000). *A UML-Based Design Environment for Interactive Applications*. In <<UML>> 2000 - The Unified Modeling Language: Advancing the Standard (3rd International Conference on the Unified Modeling Language, York, United Kingdom). LNCS, vol. 1939, págs. 117-132, Springer.

[PIN03] Pinheiro da Silva, P.; Paton, N.W. (2003). *Improving UML Support for User Interface Design: A Metric Asessment of UMLi*. Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering (ICSE'03). IEEE Computer Society (ver [KAZ03]).

[POH97] Pohl, K. (1997). *Requirements Engineering: An Overview*. Encyclopedia of Computer Science and Technology, 36. Disponible en http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/CREWS/reports96.htm

[POL00] Pollard, C.W. (2000). *The Soul of the Firm*. Zondervan.

[POU99] Pouloudi, A. (1999). *Stakeholder Analisys as a Front-End to Knowledge Elicitation*. At & Society, 11, págs. 122-137.

[PRE00a] Pressman, R. S. (2000). *Software Engineering*. McGraw-Hill (5ª Ed.).

[PRE00b] Preece, J. (2000). *Online communities: designing usability and supporting sociability*. John Wiley & Sons.

[PRE02] Preece, J.; Rogers, Y.; Sharp, H. (2002). *Interaction Design beyond human-computer interaction*. Wiley.

[PRE04] Preece, J. (2004). *Etiquette Online: From Nice to Necessary*. Communications of the ACM. V. 47 , issue 4, april 2004, págs. 56-61. Special Issue: Human-computer etiquette: managing expectations with intentional agents.

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

[PRE98] Pressman, R. S. (1998). *Software Engineering*. McGraw-Hill (4ª Ed.).

[PRU02] Bevan, N.; Claridge, N.; Athousaki, M.; Maguire, M.; Catarci, T.; Matarazzo, G.; Raiss, G. (2002). *PRUE European Project Final Report: Guide to specifying and evaluating usability as part of a contract.*Disponible en: http://www.usability.serco.com/prue/index.htm

[QUE01] Quesenbery, W. (2001). *What Does Usability Mean: Looking Beyond 'Ease of Use'*. Proceedings of the 48th Annual Conference, Society for Technical Communication. Disponible en http://www.wqusability.com/articles/more-than-ease-of-use.html

[QUI70] *QUIS: Questionnaire for User Interface Satisfaction.* Human Computer Interaction Lab, University of Maryland. Disponible en: http://www.lap.umd.edu/QUIS/index.html

[RED95] Redish, J. (1995). *Are we really entering a post-usability era?.* ACM SIGDOC Asterisk Journal of Computer Documentation, vol. 19 (1), págs. 18-24.

[REE96] Reeves, B.; Nass, C. (1996). *The media equation: how people treat computers, television and new media like real people and places.* Stanford CA/Cambridge: CLSI/Cambridge University Press.

[REK95] Rekimoto, J.; Katashi, N. (1995). *The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments.* Proceedings of UIST'95, ACM Press.

[RET94] Rettig, M. (1994). *Prototyping for Tiny Fingers.* Communications of the ACM, April 1994/Vol. 37, núm. 4, págs. 21-27.

[RIN01] Rindtorff, K.; Welsh, M. (2001): *Portales Internet para dispositivos de Computación Móvil y Pervasiva.* Novática núm. 153.

[ROB01] Roberston, J. (2001). *Intranet Design Series: Information design using card sorting.* Information & Design.

[ROD01] Rodeiro, J. (2001). *Representación y Análisis de la componente visual de la interfaz de usuario.* Tesis doctoral. Universidad de Vigo.

[ROS02a] Rosson, M.B.; Carroll, J.M. (2002). *Usability Engineering: scenario-based developement of HCI.* Morgan Kaufmann.

[ROS02b] Rosenfeld, L.; Morville, P. (2002). *Information Architecture for the World Wide Web.* O'Reilly (2nd ed.).

[ROS02c] Rosenfeld, L. (2002). *The Emergence of Information Architecture*, Yggdrasil, Sandefjord, Norge.

[RRP] Sitio web del software Racional RequisitePro http://www-306.ibm.com/software/awdtools/reqpro/

[RUD96] Rudd, J.; Stern, K.; Isensee, S. (1996). *Low vs. High-fidelity Prototyping Debate.* Interactions, January 1996. ACM.

[RUS02] Russell, S.; Norvig, P. (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach.* Prentice Hall; 2nd edition (December). Disponible en traducción al castellano.

[SAL94] Salant, P.; Dillman, D. (1994). *How to Conduct Your Own Survey.* John Wiley & Sons, NY.

[SCH91] Schneiderman, H.; Khosla, P. (1991). *Implementation of Traded and Shared Control Strategies Using a Tactile Sensor in Robotics and Remote Systems.* Proceedings of the 4th ANS Topical Meeting.

[SCH96] Schwartz, P. (1996). *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World.* Doubleday.

[SCH98] Scheneider, G.; Winters, J.P. (1998). *Applying Use Cases: a Practical Guide.* Addison-Wesley.

[SE508] US Government Standard. *Section 508 of the Rehabilitation Act: Electronic and Information Technology Accessibility Standards.* Disponible en el sitio web oficial del Gobierno Federal de EEUU: http://www.section508.gov

[SEI02] Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. Disponible en: http://www.sei.cmu.edu/programs/sepm/risk/principles.html

[SHA99] Sharp, H.; Finkelstein, A.; Galal, G. (1999). *Stakeholder Identification in the Requirements Engineering Process.* Proceedings of 10th International Workshop on Database & Expert Systems Applications. Florence, Italy (December).

[SHN83] Shneiderman, B. (1983). *Direct manipulation: a step beyond programming languages.* IEEE Computer, núm. 16, vol. 8, págs. 57-69.

[SHN92] Shneiderman, B. (1992). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction.* 2nd ed., Reading, MA: Addison-Wesley.

[SMEQ] Sitio web del cuestionario SMEQ: http://www.ucc.ie/hfrg/emmus/methods/summary.html

[SMI96] Smith, W. J. (1996). *ISO and ANSI ergonomic standards for computer products. A guide to implementation and compliance.* Prentice-Hall, NY.

[SNY03] Snyder, C. (2003). *Paper Prototyping. The fast and easy way to design and refine user interfaces.* Morgan-Kaufmann.

[SOM00] Sommerville, I. (2000). *Software Engineering.* Addison-Wesley Pub Co (6th edition).

[SOM89] Sommerville, I. (1989). *Software Engineering.* Addison-Wesley Pub Co (3rd edition).

[SPE60] Sperling, G. (1960). *The information available in brief visual presentations.* Psychological Monographs, 74, págs. 1-29.

[SPR97] Spradley, J.P. (1997). *Participant Observation.* International Thomson Publishing.

[STA00] Stary, C. (2000). *Contextual prototyping of user interfaces.* Proceedings of the conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques. ACM Press. NY.

[STA02] STATUS Consortium (2002). *STATUSd.2. v.1.0. Usability Attributes affected by Software Architecture.* Disponible en el sitio web del proyecto: http://www.ls.fi.upm.es/status/index.html

[STE01] Stephanidis, C. (2001). *Human Computer Interaction.* ERCIM News, núm. 46, julio de 2001, págs. 8-9.

[STE02] Sterne, J. (2002). *Web Metrics: Proven Methods for Measuring Web Site Success.* John Wiley & Sons.

[STE95] Stephanidis, C. (1995). *Towards User Interfaces for All: Some Critical Issues.* Panel Session "User Interfaces for All-Everybody, Everywhere, and Anytime", en Y. Anzai, K. Ogawa & H. Mori (Ed.), *Symbiosis of Human and Artifact-Future Computing and Design for Human-Computer Interaction*, Proc. HCI Intl '95, Tokyo, vol. 1, págs. 137-142. Elsevier Science

[SUMI] *SUMI: Software Usability Measurement Inventory*, web page at: http://www.ucc.ie/hfrg/questionnaires/sumi/index.html

[SUNUA] Sitios web de Sun Microsystems dedicados a la usabilidad y a la accesibilidad respectivamente: http://www.sun.com/access/index.html y http://www.sun.com/access/index.html

[SUT02] Sutcliffe, A. (2002). *User-Centred Requirements Engineering.* Theory and Practice. Springer-Verlag.

[SUT03a] Sutcliffe, A. (2003). *Scenarios, Models and the Design Process in Software Engineering and Interactive Systems Design.* Human-Computer Interaction: theory and Practice, vol. 1. Lawrence Erlbaum Associates.

[SUT03b] Sutcliffe, A.; Watts, L. (2003). *Multimedia Design for the Web.* Proceedings of INTERACT 2003, Zurich (Suiza), September 2003. Tutorial (págs. 1033).

[TAU90] Tauber, M.J. (1990). *ETAG: Extended Task Action Grammar-a language for the description of the user's task language.* En Diaper, D.; Gilmore, D.; Cockton, G.; Shackel, B. (ed.), Proceedings INTERAC '90. Elsevier, Amsterdam.

[TCU97] The Center for Universal Design (1997). *The Principles of Universal Design.* Version 2.0. Raleigh, NC: North Carolina State University. La Fundación SIDAR

(http://www.sidar.org) ofrece una versión traducida y adaptada al castellano realizada por E. Gutiérrez Restrepo, directora ejecutiva de Sidar.

[TDO] Sitio web de la herramienta Teologic DOORSrequireIT http://www.telelogic.com/products/doorsers/doorsrequireit/index.cfm

[THE03] Theofanos, M.F.; Redish, J. (2003). *Bridging the gap between Accessibility and Usability.* ACM interactions, New Visions of Human-Computer Interaction, vol. x.6. Nov+Dec 2003, págs. 37-51.

[THI90] Thimbleby, H. (1990). *User Interface Design.* Addison-Wesley, Reading, MA.

[TOG94] Tognazzini, B. (1994). *The "Starfire" Video Prototype Project: A Case History.* Proceedings of CHI94. La página web actual del proyecto StarFire se encuentra en la siguiente dirección: http://www.asktog.com/starfire/starfireHome.html

[TOR01] Toro, J. (2001). *CardZort Zone, Software for administering and analyze card sorting sessions.* Disponible at: http://condor.depaul.edu/~jtoro/cardzort/index.htm

[TRE83] Tremblay, J.P.; Bunt, R.B. (1983). *Introducción a la Ciencia de las Computadoras. Enfoque algorítmico.* McGraw-Hill.

[TRE98] Trenner, L.; Bawa, J. (1998). *The Politics of Usability: a practical guide to designing usable systems in industry.* Springer Verlag.

[TUL83] Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory.* Oxford University Press.

[TZA03] Tzanidou, E. (2003). *Improving Usability of E-Commerce sites by Tracking Eye Movements.* Open University, UK. Proceedings of INTERACT 2003 (Doctoral Consortium), Zurich (Suiza), September 2003.

[UI4ALL] User Interfaces for All en: http://ui4all.ics.forth.gr/

[UNE03] Norma UNE 139802:2003 (2003). *Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador. Software.* AENOR.

[USN03] UsabilityNet European Union Project (2001-2003). Disponible en: http://www.usabilitynet.org

[VEE96] Veer, G.C. van der; Lenting, B.F.; Bergevoet, B.A.J. (1996). *GTA: Groupware Task Analysis - Modeling Complexity Acta Psychologica.* 91, págs. 297-322.

[VEE97] Veer, G.C. van der; Mariani, M. (1997). *Teaching Design of Complex Interactive Systems Learnig by Interacting.* Proceedings of TeaDIS-Teaching Design of Interactive Systems. Schaerding (Austria).

[VEN99] Ventimiglia, B. (1999). *Effective Software Configuration Management a C-130J Software Development Success Story.* Presentation for Software Technology Conference STC'99.

[VIR96] Virzi, R.A.; Sokolov, J.L.; Karis, D. (1996). *Usability Problem Identification Using Both Low- and High-Fidelity Prototypes.* Proceedings of CHI'96.

[VRE02] Vredenburg, K; Mao, Ji-Ye; Smith, P.W.; Carey, T. (2002). *A Survey of User-Centered Design Practice.* Proceedings of ACM CHI2002, págs. 471-478.

[WAMMI] WAMMI: Web site Analysis and MeasureMent Inventory, web page at: http://www.wammi.com

[WCAG] Web Content Accessibility Guidelines 1.0. W3C Recommendation 5-May-1999. Disponible en: http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT

[WCC00] Working Council for Chief Information Officers (2000). Knowledge-Management Intranets. Basic Principles of Information Architecture. pág. 12

[WEI97] Weil, M.M.; Rosen, L. D. (1997). *TechnoStress: Coping with technology @WORK @HOME @Play*. John Wiley and Sons. Disponible en: http://www.technostress.com

[WHA92] Wharton, C. (1992). *Cognitive Walkthroughs: Instructions, Forms and Examples*. Institute of Cognitive Science. Technical Report CU-ICS-92-17. University of Colorado, Boulder.

[WIL01] Wilson, R. F. (2001). *Planning Your Internet Marketing Strategy: A Doctor Ebiz Guide*. John Wiley & Sons.

[WIL03] Willshire, M.J. (2003). *Where SE and HCI Meet: A Position Paper*. In [KAZ03].

[WIC03] Wickelgren, I. (2003). *Tapping the mind*. Revista internacional SCIENCE VOL 299. 24. January 2003 (http://www.sciencemag.org).

[WIC83] Wickens, C. D.; Sandry, D.; Vidulich, M. (1983) *Compatibility and resource competition between modalities of input, output and central processing*. Human Factors, 25 (2), págs. 227-248.

[WIC92] Wickens, C.D. (1992). *Engineering Psychology and Human Performance*. New York: Harper Collins.

[WIN02] Winograd, T. (2002) Foreword of [ROS02a].

[WIX94] Wixon D.; Jones S.; Tse L.; Casaday G. (1994). *Inspections and design re-views: framework, history, and reflection*. In Usability Inspection Methods, págs. 79-104 (Nielsen J. & Mack R. L. ed.). John Wiley & Sons, NY.

[WIX97] Wixon, D.; Wilson, C. (1997). *The usability engineering framework for product design and evaluation*. In Helander, M.G.; Landauer, T.K.; Prabhu, P.V. (ed.), *Handbook of human-computer interaction*. 2nd ed. Amsterdam, The Netherlands: North-Holland.

[YOU83] Young, R. M. (1983). *Surrogates and mappings: two kinds of conceptual models for interactive devices*. In D. Gentner y A.L. Stevens (Eds.) Mental Models. Hillsdale: NJ: LEA.

[ZAV95] Zave, P. (1995). *Classification of research efforts in requirements engineering*. In: Harrison, MD and Zave, P. (ed.) Proceedings 1995 International Symposium on Requirements Engineering. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos CA, págs. 214-216.

[ZIG93] Zijlstra, F. (1993). *Efficiency in Work Behaviour: a Design Approach for Modern Tools*. Delft University Press.

[ZUB02] Zubillaga, A. (2002). *Estudio sobre la accesibilidad de las páginas web de inicio de las universidades españolas y de las páginas web de las administraciones locales*. Jornada sobre accesibilidad: "El poder de la web está en su universalidad", Lleida Noviembre 2002. Disponible en: http://www.paeria.es/acces/presentacions/jornada_accessibilitat/index_cas.htm

[ZUL00] Zülch, G.; Stowasser, S. (2000). *Usability Evaluation of User Interfaces with the Computer-aided Evluation Tool PROKUS*. MMI-Interaktiv, Nr. 3, Junio/00, ISSN 1439-7854.