



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
Departamento de Sistemas Informáticos

Programa de Doctorado

“Arquitectura y gestión de la información y del conocimiento en sistemas de red”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE APLICACIONES COLABORATIVAS SENSIBLES AL
CONTEXTO APLICADAS AL APRENDIZAJE**

Alumno:
Ricardo Tesoriero

Directores:
Dra. D^a. María Dolores Lozano Pérez
Dr. D. José Antonio Gallud Lázaro

Mayo, 2007

1	Introducción y objetivos	11
1.1	Introducción	11
1.2	Motivación	12
1.3	Objetivos	14
1.4	Estructura del documento	15
2	Computación ubicua y sensibilidad al contexto.....	17
2.1	Introducción	17
2.2	Computación ubicua	17
2.2.1	Las eras de la computación y la ubicuidad.....	18
2.2.2	La tecnología Calm.....	19
2.2.3	Relación de la computación ubicua y la computación móvil.....	19
2.3	Sensibilidad al contexto	20
2.3.1	Definición, características, aplicación y atributos	21
2.3.2	Clasificación.....	26
2.3.3	Arquitectura de sensibilidad de contexto basada en fusión de sensores.....	28
2.3.4	Arquitectura para aplicaciones sensibles al contexto independiente del sistema de sensores	32
2.4	Sensibilidad a la ubicación	34
2.4.1	Dominios de aplicación de la tecnología de sensibilidad a la ubicación en interiores.	35
2.4.2	Requisitos de los sistemas de posicionamiento de interiores	36
2.4.3	Técnicas de ubicación de interiores	37
2.4.4	Tecnologías de ubicación de interiores	43
2.5	Aplicaciones relacionadas	50
2.5.1	Sistemas de posicionamiento para interiores.....	50
2.5.2	Aplicaciones generales	54
2.5.3	Frameworks	56
2.5.4	Aplicaciones en entornos culturales	56
2.6	Conclusiones.....	73
3	Sistemas Colaborativos	75
3.1	Introducción	75
3.2	Definiciones.....	75
3.2.1	CSCW y Groupware.....	75
3.2.2	Colaboración, cooperación, coordinación y comunicación.....	77
3.3	Evolución.....	78
3.4	Clasificaciones	80
3.4.1	Matriz Espacio-Tiempo de Johansen	80
3.4.2	Matriz Espacio-Tiempo con conciencia de Espacio y Tiempo.....	81
3.4.3	Matriz De Andriessen	81
3.4.4	Propuesta de clasificación	82
3.5	Aplicaciones.....	85
3.5.1	Sistemas de conferencia por computadora.....	86
3.5.2	Sistemas de Chat	87
3.5.3	Sistemas de administración de workflows	90
3.5.4	Sistemas de reuniones electrónicas	90
3.5.5	Sistemas para compartir aplicaciones	91
3.5.6	Pizarras compartidas	92

3.5.7	Sistemas de coautoría	92
3.5.8	Sistemas Hipermedia Multiusuario.....	96
3.5.9	Entornos Virtuales Colaborativos.....	96
3.5.10	Sistemas de planificación de grupos	97
3.5.11	Sistemas de audio conferencia	98
3.5.12	Sistemas de video conferencia	99
3.5.13	Sistemas de gestión documental.....	100
3.6	Web 2.0 y el software social	103
3.6.1	La Web como plataforma.....	103
3.6.2	Uniendo la inteligencia colectiva	105
3.6.3	Aplicaciones manejadas por los datos	106
3.6.4	El fin del ciclo de release de Software.....	106
3.6.5	Modelos de programación livianos	106
3.6.6	El software por arriba del nivel de un solo dispositivo	107
3.6.7	Experiencia de usuario más ricas.....	107
3.6.8	Resumen.....	107
3.7	Conclusiones	108
4	M-Learning	111
4.1	Introducción	111
4.2	CSCL.....	112
4.2.1	Definición	112
4.2.2	Trabajo de aprendizaje colaborativo.....	113
4.2.3	Aprendizaje en redes colaborativas.....	113
4.2.4	Metáforas de aprendizaje	114
4.2.5	Aprendizaje vs. Escuela	115
4.2.6	El aprendizaje como una actividad colaborativa.....	115
4.2.7	El rol de la computadora	116
4.3	Teorías emergentes de CSCL.....	116
4.3.1	La teoría sociocultural de Vygotsky	117
4.3.2	La teoría del constructivismo.....	117
4.3.3	Aprendizaje Basado en problemas / Instrucción anclada.....	117
4.3.4	Cognición distribuida	118
4.3.5	Teoría de la flexibilidad cognitiva.....	118
4.3.6	Entrenamiento cognitivo.....	118
4.3.7	Cognición situada.....	118
4.3.8	Aprendizaje autorregulado / Metacognición.....	119
4.3.9	Resumen.....	119
4.4	Aprendizaje Informal	120
4.5	Perspectivas del uso de tecnologías móviles en escenarios de aprendizaje informal en ciencias121	
4.6	Aprendiendo con Tecnologías digitales en Museos, Centros de ciencia y Galerías	123
4.6.1	Introducción	124
4.6.2	Aprendizaje en museos	125
4.6.3	Conocimiento, objetos y aprendizaje de libre elección.....	125
4.6.4	Las tecnologías de la información y la comunicación en el aprendizaje en museos ..	127
5	Patrones de diseño	131
5.1	Introducción	131
5.2	Orígenes y características	131
5.3	Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software	132
5.4	Interacción persona ordenador (HCI).....	135
5.4.1	Common Ground: A Pattern Language for Human-Computer Interface Design	135
5.4.2	Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design.....	149
5.4.3	Interaction Patterns in User Interfaces	155
5.5	Groupware	160
5.5.1	Patrones Groupware GW-Patterns.....	160
5.5.2	Patrones de diseño en la Web 2.0	162

5.6	Computación Móvil.....	163
5.6.1	Patterns of Mobile Interaction	163
5.6.2	HCI Design Patterns for PDA Running Space Structured Applications.....	165
5.7	E-Learning.....	166
6	Propuesta de solución y trabajos futuros.....	173
6.1	Introducción.....	173
6.2	Descripción del problema	173
6.3	Propuesta de solución.....	174
6.4	Beneficios y ventajas del enfoque.....	177
6.5	Plan de trabajo.....	178
7	Conclusiones y Aportaciones del Trabajo	181
7.1	Conclusiones.....	181
7.2	Aportaciones del Trabajo	182
7.2.1	Publicaciones en Revistas	183
7.2.2	Publicaciones Congresos.....	183
7.2.3	Informes técnicos	185
7.2.4	Desarrollos y prototipos.....	185
8	Referencias.....	187

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1 Estructura y objetivo del trabajo.....	16
Ilustración 2-1 Modelo de contexto multi-etapa.....	24
Ilustración 2-2 Esquema productor-consumidor (artefacto).....	25
Ilustración 2-3 Esquema productor-consumidor (contexto).....	25
Ilustración 2-4 Modelo de trabajo para contexto.....	29
Ilustración 2-5 Arquitectura en capas de un sistema TEA.....	31
Ilustración 2-6 Esquema de la placa de toma de información de sensores.....	32
Ilustración 2-7 Relaciones de abstracciones de la arquitectura.....	33
Ilustración 2-8 Exactitud de ubicación para aplicaciones sensibles a la ubicación.....	37
Ilustración 2-9 Ejemplo de trilateration.....	38
Ilustración 2-10 Técnica de proximidad.....	39
Ilustración 2-11 Ejemplo de multilateration.....	39
Ilustración 2-12 Posible uso del reconocimiento de colores.....	41
Ilustración 2-13 Reconocimiento de bordes horizontales y verticales.....	42
Ilustración 2-14 Reconocimiento de objetos o correspondencia de formas.....	42
Ilustración 2-15 Etiquetas de imagen utilizadas para codificar información de ubicación.....	43
Ilustración 2-16 Demostración de la fase de investigación con tres niveles de energía.....	45
Ilustración 2-17 Ranking de desempeño.....	59
Ilustración 2-18 Diagrama de componentes del sistema.....	68
Ilustración 2-19 Diagrama de clases.....	69
Ilustración 2-20 Modelo conceptual del museo.....	70
Ilustración 2-21 Interfaz del sistema actual.....	71
Ilustración 2-22 Interfaz propuesta para el nuevo sistema.....	72
Ilustración 3-1 Evolución y desarrollo de CSCW en EEUU.....	78
Ilustración 3-2 Cliente de Newsgroups (Outlook Express).....	86
Ilustración 3-3 MIRC.....	87
Ilustración 3-4 ICQ.....	89
Ilustración 3-5 Interfaz del GroupSystems.....	91
Ilustración 3-6 Demo de ClearBoard.....	99
Ilustración 3-7 Interfaz del BSCW.....	101
Ilustración 3-8 SharePoint Portal 2003.....	103
Ilustración 3-9 La Web como plataforma.....	104
Ilustración 3-10 Relevancia de conceptos de la Web 2.0.....	108
Ilustración 4-1 El lugar de m-Learning como parte de e-Learning y d-Learning.....	111
Ilustración 4-2 Modelo del conocimiento y el aprendizaje (Hein, 1995) (Hein, 1998).....	126
Ilustración 4-3 Taxonomía de las oportunidades de aprendizaje en museos.....	128
Ilustración 5-1 Mapa de Patrones Groupware.....	162
Ilustración 5-2 Jerarquía de Patrones de Interacción Móvil.....	164
Ilustración 5-3 Patrones de HCI para PDA que ejecutan SSA.....	166
Ilustración 6-1 Idea conceptual de la utilización de patrones para el desarrollo.....	175
Ilustración 6-2 Esbozo de la propuesta.....	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Principales tendencias en la computación.....	19
Tabla 2-2 Dimensiones del software sensible al contexto.....	26
Tabla 2-3 Impresoras en orden alfabético.....	26
Tabla 2-4 Impresoras ordenadas por distancia.....	26
Tabla 2-5 Impresoras más cercanas enfatizadas.....	26
Tabla 2-6 Impresoras escaladas por proximidad.....	27
Tabla 2-7 Características de posicionamiento en WiFi.....	47
Tabla 2-8 Características de posicionamiento en RFID.....	48
Tabla 2-9 Características de posicionamiento en Bluetooth.....	48
Tabla 2-10 Características de posicionamiento en GPS.....	49
Tabla 2-11 Características de posicionamiento en IR.....	49
Tabla 2-12 Características de posicionamiento en Ultrasonido.....	49
Tabla 2-13 Características de posicionamiento en INS.....	49
Tabla 2-14 Características de posicionamiento con cámara de móvil.....	50
Tabla 2-15 Características de posicionamiento con cámara Web.....	50
Tabla 2-16 Características de posicionamiento con CCTV.....	50
Tabla 2-17 Características de posicionamiento con cámaras estéreo.....	50
Tabla 2-18 Clasificación de la información a proveer en un museo.....	57
Tabla 2-19 Interés en el contenido de la información.....	58
Tabla 2-20 Provisión de la información aumentado por computadora.....	58
Tabla 3-1 Matriz espacio tiempo de Johansen.....	80
Tabla 3-2 Matriz espacio-tiempo con conciencia de espacio y tiempo.....	81
Tabla 3-3 Matriz de clasificación de Andriessen.....	82
Tabla 3-4 Características de CSCW válidas.....	83
Tabla 3-5 Combinaciones válidas de espacio-tiempo.....	83
Tabla 3-6 Clasificación propuesta.....	84
Tabla 3-7 Ejemplos de clasificación.....	84
Tabla 3-8 Clasificación para e-mail en su funcionalidad básica y original.....	84
Tabla 3-9 Clasificación de e-mail con funcionalidad adicional.....	84
Tabla 3-10 Correspondencia de conceptos de la Web 1.0 a la Web 2.0.....	103
Tabla 4-1 Resumen de las teorías del Aprendizaje en CSCL.....	120
Tabla 4-2 Contextos aplicables al aprendizaje en museos.....	126
Tabla 4-3 La correspondencia de la tecnología digital al aprendizaje Lifelong (Sharples, 2000).....	127
Tabla 5-1 Categorización de los patrones.....	135
Tabla 5-2 Patrones y las categorías de los problemas de usuario.....	156
Tabla 5-3 Comparación con los patrones de Tidwell.....	157
Tabla 5-4 Patrones de Diseño Web (primera parte).....	158
Tabla 5-5 Patrones de Diseño Web (segunda parte).....	159
Tabla 5-6 Patrones de diseño de interfaces gráficas de usuario.....	159
Tabla 5-7 Patrones de diseño de interfaces de usuario móviles.....	160
Tabla 5-8 Formato de diseño de patrones.....	167
Tabla 5-9 Descripción de los problemas de los patrones.....	168
Tabla 5-10 Descripción de los problemas de los patrones (segunda parte).....	169
Tabla 5-11 Descripción de los problemas de los patrones (tercera parte).....	170
Tabla 5-12 Productos evaluados.....	171

ACRÓNIMOS

CSCL	Computer Supported Cooperative Work
CLW	Collaborative Learning-Work
CNL	Collaborative Network Learning
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
HMD	Head Mounted Displays
LMS	Learning Management System
RF	Radio Frequency
RFID	Radio Frequency IDentificator
SSA	Space Structured Application
SMS	Short Message Service
IR	InfraRed
HCI	Human Computer Interaction
PDT	Portable DATA Terminal
MDT	Mobile Data Terminal
PDA	Personal Digital Assistance
GUI	Graphic User Interface
GPS	Geographical Positioning System
ToF	Time of Flight
CoO	Cell of Origin
TDOA	Time Difference of Arrival
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
ANOVA	ANAlisys Of VAriance
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CAI	Computer-Aided Instruction
CAL	Computer-Aided Learning
CCTV	Circuito Cerrado de TV
CHI	Conference in Human Interaction
CIF	Common Industry Format for Usability Reports
CSS	Cascade Style Sheets
CVE	Collaborative Virtual Environment
d-learning	Distance Learning
DOM	Document Object Model
e-learning:	Electronic Learning
HTML	HyperText Markable Language
HTTP	HyperText Transport Protocol
INS	Inertial Navigation System
IS	Information Systems
ISDN	Integrated Services Digital Network
IT	Information Technologies
MAC	Machine Address Code
m-learning	Mobile Learning
MVC	Model View Controller
OA	Office Automation
P2P	Peer To Peer
PBL	Problem Based Learning

PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
RSS	Really Simple Syndication
RSSI	Received Signal Strength Indicator
SE	Software Engineering
SIG	Specific Interest Group
SNR	Signal Noise Relation
SOAP	Simple Object Oriented Access Protocol
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UID	User Interface Design
WAP	Wireless Application Protocol
WWW	World Wide Web
WYSIWIS	What You See Is What It is
WYSIWYG	What You See Is What You Get
XHTML	XML based HyperText Markable Language
XML	eXtensible Markable Language
ZDP	Zona de Desarrollo Próximo
ZPD	Zone of Proximal Development

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta una propuesta de diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas a sistemas de aprendizaje.

Actualmente los dispositivos móviles son accesibles al común de la sociedad. Por ejemplo, el teléfono móvil se ha popularizado a tal punto que no es tan común encontrar personas que no utilicen este dispositivo. A partir de esta situación, el teléfono móvil ha evolucionado hasta convertirse en agenda, libreta de direcciones, cámara de fotos, cámara de video, etc. Más aún las tendencias indican que la multifuncionalidad de estos dispositivos está creciendo y una muestra de ello es la evolución de los teléfonos móviles en Smartphones. Estos dispositivos pueden verse como la fusión de las PDA con los teléfonos móviles (salvando las diferencias) lo que marca una tendencia a la unificación de los asistentes personales y las comunicaciones convirtiéndose en verdaderas oficinas móviles.

Esta tendencia también ha sido acompañada de una mejora considerable de las infraestructuras en las comunicaciones que llevan a pensar que en un futuro no muy lejano estos dispositivos estarán conectados entre sí en cualquier lugar. Un ejemplo concreto de ello es la difusión de las conexiones WiFi a nivel de ciudades enteras.

Tanto el desarrollo de los dispositivos móviles como de las comunicaciones nos hacen pensar en un escenario en el que la información estará disponible a través de los dispositivos móviles en cualquier lugar, lo que permite al usuario interactuar con su entorno.

El entorno es un elemento que hay que explotar en este tipo de situaciones, por lo tanto las aplicaciones sensibles al contexto serán fundamentales en el desarrollo de esta tecnología. Uno de los ejemplos más populares de la sensibilidad al contexto es lo que se denomina sensibilidad a la ubicación que permite a las aplicaciones ejecutar acciones en función de la posición del dispositivo o el usuario.

Tal como hemos estado mencionando, las comunicaciones entre dispositivos móviles personales ya son un hecho, los usuarios de estos dispositivos no sólo intercambian mensajes de texto (SMS) a través de las redes telefónicas, sino que también hacen uso de tecnologías de comunicación más avanzadas como, Bluetooth, IR, WiFi, etc.; que soportan el intercambio de información entre dispositivos cercanos y son más adecuadas para el transporte de medios de información más “pesados”, como las fotos y los vídeos. Este tipo de comunicaciones sin lugar a duda fomenta la colaboración entre usuarios.

Así, tanto la colaboración como la sensibilidad al contexto serán fundamentales en el diseño de aplicaciones en el futuro y el trabajo plantea el diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto dentro de este escenario.

El diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto, en este caso en particular, se aplicará al dominio del e-learning, siendo este el caso de estudio del trabajo.

El resto del capítulo hará una introducción de los temas fundamentales de este trabajo de investigación. Además, se exponen los objetivos principales del trabajo y la estructura del documento.

1.2 MOTIVACIÓN

Actualmente las comunicaciones y el poder de computación de los dispositivos móviles están dando paso a una nueva era de la computación. Tal como había adelantado Weiser en (Weiser, M. & Brown, J. S., 1997), la tercera era en la computación, denominada computación ubicua, está cada día más presente.

Todo cambio no viene solo, sino que conlleva un período de transición entre la etapa anterior de la computación que comenzó con los ordenadores personales, y la próxima, caracterizada por la computación ubicua, donde muchas computadoras sirven a una persona. Esta transición se ve reflejada en la gran popularidad que están teniendo los dispositivos móviles en la actualidad.

Mediante estos dispositivos, los usuarios dejan de estar atados a la necesidad de desplazarse a un lugar determinado para poder interactuar con una computadora o dispositivo. Así el usuario es libre de poder interactuar en casi cualquier lugar y circunstancia. La libertad de movimientos proporcionada no solo enriquece las posibilidades de interacción sino que además presenta escenarios de interacción totalmente nuevos. El ejemplo más destacado es la localización del usuario.

La evolución de la tecnología no solo se ha ocupado del desarrollo de dispositivos portátiles cada vez más potentes y versátiles, sino que, además, ha desarrollado sistemas de comunicación cada vez más fiables y de mejor rendimiento a lo largo del tiempo. Si bien los aspectos mencionados anteriormente son ítems fundamentales en el área, existe otro aspecto muy importante que también está cobrando gran importancia últimamente, la disponibilidad de servicio. En la actualidad existen zonas que son cubiertas por la red de telefonía móvil que no eran cubiertas por la telefonía de línea fija tradicional. Además, los costos de estos dispositivos los hacen cada vez más accesibles a los usuarios. Por otra parte, las redes WiFi forman un entramado que supera los límites de los edificios y comienzan a cubrir grandes áreas. Bajo esta situación, las posibilidades de mercado y de adopción por parte de la sociedad son muy significativas.

No existen dudas que la sociedad moderna ha adoptado la tecnología móvil y que actualmente gran parte de esta sociedad depende de ello. Aunque el uso de este tipo de tecnología, en un principio, había penetrado en el sector joven de la sociedad, actualmente, se puede observar que el mercado se ha expandido a casi todos los niveles de la sociedad.

En estas circunstancias, se puede prever que el impacto que tuvo en la telefonía, las comunicaciones y la sociedad en general, la introducción de los teléfonos móviles y sus servicios, sea trasladado en un futuro no muy lejano, a las aplicaciones en los dispositivos móviles.

La cuestión radica en saber cómo explotar esta tecnología y desarrollar aplicaciones que permitan aprovechar el potencial y las posibilidades que brindaría esta nueva generación de aplicaciones.

Uno de los principales aspectos que diferencia este tipo de aplicaciones de las aplicaciones tradicionales es la velocidad del cambio de contexto que conlleva el cambio de ambiente, dadas las posibilidades de movilidad del dispositivo.

El cambio de contexto es una de las características que se deberían explorar e investigar para que de la misma forma en que los seres humanos somos capaces de interactuar con otras personas y el entorno circundante haciendo uso de información implícita en nuestro ambiente las aplicaciones que se ejecuten en dispositivos móviles sean sensibles a estos cambios para poder adaptarse a las situaciones y condiciones (del ambiente, del usuario etc.) en las que se encuentre inmersa.

Sin duda alguna, esta época se caracteriza por las posibilidades de acceso las comunicaciones y a la información por parte de la sociedad en general. Esto ha llevado a la conseguir que más y más personas se comuniquen y compartan tanto el ocio como el trabajo. Desde la introducción de pequeñas redes de área local hasta en espacios virtuales internacionales como Internet.

Así, las posibilidades de interacción se expandieron y pasaron de ser entre un ordenador y un usuario exclusivamente, a ser mediada entre ordenadores entre diferentes usuarios. Este tipo de interacción y forma de trabajo fue bautizado como CSCW (Computer Supported Cooperative Work), denominando a la tecnología que lo implementa como Groupware. El Groupware, con el paso del tiempo, se ha vuelto muy popular en la vida diaria de los usuarios en general. Por ejemplo, hoy en día es muy difícil conocer personas que no conozcan herramientas como el correo electrónico o el Chat.

Más aún, hoy en día existe una tendencia muy fuerte hacia nuevas concepciones de software en el que las personas comienzan a cooperar en diferentes áreas en forma espontánea. Una de las tecnologías más destacada es la que se denomina “software social” en la que la colaboración entre los participantes es fundamental.

Una combinación entre Groupware y computación ubicua podría tener un gran impacto, ya que ambas tecnologías combinadas abren una nueva gama de sistemas a explorar con múltiples aplicaciones. Esta unión se beneficia de ambos mundos para conseguir aplicaciones que permitan a los usuarios realizar tareas en forma colaborativa en cualquier lugar o momento. De esta forma, tanto Groupware como la computación ubicua son temas que tienen un futuro prometedor dentro del área de desarrollo de software.

La aplicación de estas tecnologías es muy amplia y un campo que actualmente está en auge es el aprendizaje. La rapidez de la evolución de la tecnología y la sociedad hacen que los individuos de cualquier sociedad estén en constante actualización. El aprendizaje es clave en el desarrollo de cualquier sociedad más aún en los tiempos que vivimos en los que las innovaciones tecnológicas están a la orden del día.

De las necesidades anteriormente expuestas y del avance de las tecnologías Groupware surge el concepto de CSCL (Computer Supported Cooperative Learning). Basado en la combinación del método CNL (Collaborative Network Learning) de Charles Findley y las tecnologías Groupware.

Dentro del CSCL y en respuesta a las necesidades de la sociedad, surge el Lifelong Learning o Aprendizaje de por Vida que tiene como concepto principal la idea de que “Nunca es demasiado temprano o demasiado tarde para aprender” donde las personas están continuamente aprendiendo. Lifelong Learning provee oportunidades a las personas de todas las edades en numerosos contextos: el trabajo, el hogar o actividades de recreación, no sólo por canales formales como la escuela o la educación superior.

Esta línea está fuertemente enlazada con la idea de “aprendizaje informal” cuyo principio propone un aprendizaje más allá de currículos y espontáneo. Este tipo de aprendizaje es ampliamente aceptado y se ha demostrado que, aproximadamente el 75 % del conocimiento que adquiere una persona en el trabajo se adquiere de esta forma (Conner M., 2007). Así se busca afianzar una de las formas de aprendizaje que se quiere introducir en el comportamiento de las nuevas generaciones, el “aprendizaje de por vida” que permite el reciclaje de profesionales y la inclusión de los mismos en el mercado de trabajo, entre otros objetivos.

Paulatinamente han comenzado a surgir técnicas y metodologías de aprendizaje orientada a su uso en dispositivos móviles, dando comienzo a una nueva era en el e-learning denominada m-learning (Georgiev et al, 2004); o aprendizaje móvil, cuya definición se ve en la sección 4.

En estas circunstancias, las tecnologías descritas permitirían motivar y promover la colaboración entre los estudiantes brindando nuevas experiencias de aprendizaje que no eran posibles hasta el momento.

Por lo tanto, se propone la utilización de las tecnologías móviles para desarrollar sistemas sensibles al contexto que permitan no sólo la interacción con el entorno sino que también exploten las características de la tecnología Groupware para poder aplicar estos conceptos al aprendizaje informal.

Entonces sería posible desarrollar sistemas de aprendizaje centrados en los usuarios de forma que las experiencias de los mismos sean mucho más ricas y estimulantes que las actualmente están disponibles.

El problema que se detecta en el desarrollo de este tipo de aplicaciones es la variedad de dominios que deben combinarse de manera sinérgica para poder conseguir la meta propuesta. Estos dominios son de una naturaleza muy diversa Computación Ubicua, Sensibilidad al contexto, Groupware, Aprendizaje, Interacción Persona-Ordenador, etc.

Para poder combinar estos dominios se propone el desarrollo centrado en el usuario basado en patrones de diseño ya que los mismos han probado ser una herramienta de diseño que permite el reuso de la experiencia en el desarrollo de sistemas. Además, son aplicados con éxito en diferentes dominios, desde sus orígenes en la arquitectura civil, hasta el campo de la informática, y dentro de ella en varias áreas; como ejemplo podemos citar el área de la programación (Gamma E. et al, 1995), en el Groupware (Shümmer T.; Lukosh S. & Slagter R., 2005), en HCI (Tidwell, J. 1999) (Tidwell, J. 2005), en dispositivos móviles (Ruth, J., 2002), etc.

Como resultado, mediante la combinación, definición y aplicación de patrones a las teorías y metodologías de aprendizaje se pretende desarrollar aplicaciones reusables, robustas y flexibles centradas en el usuario.

Para terminar esta sección merece la pena señalar que el trabajo de investigación se enmarca dentro del proyecto de investigación GUIMUNIN (Guías Museísticas Inalámbricas Inteligentes) financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (PCC-05-005-1 de la JCCM). El objetivo del proyecto es presentar la evolución de un sistema implementado en el Museo de la Cuchillería de Albacete que permitía el acceso a información de las piezas expuestas en las diferentes salas del mismo. Actualmente, la información es accedida por medio de un dispositivo móvil (una PDA) que es alquilada en el mismo establecimiento. Este dispositivo se comunica con un servidor central que contiene la información de las piezas y vitrinas expuestas, exhibiendo esa información en la pantalla de la PDA. La comunicación entre el cliente (PDA) y el servidor que contiene la base de datos del sistema se establece por medio de WiFi (Gallud et al, 2005). La evolución del sistema se basa en la incorporación de un sistema sensible al contexto, más precisamente a la ubicación, que permita mejorar la interacción del sistema brindando información de forma semiautomática al usuario, de forma tal que cuando se aproxima a una vitrina o panel la información asociada se muestre. Al explorar las soluciones posibles a este nuevo desafío se comenzaron a estudiar las diferentes formas de interacción y tecnologías que podrían ayudar a conseguir una mejora del sistema.

Como consecuencia de esta situación se ha planteado una nueva línea de investigación en el grupo que propone el estudio de estos nuevos sistemas sensibles a la ubicación o, en forma más general al contexto. Son muy numerosas las aplicaciones prácticas de este tipo de sistemas, entre los cuales cabe destacar el aprendizaje informal colaborativo.

1.3 OBJETIVOS

El **objetivo principal** de esta línea consiste en el desarrollo de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicados a sistemas de aprendizaje.

En este trabajo se estudiará el estado del arte relacionado con las diferentes materias en forma puntual, a saber: Computación Ubicua, Sensibilidad al Contexto, Sistemas Colaborativos y M-Learning. Así desde el punto de vista de la solución propuesta al problema se presentará una introducción a los patrones que serán la herramienta mediante la cual abordaremos la solución.

El interés del trabajo se encuentra en la intersección de materias que surge del estudio de sistemas sensibles al contexto utilizados como soporte de sistemas de aprendizaje informal colaborativo. La prioridad entre los diversos temas queda implícitamente definida por el propio enunciado.

Los **objetivos concretos** para poder completar el trabajo se enuncian a continuación:

- 1) Presentar el estado del arte en las diferentes áreas (Computación Ubicua, Sensibilidad al Contexto, Sensibilidad a la ubicación, m-learning y patrones de diseño) para establecer un marco de trabajo en el cual desarrollar una solución al desarrollo de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.
- 2) Definir un método de aplicación, combinación y aplicación de patrones que permita relacionar patrones de los diferentes dominios involucrados en el diseño de aplicaciones.
- 3) A partir de las relaciones definidas crear un prototipo de entorno de desarrollo de aplicaciones aplicando los conceptos anteriormente descritos.
- 4) Establecer una relación entre los patrones de diseño y la implementación de los mismos.
- 5) Aplicar los métodos anteriormente definidos en un caso de estudio concreto.
- 6) Evaluar la usabilidad de las aplicaciones generadas.

1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

La estructura del documento se basa en el esquema presentado en la sección de motivación que comienza en el capítulo 2 con una introducción a la computación ubicua, en cual se describen sus orígenes y características que servirán de base para comprender los conceptos de contexto, sensibilidad al contexto y sensibilidad a la ubicación.

Una vez definidos estos términos, en el capítulo 3 se procede a la introducción y exposición de los orígenes del trabajo colaborativo. Se exponen las características, clasificaciones y aplicaciones relacionadas al CSCW.

Una vez definidos CSCW y sensibilidad al contexto, en el capítulo 4 se define CSCL y se hace una breve introducción a las teorías y metodologías de aprendizaje involucradas para entender la relación que existe entre CSCW, CSCL y el aprendizaje móvil.

En el quinto capítulo se hace una introducción a los patrones en el campo de las aplicaciones en general y en particular en las de aprendizaje informal colaborativo, ya que los mismos serán parte de la solución propuesta en el próximo capítulo.

La sexta sección expone una propuesta para el diseño de las aplicaciones sensibles al contexto para el aprendizaje informal colaborativo. La solución se basa en patrones de diseño como herramienta para el diseño.

Finalmente se presenta las conclusiones con respecto a la viabilidad de la solución propuesta y el trabajo futuro. Además, se incluye en el apéndice un conjunto de artículos en los cuales se ha estado trabajando que son el resultado del trabajo de investigación.

El diagrama de la Ilustración 1-1 muestra la estructura y las relaciones existentes entre las disciplinas involucradas en este trabajo y necesarias para dar forma al desarrollo de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.

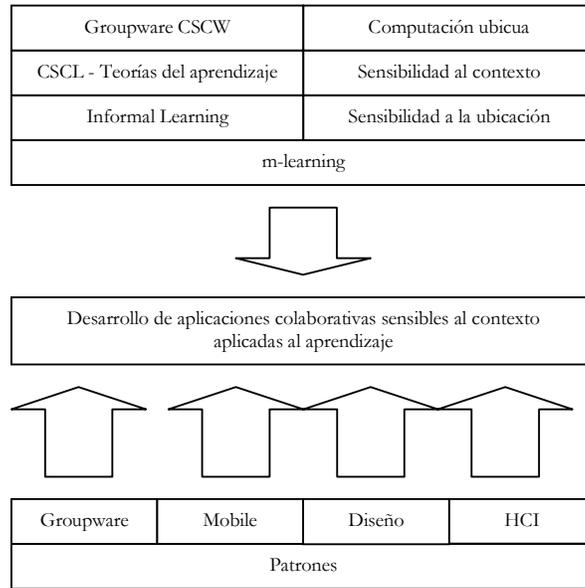


Ilustración 1-1 Estructura y objetivo del trabajo

CAPÍTULO 2

COMPUTACIÓN UBICUA Y SENSIBILIDAD AL CONTEXTO

2.1 INTRODUCCIÓN

En esta sección presentaremos las bases del trabajo en relación a la computación ubicua y a la sensibilidad al contexto.

Comenzaremos con una breve pero fundamental introducción a la computación ubicua para poder relacionar este concepto con la computación móvil y la sensibilidad al contexto.

Luego se profundizará el tema en la sensibilidad al contexto y su evolución mostrando las características, clasificaciones y enfoques desde el punto de vista arquitectural de los sistemas sensibles al contexto.

Una vez definidos los conceptos fundamentales nos ocuparemos principalmente de un tipo de aplicaciones sensibles al contexto, las aplicaciones sensibles a la ubicación, ya que son en las que más se ha avanzado y explotado. En este apartado presentaremos el dominio de aplicación de este tipo de sistemas, luego daremos una lista de requisitos de estas aplicaciones y explicaremos las técnicas que actualmente se utilizan para conseguir información relacionada tanto al posicionamiento de personas como el de objetos dentro de un espacio.

En este caso particular nos centraremos principalmente en los entornos interiores, ya que generalmente el GPS ha probado ser una solución más que satisfactoria en la mayoría de los sistemas de exteriores.

Una vez definidas estas técnicas se procede a la descripción de las tecnologías más utilizadas en este campo y finalmente se expone una tabla con las fortalezas y debilidades de cada una de las tecnologías a modo de resumen.

La última parte del documento es una reseña de las aplicaciones concretas más significativas en el área. Estas aplicaciones comprenden frameworks, aplicaciones de oficina o propósito general y las aplicaciones relacionadas a guías de museos o espacios culturales; siendo éstas últimas las más influyentes en el campo del aprendizaje.

Notar que en este capítulo se esboza un panorama general de los aspectos teóricos / prácticos relacionados con la computación ubicua y la sensibilidad al contexto. La función principal es brindar una base para comprender e interpretar las diferentes arquitecturas que serán parte de la solución del trabajo, así como los patrones que son parte de la sección 5.6.

2.2 COMPUTACIÓN UBICUA

Esta sección presenta una introducción a la computación ubicua y su objetivo principal es la de establecer un marco, entorno o dominio del trabajo de investigación.

Presentaremos los orígenes y definiciones fundamentales de la computación ubicua para establecer su relación con la computación móvil y las aplicaciones sensibles al contexto.

2.2.1 LAS ERAS DE LA COMPUTACIÓN Y LA UBICUIDAD

Uno de los referentes y pioneros en el tema de computación ubicua (o pervasive computing) fue sin duda Mark Weiser, quien escribió algunos de los artículos más antiguos en el área alrededor de 1988 en el Centro de investigación de Palo Alto (PARC) continuando su trabajo en Xerox EuroPARC, más tarde llamado Xerox Research Centre Europe o XRCE.

El más relevante de sus artículos fue “The coming age of calm technology” (Weiser M., Seely Brown J. 1996) donde describe a la computación ubicua como la tercera era de la computación donde las influencias de estos cambios tecnológicos afectan nuestra vida diaria. Weiser pone especial énfasis en que, la tecnología en si no es lo importante sino la relación que existe entre ella y las personas.

Respecto a lo anteriormente mencionado, indica que en los últimos 50 años han habido dos grandes tendencias con respecto a la relación entre los usuarios y la computación, a las que denomina: *la era de los mainframes y la era de los ordenadores personales*.

En *La era del mainframe* la relación entre la gente y las computadoras era mayoritariamente a puerta cerrada y su uso estaba limitado a expertos únicamente. Una computadora era un recurso escaso y debía ser negociado y compartido con otros. Por lo tanto, en *la era mainframe* mucha gente compartía una computadora.

Luego apareció *La era de la computadora personal*. En 1984 el número de personas que usaban computadoras personales sobrepasaba el número de personas que usaban computadoras compartidas (IDC, 1996). La relación de la gente con la computación personal, es valga la redundancia, personal e incluso íntima. El usuario posee su propia computadora que contiene información privada e interactúa directamente con ella. Cuando se está operando una computadora personal, el usuario está ocupado y no puede hacer otra cosa. El uso de la computadora personal es análogo al del automóvil que “te lleva a donde quieres ir” y requiere una considerable atención para usarlo.

También advierte que, antes de la aparición de la tercera era conocida como *la era de la computación ubicua* surge una transición a la que llama *Internet y la computación distribuida* en la que evidencia la unificación de las eras de la *computación personal* (clientes) y los *mainframes* (servidores) dando lugar a la computación cliente-servidor a gran escala.

La tercera era, como mencionamos anteriormente, es *La era de la computación ubicua* (o como Alan Key la bautizó, el tercer paradigma de computación) cuyo llegada se había previsto entre 2005-2020. La computación ubicua permitirá que varias computadoras compartan un usuario. Dichas computadoras podrían estar embebidas en paredes, sillas, ropas, luces, coches, etc. Esta era está caracterizada fundamentalmente por la conexión de las cosas del mundo real con la computación. Un resumen de las tendencias en la computación se muestra en la Tabla 2-1.

Así Weiser expresa que el cambio más profundo, desafiante e interesante que implica la computación ubicua es su enfoque en *la calma*. Si las computadoras se encuentran en todos lados, es mejor que se mantengan fuera del camino, para que la gente que las usa se mantenga serena y pueda tener el control de la situación. *La calma* (CALM) es el desafío que trae la computación ubicua a las ciencias de la computación.

Cuando las computadoras eran utilizadas por pocas personas la calma era cuestión de pocas personas solamente. Si las computadoras son personales su uso está enfocado en la riqueza de la interacción. Pero cuando las computadoras están en todos lados, queremos utilizarlas mientras estamos haciendo otras cosas más “humanas”, así que debemos repensar las metas, el contexto, la tecnología de la computadora y todo lo relacionado a ella.

LAS PRINCIPALES TENDENCIAS EN COMPUTACIÓN	
Mainframe	Mucha gente comparte una computadora
Computadora Personal	Una computadora, una persona
Internet – Computación ampliamente distribuida	... transición a ...
Computación ubicua	Muchas computadoras, comparten a cada uno de nosotros

Tabla 2-1 Principales tendencias en la computación

2.2.2 LA TECNOLOGÍA CALM

En pro de seguir las ideas planteadas, Weiser expresa que los diseños que proveen calma e información usualmente no están relacionados de la misma forma. La tecnología de la información es frecuentemente enemiga de la calma. Como ejemplo cita el bombardeo frenético de correos electrónicos, las llamadas, etc. Sin embargo, también explica que algunas tecnologías llevan a una verdadera calma y confort; por ejemplo, indica que no hay menos tecnología involucrada en un buen par de zapatillas o un buen lápiz.

También cree que la diferencia se encuentra en el nivel de compromiso de la atención del individuo. La tecnología CALM compromete tanto la atención *central* como la *periférica*, de hecho se mueve de una a otra y viceversa para cumplir con su objetivo.

El término *periferia* se utiliza para nombrar a lo que está en armonía, sin atenderlo explícitamente (Brown, J. S. & Duguid, P). Por ejemplo, cuando uno conduce, la atención está centrada en la carretera, la radio, el pasajero, etc., y no en el ruido del motor. Sin embargo, un ruido inusual en el motor provoca que la atención se desvíe a ese acontecimiento para poder atenderlo de forma rápida.

Siguiendo estos principios, la tecnología CALM, se mueve fácilmente de la periferia de nuestra atención, al centro y de vuelta. Esto es fundamental, por dos razones:

1. Poner cosas en la periferia permite estar en armonía con muchas más cosas, que en el caso de que todo tuviera que estar en el centro de la atención.
2. Trayendo algo de la periferia al centro de la atención tomamos el control de ello y periféricamente podemos ser sensibles de que algo no está bien.

El objetivo fundamental de la tecnología CALM es diseñar en función de la periferia para poder controlar la tecnología sin ser dominados por ella.

La noción de periferia está estrechamente relacionada con la noción de *affordance* (captación intuitiva), definida por Gibson (Gibson J., 1979) y aplicada a la tecnología por Gaver (Gaver, W., 1986) y Norman (Norman D. A., 1988). Esta noción de *affordance* es la relación entre un objeto en el mundo y las interacciones, percepciones y capacidades de una persona. Por ejemplo, el lado de la puerta que no tiene manija indica que la puerta abre hacia fuera. Esta noción está estrechamente relacionada con HCI.

En la tecnología CALM este concepto es fundamental y las formas de percibirla pueden diferir mucho de las percibidas desde un control estándar, como un monitor o un Joystick con Force-Feedback.

La regla es que cuanto más cosas se tengan en la periferia, más CALM será la tecnología.

2.2.3 RELACIÓN DE LA COMPUTACIÓN UBICUA Y LA COMPUTACIÓN MÓVIL

Para comprender aún más qué es la computación ubicua de forma más específica, sería bueno plantear qué **no** es computación ubicua. La computación ubicua es lo opuesto a realidad virtual. La realidad

virtual pone a la gente dentro de un mundo generado por computadora, la computación ubicua fuerza a la computadora a vivir en el mundo con la gente.

El auge de la computación ubicua comenzó en la investigación con la aparición de *mobile computing* (o computación móvil) aunque existen diferencias entre ambos conceptos. La computación móvil no es ni un súper-conjunto ni un subconjunto de la computación ubicua (UbiHome).

Mobile Computing (o *wireless computing*) es un término genérico que describe la habilidad de utilizar tecnología sin las restricciones que impone un cable y que, por lo tanto, no está físicamente conectada. O sea, que se puede utilizar en entornos remotos o móviles (Wikipedia Mobile).

El término requiere que la actividad de computación móvil esté conectada de forma inalámbrica a través de Internet o de una red privada. La movilidad de un dispositivo se puede categorizar dentro de una jerarquía de movilidad, en la que encontramos tres niveles:

- Estación base: Ubicación fija, incorporada o una arquitectura o construcción.
- Móvil: Adjunto a un vehículo
- Portátil: Puesto (de vestir) o llevado.

Como ejemplos de dispositivos móviles podemos citar:

- Computadora portátil
- Subnotebook
- Personal Digital Assistant (PDA)
- Portable Data Terminal (PDT)
- Mobile Data Terminal (MDT)
- Tablet Personal Computer
- Smartphone
- Teléfonos móviles
- Computadoras de vestir

2.3 SENSIBILIDAD AL CONTEXTO

Este apartado cubrirá los aspectos relacionados a la sensibilidad al contexto de las aplicaciones y en función de: la definición, las clasificaciones, las arquitecturas y las aplicaciones relacionadas con el tema.

El apartado comienza con la discusión acerca de la definición de *context awareness* o sensibilidad al contexto. Para ello, revisamos los conceptos partiendo de la definición de las palabras en el diccionario para obtener una noción inicial. Luego se presentan una serie de “evoluciones” y “puntos de vista” del concepto de diferentes autores y los diferentes campos o dominios de aplicación de este tipo de sistemas. Finalmente se presentan los atributos característicos más comunes de este tipo de aplicaciones.

Después de la definición, se expone una clasificación de las aplicaciones sensibles al contexto. Más tarde se presentan dos arquitecturas para construir aplicaciones sensibles al contexto. La primera de ellas se basa en sensores y la segunda es independiente de la etapa de la toma de información de los sensores.

Finalmente, se hace un pequeño resumen de las aplicaciones concretas que fueron pioneras en el campo de las aplicaciones sensibles al contexto.

2.3.1 DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS, APLICACIÓN Y ATRIBUTOS

Esta sección plantea la discusión en torno a la definición y las características relacionadas a la sensibilidad del contexto.

2.3.1.1 Significado coloquial de sensibilidad al contexto

Llamamos sensibilidad al contexto a la traducción del inglés del término *context awareness*. Para comprender este concepto buscaremos el significado de las palabras por separado y para comprender el significado de la combinación de las mismas.

El significado de lo que aquí llamamos *contexto* es la traducción del inglés del término *context*. La definición que encontramos en (APA, 2007) tiene dos significados relacionados con el concepto que se quiere exponer:

1. Partes de una oración escrita o hablada que precede o sigue a una palabra específica o pasaje, que influye su significado o lo afecta.
2. Un conjunto de circunstancias o hechos que envuelven un evento o situación particular.

El significado de lo que aquí llamamos sensibilidad es la traducción del inglés del término “*awareness*”. La definición que encontramos en (APA) lo define como el sustantivo del adjetivo “*aware*” que tiene dos significados relacionados con el concepto que se quiere exponer:

1. Tener conocimiento o conciencia.
2. Estar informado, alerta, predecible o sofisticado.

Por lo tanto, de las definiciones anteriores podemos dilucidar que las aplicaciones *context aware* utilizan el *contexto* para caracterizar una situación.

2.3.1.2 Significado desde el punto de vista de las ciencias de la computación

Desde el punto de vista de las ciencias de la computación el término *context aware* relaciona los cambios en el ambiente con un sistema de computadoras. Estos cambios modifican el comportamiento del sistema que de otra forma no lo afectarían. Conceptualmente se refiere a la idea de que las computadoras pueden tomar información de sensores y reaccionar a partir de la información que obtienen de su entorno.

De esta forma, los dispositivos pueden tener información sobre las circunstancias bajo las cuales son capaces de operar basados en reglas, o estímulos inteligentes y reaccionar adecuadamente. Además, estos dispositivos pueden tratar de hacer deducciones y actuar en consecuencia (Wikipedia Context_Awareness).

Una de las primeras definiciones de “aplicaciones sensibles al contexto” aparece en (Schilit, B. N., Adams, N. & Want, R., 1994) donde define una forma extendida de computación móvil que emplea tanto computadoras fijas como embebidas, durante el curso del día. Indica que este tipo de computación no ocurre en una ubicación única, ni en un contexto único, sino que se expande a una multitud de situaciones y ubicaciones donde los usuarios acceden a los recursos desde máquinas portátiles y también a través de dispositivos fijos. De esta forma se va introduciendo el concepto de computación móvil.

Esta colección de recursos móviles y estaciones se comunican y cooperan para comportarse como un sistema de computación móvil distribuido. El concepto comprende a personas móviles no sólo computadoras y el objetivo de estos sistemas es proveer acceso ubicuo a la información, comunicación y computación.

Además, (Schilit, B. N., Adams, N. & Want, R., 1994) indican que un desafío de la computación móvil distribuida es la explotación de los cambios en el ambiente mediante una nueva clase de aplicaciones que son sensibles al contexto en el que se ejecutan.

Este *software sensible al contexto* se adapta de acuerdo a la ubicación de uso, las personas cercanas, los diferentes hosts, y los dispositivos accesibles. También a los cambios de las cosas a lo largo del día. Un sistema sensible al contexto con estas capacidades puede examinar el entorno de computación y reaccionar a los cambios en el mismo.

También destaca que existen tres aspectos importantes relacionados al contexto: *dónde estás, con quién estás y qué recursos se encuentran a tu alcance*. Involucra más que la ubicación del usuario; el contexto incluye la luz, el ruido, la conectividad de la red, los costos de comunicación, el ancho de banda de la comunicación e incluso la situación social del sistema y el/los usuarios.

2.3.1.3 Evolución de la definición y características principales

En 1999 el artículo “There is more to Context than Location” (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) investiga la utilización de sensores para las aplicaciones sensibles al contexto.

De este modo, “expande” la definición de sensibilidad al contexto, extendiendo esta noción a otros aspectos que no están relacionados con la ubicación únicamente (*location awareness* o sensibilidad a la ubicación).

En este artículo destaca lo que llama dispositivos *ultra-móviles* que son pequeños dispositivos que se pueden utilizar mientras el usuario se desplaza. La definición de dispositivo *ultra-móvil* es muy similar a la que se tiene de dispositivo móvil. La diferencia radica en que el autor en este caso se refiere a dispositivo móvil a un dispositivo que es portátil, pero que no se puede operar mientras el usuario está en movimiento. Además, indica que la característica principal de este tipo de dispositivos es un cambio en la forma de computación de propósito general a una forma específica de operación.

En el artículo indica que, independientemente de los dominios de aplicación particulares, la computación móvil generalmente se puede beneficiar de la sensibilidad al contexto de dos formas:

1. Adaptación a los cambios en el entorno
2. Mejora de la interfaz de usuario

Un ejemplo de *adaptación a los cambios del entorno* podría ser: “Un usuario móvil podría utilizar el dispositivo para telefonía por Internet mientras se está moviendo en una amplia gama de situaciones: está solo en la oficina, es interrumpido por un colega, está dejando la oficina, está caminando al estacionamiento, está conduciendo el coche, etc. Idealmente la aplicación, en este caso la telefonía, debería comportarse de acuerdo a la situación, por ejemplo adaptando el volumen, cambiando a manos libres, etc.

La segunda forma de beneficiarse de la sensibilidad al contexto es *la mejora en la interacción persona-dispositivo móvil*. Básicamente, la información de contexto puede ser obtenida implícitamente a través de la sensibilidad, no tiene por qué ser obtenida explícitamente del usuario. La información de contexto puede ser aplicada como filtro al flujo de información de la aplicación al usuario o puede brindar significado adicional a la información aportada por el usuario.

Más allá de estas consideraciones generales, también se pueden identificar los tres principales dominios de aplicación de este tipo de tecnología:

1. **Interfaces de usuario adaptativas:** Adaptando la interacción del dispositivo móvil con el entorno.
2. **Comunicación sensible al contexto:** Aplicando técnicas de optimización de acuerdo a la red utilizada.
3. **Aplicaciones de planificación pro-activas:** Utilidades para la asistencia en diferentes tareas de acuerdo a la situación.

Una visión más amplia de lo que significa sensibilidad al contexto es expuesta por Anind K. Dey en “Understanding and using context” (Dey, A., 2001).

El artículo enfatiza la importancia de definir el concepto *contexto* antes de definir *sensibilidad al contexto*. Expresa que las definiciones que existían en aquel momento eran muy específicas o muy generales y planteó la siguiente, para definir contexto dentro del ámbito de *la sensibilidad al contexto*:

“El contexto es cualquier información que puede ser utilizada para caracterizar la situación de cualquier entidad. Una entidad es una persona, un lugar o un objeto que es considerado relevante a la interacción entre un usuario y una aplicación, incluyendo a los usuarios y a las aplicaciones en sí mismas”.

Como ejemplo para decir qué es contexto y qué no es contexto, utiliza la aplicación sensible al contexto canónica por excelencia, una guía móvil turística para interiores. Las entidades obvias son el usuario, la aplicación y los sitios turísticos. Dos piezas de información serían el clima y la presencia de otras personas. Usando la definición para determinar si cada una de ellas es contexto podríamos decir que el clima no es contexto ya que la aplicación se usa en interiores y no es relevante; sin embargo la presencia de otras personas puede ser utilizada para caracterizar la situación del usuario.

Una vez dada la definición de *contexto*, procede a definir lo que se considera aplicación *sensible al contexto*:

“Un sistema es sensible al contexto si usa el contexto para proveer información relevante y/o servicios al usuario, dónde la relevancia depende de la tarea del usuario”

Dadas estas definiciones, trata de caracterizar las *aplicaciones sensibles al contexto* haciendo un estudio de las existentes, encontrándolas muy generales o muy particulares. Así que decide presentar tres categorías de características relacionadas a las aplicaciones en las que la sensibilidad al contexto puede ser una herramienta de suma utilidad:

- *Presentación* de la información y servicios al usuario
- *Ejecución* automática de un servicio para un usuario
- *Etiquetado* del contexto asociado a información para soportar su posterior recuperación

2.3.1.4 Atributos del contexto

Tobías Zimmer en (Zimmer, T., 2004) describe en mayor profundidad la definición de contexto y sus atributos generales, explorando un esquema productor-consumidor.

Para poder describir estos atributos, define lo que denomina *datos de contexto*.

Definición 1: Un dato de contexto es una parte de información que está compuesta de al menos una parte de datos de un sensor y una pieza de meta-información utilizada para interpretar la lectura del sensor.

Definición 2: La meta-información es información del entorno que ha sido provista fuera del sistema. No puede ser censada de ninguna forma.

De esta forma, los *datos de contexto* son representados en un modelo multi-etapa, donde la primera etapa es información de los sensores y *meta-información* sin procesar. En esta etapa, tanto la *meta-información* como los datos del sensor permanecen sin relación alguna. En la segunda etapa, los valores de los sensores y la *meta-información* se combinan para formar el *contexto de primer orden* o contexto básico.

Definición 3: El contexto de primer orden es un dato de contexto que es derivado directamente de los datos sin procesar de un sensor y la meta-información en un paso.

Definición 4: Un contexto de alto orden es un dato de contexto que se deriva de, al menos, uno de primer orden o de alto orden y datos sin procesar de un sensor y/o alguna meta-información.

La Ilustración 2-1 muestra la relación entre los conceptos anteriormente definidos.

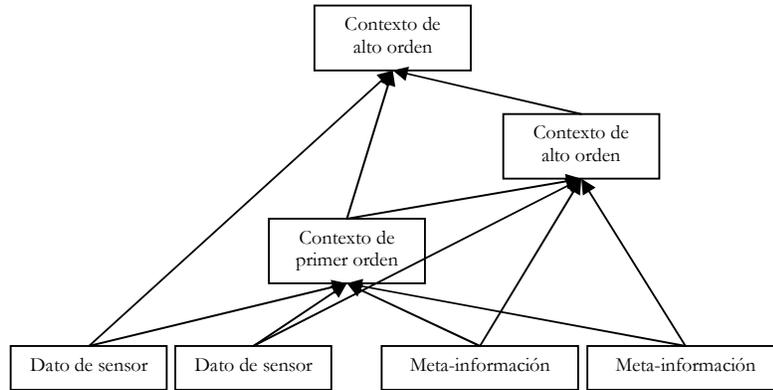


Ilustración 2-1 Modelo de contexto multi-etapa

Cada parte de *dato de contexto* tiene un tipo asignado. Este tipo determina la identidad de un *dato de contexto* e induce una clase.

Definición 5: Una clase de contexto es inducida por el tipo de un dato de contexto. La clase de contexto tiene todas las características y atributos de un dato de contexto sin valores asignados.

Definición 6: Una instancia de contexto es un dato de contexto de una cierta clase de contexto con valores concretos asignados a sus características y atributos.

Dadas estas definiciones, se procede a definir el modelo productor-consumidor.

Los artefactos en los entornos de computación ubicua interactúan mediante la comunicación de datos de contexto. Un artefacto puede proveer un dato de contexto o usar un dato de contexto proveído por otro artefacto. Cuando un dato de contexto se provee, se vuelve una instancia de una clase de contexto y el tipo que induce.

Definición 7: Un artefacto que provee un dato de contexto se llama productor de un dato de contexto.

Notar que múltiples artefactos puede utilizar el mismo dato de contexto en paralelo.

Definición 8: Un artefacto que utiliza un dato de contexto se llama consumidor de un dato de contexto.

Un artefacto puede ser consumidor y productor al mismo tiempo. Desde el punto de vista de una instancia de contexto específico, un artefacto siempre actúa como un productor o consumidor exclusivamente.

La Ilustración 2-2 muestra el esquema productor-consumidor desde el punto de vista del artefacto; mientras que la

Ilustración 2-3 muestra el esquema desde el punto de vista del contexto.

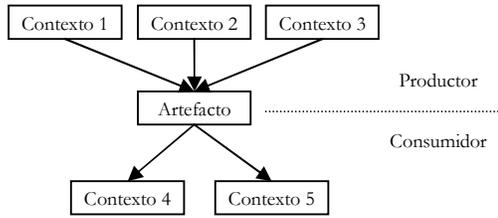


Ilustración 2-2 Esquema productor-consumidor (artefacto)

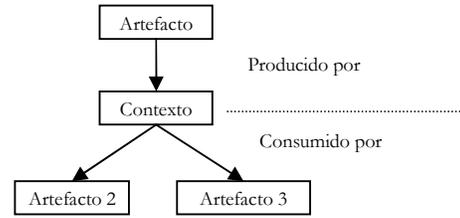


Ilustración 2-3 Esquema productor-consumidor (contexto)

Una vez definido el modelo, se analizan los atributos de los datos genéricos más comunes en los entornos de computación ubicua que son independientes del contenido de los datos de contexto, pero que se mantienen reflejados en la representación de un dato de contexto dado.

El conocimiento de estos atributos provee valor agregado, no solamente a la capa de la aplicación sino que todas las capas del sistema sensible al contexto.

Los atributos de contexto genéricos que se discuten son: la *validez*, como un atributo de grano grueso, la *relevancia*, la *fiabilidad* y la *historia del contexto* como atributos de grano fino. Estos atributos pueden pertenecer a dos clases de atributos *relativos* y *absolutos*.

El valor de los atributos absolutos puede ser provisto por un productor de datos de contexto directamente, mientras que el valor relativo de un atributo tiene que ser determinado por el consumidor en base de medidas objetivas dependiendo de la situación genera en la aplicación del consumidor.

Relevancia: La relevancia de un dato de contexto depende de la edad y de la distancia en la que los datos de contexto fueron generados (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) (Schmidt, A., 2002). El tiempo transcurrido desde la generación puede reducir significativamente la relevancia de un dato de contexto para un consumidor dado que la lectura de los sensores cambia a través del tiempo y está continuamente invalidando los datos de contexto leídos anteriormente, perdiendo éstos últimos relevancia. Notar que la edad de los datos de contexto no debe ser confundida con la historia de los datos de contexto (ver historia de contexto). La distancia relativa entre el productor y el consumidor de algunos datos de contexto también influye la relevancia de los datos de contexto.

Fiabilidad: La fiabilidad de los datos del contexto es uno de los mayores problemas cuando se construyen aplicaciones sensibles al contexto, ya que la fiabilidad de las aplicaciones depende directamente en la fiabilidad de los datos de contexto procesados. Es esencial para los componentes que procesan datos de contexto tener una medida de la fiabilidad de un cierto dato de contexto. Una forma de manejar al ambigüedad de datos de contexto es descrita por Dey en (Dey A. et al, 2002). Un aspecto importante a tener en cuenta en la fiabilidad es la dependencia de ella en la fiabilidad de la entrada de datos.

Historia del contexto: Una de las características más destacables del contexto es que en la mayoría de los casos es dinámico (Greenberg S., 2001). La historia de un contexto puede ser vista como una representación de su carácter dinámico. En (Greenberg S., 2001), Saul Greenberg señala que hay algunos factores conectados al carácter dinámico del contexto que pueden ser utilizados para tomar decisiones y disparar eventos en base a ellos. También, la historia del contexto es más que relevante en el diseño de aplicaciones sensibles al contexto por su influencia en el significado de ciertos contextos.

Validez: La validez de un contexto es un atributo binario y determina si un dato de contexto puede ser procesado por la aplicación en forma razonable o no. El valor del atributo puede depender de la *relevancia* y la *fiabilidad* de los datos de contexto así como también de la *historia*. La aplicación que consume el dato de contexto tendrá que decidir si el dato de contexto es válido o no, haciendo que la validez de un dato de contexto sea un atributo relativo dependiente de la aplicación consumidor.

2.3.2 CLASIFICACIÓN

En (Schilit, B. N., Adams, N. & Want, R., 1994) se describen cuatro categorías de aplicaciones sensibles al contexto. Estas categorías son el producto de dos puntos sobre dos dimensiones ortogonales (ver Tabla 2-2): la primera dimensión indica si la tarea es la de obtener información o si la tarea es un comando; mientras que la segunda indica si la tarea es realizada automáticamente o debe realizarse manualmente.

DIMENSIONES DEL SOFTWARE SENSIBLE AL CONTEXTO		
	Manual	Automática
Información	Selección próxima e información contextual	Re-configuración contextual automática
Comando	Comandos contextuales	Acciones disparadas por el contexto

Tabla 2-2 Dimensiones del software sensible al contexto

2.3.2.1 Selección próxima

La *selección próxima* es una técnica de interfaz de usuario donde los objetos ubicados cerca son enfatizados o puestos de una manera fácil de elegir. La técnica involucra dos variables que son el *locus* y la *selection*. El *locus* se refiere a la ubicación actual del usuario, mientras que para la *selection* existen al menos 3 tipos de objetos ubicados.

- El primer tipo de objetos tiene relación con los dispositivos de computación de entrada / salida que requieren co-ubicación para ser utilizados (impresoras, altavoces, etc.).
- El segundo tipo de objetos está relacionado con los que el usuario ya interactúa y deben ser direccionados por el proceso de software.
- Finalmente, el tercer tipo de objetos está relacionado con los lugares que se quieren encontrar.

NOMBRE	SALA	DISTANCIA
Caps	35 – 2200	200ft
Claudia	35 – 2180	30ft
Perfeactor	35 – 2301	20ft
Snoball	35 – 2103	100ft

Tabla 2-3 Impresoras en orden alfabético

DISTANCIA	NOMBRE	SALA
200ft	Caps	35 – 2200
30ft	Claudia	35 – 2180
20ft	Perfeactor	35 – 2301
100ft	Snoball	35 – 2103

Tabla 2-4 Impresoras ordenadas por distancia

NOMBRE	SALA	DISTANCIA
Caps	35 – 2200	200ft
<i>Claudia</i>	<i>35 – 2180</i>	<i>30ft</i>
Perfeactor	35 – 2301	20ft
Snoball	35 – 2103	100ft

Tabla 2-5 Impresoras más cercanas enfatizadas

NOMBRE	SALA	DISTANCIA
Caps	35 – 2200	200ft
Claudia	35 – 2180	30ft
Perfector	35 – 2301	20ft
Snoball	35 – 2103	100ft

Tabla 2-6 Impresoras escaladas por proximidad

Las Tabla 2-3 a Tabla 2-6 muestran un ejemplo en donde se ve el peso de las opciones de las impresoras en función de la cercanía de las mismas al usuario. La información se ve en tres columnas: el nombre de la impresora, la ubicación y la distancia al usuario. En Tabla 2-3 las impresoras están ordenadas alfabéticamente por nombre; en la Tabla 2-4 están ordenadas por proximidad; en Tabla 2-5 están ordenadas alfabéticamente con las impresoras más próximas enfatizadas y finalmente en la Tabla 2-6 están ordenadas alfabéticamente con las selecciones escaladas por proximidad.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en este tipo de interfaces es el ancho de banda requerido para hacerla funcionar. Actualizar el estado de estas interfaces produce tráfico en la red de comunicaciones. Las interfaces de las tablas Tabla 2-3 a Tabla 2-6 son de *grano fino*; ya que la columna distancia requiere actualización cada vez que la ubicación del usuario se modifica. Por otro lado, las interfaces de *grano más grueso* podrían mostrar la misma información basadas en zonas en vez de en distancias. Por ejemplo mostraría las impresoras disponibles en la sala en la que se encuentra el usuario.

2.3.2.2 Configuración contextual automática

La *configuración contextual automática* es el proceso de agregar nuevos componentes, remover componentes existentes, o alterar las conexiones entre componentes. Las conexiones y componentes típicos son los servidores y sus canales de comunicación con los clientes.

En el caso de la computación sensible al contexto, un aspecto interesante es saber cómo utilizar el contexto para traer diferentes configuraciones de sistema y que adaptaciones realizar.

Los sistemas que se reconfiguran basados en el contexto están sujetos a los mismos problemas que enfrentan los sistemas re-configurables en general. Además, si el contexto está cambiando muy frecuentemente, puede llevar a la distracción del usuario y volverse no-práctico (debido al desempeño de la aplicación) al adaptarse a cada cambio.

2.3.2.3 Información y comandos contextuales

La *información y los comandos contextuales* se basan en las acciones del usuario que pueden ser previstas de su situación. Las consultas a la información contextual pueden producir diferentes resultados de acuerdo al contexto en el cual son realizadas. De forma similar, el contexto puede utilizarse como parámetro de *comandos contextuales*, por ejemplo, para imprimir, se podría elegir por omisión la impresora más próxima.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta con este tipo de característica es la interacción con terceras personas. La seguridad no debe estar comprometida y es necesario proteger la seguridad y la autenticidad de la información.

2.3.2.4 Acciones disparadas por el contexto

Las *acciones disparadas por el contexto* son simplemente reglas IF-THEN utilizadas para especificar cómo los sistemas sensibles al contexto deberían adaptarse. La información sobre el contexto de uso es una cláusula de condición que dispara comandos como consecuencia del contexto.

Esta categoría de software sensible al contexto es similar a la información y comandos contextuales, excepto por el hecho de que los comandos de acción disparados por el contexto son invocados automáticamente de acuerdo a reglas previamente especificadas.

Los problemas que aparecen cuando se construyen acciones disparadas por el contexto incluyen: cómo balancear los requisitos de la ejecución temporal con la necesidad de la predicción del comportamiento; cuando el sistema pasa por varios estados en corto tiempo puede no ser deseable que esos cambios ocurran.

2.3.2.5 Ejemplos

En esta sección presentaremos ejemplos concretos de cada una de las clases de aplicaciones sensibles al contexto para tener una idea más clara de las características presentadas en la sección anterior.

Un ejemplo de *selección próxima* es una aplicación de votación donde los usuarios seleccionan las boletas de voto previamente creadas en forma alfabética o por la ubicación actual. El uso de la selección próxima es útil cuando las boletas son referenciadas en lugares particulares – por ejemplo, votar a en qué café tener el una reunión.

Por otro lado, un ejemplo de *configuración contextual automática* se produce cuando un usuario entra a una sala y se realiza un enlace automático entre el dispositivo móvil y la pizarra virtual de la sala. De esta forma las personas en la misma sala colaborar fácilmente usando la pizarra virtual. Moverse a una sala diferente produce una superficie de dibujo diferente. La *re-configuración automática* crea la ilusión de acceder al objeto virtual como si fuera físico. Un aspecto importante a señalar es que la re-configuración podría estar basada en otra información adicional a la ubicación, por ejemplo, la gente presente en una sala.

Así mismo, un ejemplo de *información y comandos contextuales* se puede ver en el explorador de ubicaciones de una aplicación que muestra un “sistema de archivos basado en ubicación”. Los directorios tienen nombres después de las ubicaciones y contienen archivos de programas y enlaces. Cuando un usuario se mueve de una sala a otra, el explorador cambia el directorio a mostrar para que se corresponda con la ubicación del usuario. También, en una oficina podemos ver el calendario y el plan de su ocupante, mientras que en la sala general se puede ver una descripción general, o cuando el usuario se encuentra cerca de la cocina podría ver las recetas para hacer café y dónde encontrar los elementos. Finalmente, podríamos dar un ejemplo de la parametrización de un botón buscar, el cual se agranda cuando uno entra a una biblioteca, mientras que usualmente permanece escondido.

Concluyendo, un ejemplo de *acciones disparadas por el contexto* se puede observar en la implementación de recordatorios contextualizados donde aparece un mensaje cuando ocurren diferentes situaciones. El usuario puede editar el recordatorio, descartarlo o ignorarlo.

2.3.3 ARQUITECTURA DE SENSIBILIDAD DE CONTEXTO BASADA EN FUSIÓN DE SENSORES

Esta sección describe las características principales de una arquitectura que combina una variedad de sensores para permitir la construcción de aplicaciones sensibles al contexto.

Para ello se plantea un modelo de trabajo y los puntos relacionados con la adquisición de la información obtenida de los sensores.

Finalmente, se muestra un diagrama en bloques del dispositivo y los prototipos construidos con este dispositivo.

2.3.3.1 Modelo de trabajo para computación móvil sensible al contexto

En (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) se expone un modelo de trabajo para la computación móvil sensible al contexto. En el mismo se propone una estructuración del concepto de contexto siguiendo el modelo que se describe a continuación:

- Un contexto describe una situación y el entorno en el que un dispositivo o usuario se encuentra inmerso.
- Un contexto está definido por un nombre único.

- Para cada contexto se identifican un conjunto de características como relevantes.
- Para cada característica relevante se determina un rango de valores (implícito o explícito) por el contexto.

En términos de este modelo, un espacio de organización jerárquica debe ser desarrollado para el contexto. En el nivel superior se propone distinguir entre el contexto relacionado con *factores humanos* en el sentido más amplio, y el contexto relacionado con el *entorno físico*.

Para cada categoría se propone una nueva clasificación en tres categorías cada una. En este nivel se proponen seis categorías para proveer una estructura general para el contexto. Dentro de cada categoría se pueden identificar las características más relevantes, de nuevo jerárquicamente, cuyos valores determinan el contexto. Un contexto adicional se provee por historia, es decir por los cambios de las características del espacio en el tiempo. Un diagrama de la situación se muestra en Ilustración 2-4.

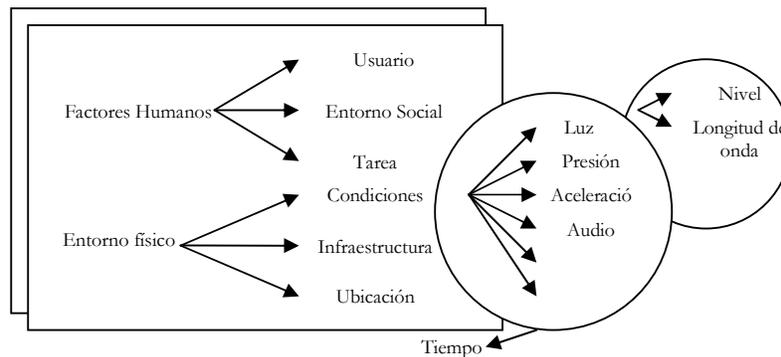


Ilustración 2-4 Modelo de trabajo para contexto

Los *factores humanos* relacionados con el contexto están estructurados en tres categorías: *información del usuario* (conocimiento de los hábitos, estado emocional, condiciones biopsicológicas, etc.), el *entorno social del usuario* (co-ubicación de usuarios, interacción social, dinámica de grupos, etc.), y las *tareas de usuario* (actividad espontánea, tareas comprometidas, metas generales, etc.).

El contexto relacionado con el *entorno físico* está estructurado en tres categorías: *ubicación* (posición absoluta, posición relativa, co-ubicación, etc.), *infraestructura* (recursos próximos para la computación, comunicación, desempeño de las tareas, etc.), y *condiciones físicas* (ruido, luz, presión, etc.).

Las situaciones y los entornos están caracterizados por un alto grado de continuidad en el tiempo, así que la historia del contexto se vuelve una característica importante para la aproximación de una situación o entornos dados.

2.3.3.2 Adquisición y aplicación del contexto

Uno de los aspectos más importantes de las aplicaciones sensibles al contexto es la adquisición de las características relevantes del entorno que influyen en la aplicación.

En (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) se indica que el contexto puede ser adquirido de dos formas: *explícitamente* (pidiendo al usuario que lo especifique) o *implícitamente* (monitoreando al usuario y la actividad basada en la computadora).

Un ejemplo de *adquisición de contexto explícita* en dispositivos móviles es la especificación de la ubicación como se pide en las PDA para adaptar las aplicaciones dependientes de la ubicación, por ejemplo el reloj.

Por otro lado, la *adquisición de contexto implícita* puede basarse en el monitoreo de las condiciones dentro del sistema persona-ordenador, por ejemplo apagar el dispositivo luego de un período de inactividad. La adquisición implícita del contexto tiene dos aproximaciones:

1. Basada en entornos inteligentes
2. Embebida en los dispositivos móviles

En la adquisición basada en entornos inteligentes, el entorno provee una infraestructura para obtener el contexto y comunicárselo a la aplicación. Un ejemplo es el sistema de Bandas activas, en el cual la banda es censada por una infraestructura que está embebida en el entorno. Otro ejemplo de la adquisición basada en entornos inteligentes, pero a otra escala, es el GPS.

La adquisición embebida en el dispositivo móvil se basa en embeber sensores en el dispositivo para adquirir el contexto del entorno físico. La principal ventaja de esta aproximación yace en no tener que delegar en la infraestructura esta actividad, y ser aplicable en cualquier entorno. Ejemplos de este tipo de adquisición incluyen aplicaciones en áreas realmente especializadas, mediante el uso de cámaras digitales y sensores de movimiento.

Para poder implementar este tipo de sistemas, (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) proponen mejorar los dispositivos móviles mediante la utilización de sensores. La tecnología de sensores es muy diversa y una pequeña reseña de los más utilizados se describe en la siguiente lista:

- Ópticos/Visión:
 - Sensores ópticos simples (foto-diodos, sensores de color, infrarrojos, ultravioleta, etc.)
 - Cámaras
- Audio (micrófonos, identificadores de voz, sensores ultrasónicos, etc.)
- Movimiento (movimiento, inclinación, aceleración, interruptores de mercurio, etc.)
- Ubicación (Posición, ubicación, proximidad, etc.)
- Biosensores (medición de pulso, presión arterial, etc.)
- Sensores especiales (sensores de tacto, temperatura, presión del aire, etc.)

Un ejemplo de utilización de sensores de movimiento integrados a las PDA para extender la interfaz con sensibilidad a los gestos es Rock'n Scroll en (Harrison B. L. et al, 1998) (Rekimoto, J., 1996).

Los biosensores son utilizados en sistemas de computación de vestir para ser sensibles al nivel de atención del usuario y el estado emocional de los usuarios (Sawhney, N., & Chris, S. 1997).

Sensores de ambiente también se pueden utilizar para brindar soporte a trabajadores en espacios de trabajo móviles, para ser sensibles a la ubicación de objetos y su estado (Korteum, G., Segall, Z. & Bauer, M., 1998).

2.3.3.3 Fusión de sensores

En el artículo (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) se muestra un prototipo que implementa *la fusión de sensores para la sensibilidad al contexto*. La aproximación se basa en la fusión de sensores simples en un componente de sensibilidad para poder asociar patrones de datos en un contexto específico.

Se trata de una arquitectura en capas para implementar la sensibilidad de contexto multi-sensorial. Las capas proveen sucesivas abstracciones de las condiciones físicas medidas en una situación dada. Estas capas se detallan a continuación:

- **Sensores:** En este nivel, se distinguen sensores lógicos y físicos:
 - **Sensores físicos:** Los *sensores físicos* son componentes de hardware electrónicos que miden los parámetros físicos del ambiente.

- **Sensores lógicos:** Los *sensores lógicos* son hosts de los *sensores físicos* y recopilan su información.
- Cada sensor considera una función dependiente del tiempo que devuelve un valor escalar, un vector o un valor simbólico. Se define un conjunto de valores (finito o infinito) de posibles valores para cada sensor.
- **Clave:** el concepto de *clave* provee una abstracción de los sensores lógicos y físicos. Para los sensores físicos la introducción de las *claves* como abstracción, también resuelve el problema de la calibración. Una *clave* es una función que toma los valores de un único sensor en un tiempo determinado como una entrada y provee un valor de salida simbólico. Para cada clave se define un conjunto de posibles valores (infinitos o finitos). Cada *clave* depende de un solo sensor pero diferentes *claves* podrían estar basadas en el mismo sensor.
- **Contextos:** Un contexto es una descripción de una situación en un nivel abstracto que se deriva de las *claves* disponibles. El contexto es descrito por un conjunto de vectores bidimensionales. Cada vector contiene un valor simbólico que describe las situaciones, y un número que indica la certeza que el usuario o el dispositivo tiene en la situación actual. Se define un conjunto finito de valores simbólicos para el contexto.
- **Scripting:** Esta capa provee mecanismos para incluir información de contexto a la aplicación. La semántica soportada es *entrando a un contexto*, *saliendo de un contexto* y *mientras se encuentra en el contexto*.

Un diagrama de las capas de la arquitectura se muestra en la Ilustración 2-5.



Ilustración 2-5 Arquitectura en capas de un sistema TEA

2.3.3.4 Prototipos

En (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999) se presentaron dos interfaces de usuario para PDA sensibles al contexto basadas en sensores:

1. La primera de ellas es una pantalla sensible a la luz la cual integra sensores simples que pueden mejorar substancialmente la usabilidad de los dispositivos móviles. Se integró un sensor de luz en una Palm para proveerle sensibilidad a las condiciones de luz del ambiente mediante la cual se puede controlar la luz de fondo de la pantalla.
2. La segunda es una interfaz de usuario sensible a la orientación, la cual es sensible mediante el uso de 2 interruptores de mercurio y una electrónica simple. La orientación de la pantalla es adaptada a la orientación del dispositivo.

En (Schmidt, A.; Beigl, M. & Gellersen H. W., 1999), también se define un dispositivo de sensibilidad para experimentación. El dispositivo provee un conjunto de sensores que se pueden añadir a un dispositivo móvil para que el mismo tenga la capacidad de ser sensible al contexto. El objetivo de este dispositivo es asociar las mediciones a patrones en los datos tomados de los sensores para un contexto específico mediante la arquitectura anteriormente descrita y el dispositivo que describiremos a continuación.

El dispositivo está enfocado en la adquisición de datos, el sistema simplemente muestrea los datos de los sensores y los empaqueta en una señal digital que puede ser transferida a una computadora estándar portátil para su futuro procesamiento.

Los datos atraviesan el sistema a través de cuatro bloques principales: los sensores, el convertidor analógico digital, el micro-controlador y la línea serie. La Ilustración 2-6 muestra un diagrama esquemático de la situación. El sistema se detalla en más profundidad en el artículo (Schmidt, A. et al, 1999).

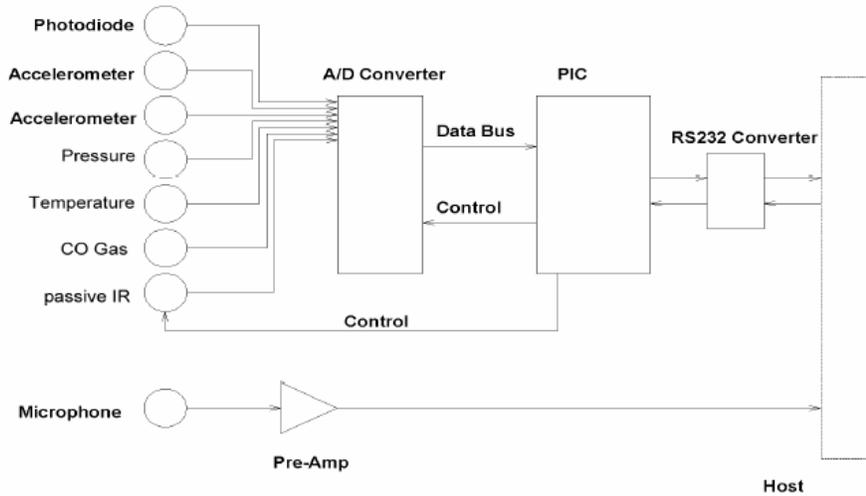


Ilustración 2-6 Esquema de la placa de toma de información de sensores

2.3.4 ARQUITECTURA PARA APLICACIONES SENSIBLES AL CONTEXTO INDEPENDIENTE DEL SISTEMA DE SENSORES

Esta arquitectura fue presentada en el artículo “Understanding and Using Context” (Dey A. K., 2001) y fue concebida para obtener el contexto sin tener que preocuparse por cómo la información de contexto fue tomada de los sensores.

La arquitectura propuesta, el Context Toolkit (Salber, D., Dey, A. K. & Abowd, G. D., 1999), es capaz de soportar las características más comunes de las aplicaciones sensibles al contexto: captura y acceso del contexto, almacenamiento, distribución e independencia de la ejecución de las aplicaciones.

Para ello dispone de las siguientes tres abstracciones (implementadas) y una cuarta a implementar:

1. Context Widget
2. Intérprete de contexto
3. Agregación de contextos
4. Situación (a implementar)

Las relaciones entre las diferentes abstracciones se muestran en Ilustración 2-7.

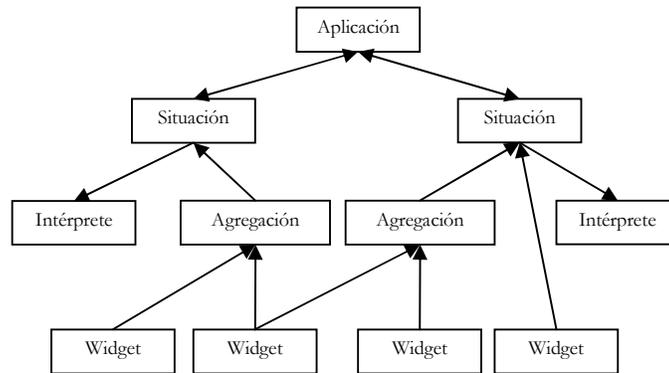


Ilustración 2-7 Relaciones de abstracciones de la arquitectura

2.3.4.1 Context Widget

El trabajo se basa en un trabajo previo (Schilit, B., Adams, N. & Want, R., 1994) en el que se presentó el *context widget* que es una abstracción que implementa este concepto. Un *context widget* es responsable de adquirir un cierto tipo de información de contexto y hace que la información esté disponible a las aplicaciones de manera genérica, sin importar de cómo esta información es censada.

Las aplicaciones pueden acceder al contexto desde los widgets utilizando los métodos tradicionales de polling y suscripción disponibles comúnmente en los widgets de las interfaces gráficas de usuario.

En la mayoría de las aplicaciones GUI los widgets son instanciados, controlados y utilizados por una única aplicación. En contraste, las aplicaciones sensibles al contexto basadas en esta arquitectura no instancian widgets de contexto individuales, pero deben ser capaces de acceder a los existentes, cuando lo requieran. Para conseguir este requisito, los widgets de contexto operan independientemente de las aplicaciones que los usan. Esto simplifica la carga de programación del diseño de la aplicación ya que no se necesitan mantener los widgets de contexto, mientras si se permite comunicarse con ellos. Como los widgets de contexto se ejecutan independientemente de las aplicaciones, hay una necesidad de hacerlos persistentes y disponibles en todo momento.

Un aspecto muy importante de las aplicaciones sensibles al contexto es la información histórica, el Context Toolkit provee soporte para el almacenaje del contexto. Los widgets de contexto automáticamente almacenan todo lo que el contexto censa y lo mantiene disponible a cualquier aplicación interesada en esa información. Las aplicaciones pueden utilizar la información histórica para predecir acciones o intenciones futuras de los usuarios.

2.3.4.2 Intérprete de contexto

Esta funcionalidad de predicción o interpretación está encapsulada en una abstracción denominada *intérprete de contexto*. Los *intérpretes de contexto* aceptan uno o más tipos de contexto y producen una pieza única de contexto. Un ejemplo es convertir un nombre en dirección de correo electrónico o interpretar de todos los widgets en una sala de conferencias para determinar si una reunión está aconteciendo.

Una de las características presentadas en esta arquitectura es que hace la distribución del contexto transparente a las aplicaciones sensibles al contexto, mediando todas las comunicaciones entre las aplicaciones y los componentes. Por ejemplo, las entradas tradicionales de los usuarios provienen tanto del teclado como del ratón. Estos dispositivos están conectados con la computadora que está siendo utilizada. Sin embargo, cuando se trata de un contexto, los dispositivos comúnmente no están conectados directamente a la computadora que está ejecutando la aplicación. Tal es el caso de un sistema de posicionamiento infrarrojo, el cual está basado en una amplia red de emisores diseminados en la construcción que se está censando.

2.3.4.3 Agregación de contexto

La última abstracción que soporta la arquitectura es la *agregación de contextos* que recopila o agrega contextos. La noción de agregado viene directamente de la definición de contexto expresada en (Dey, A. K., 2001) en el que se define como información utilizada para caracterizar una situación de una entidad.

Si se piensa un *context widget* como responsable de una única pieza de información, se necesita una abstracción que represente a la entidad. Esta abstracción, llamada *agregación de contexto*, es responsable de todos los contextos de una única entidad. Cuando los diseñadores piensan acerca del contexto y las interacciones, es natural pensar en término de entidades, y eso hace que una agregación de la abstracción correcta se utilizada para en la construcción de aplicaciones. En definitiva, las agregaciones recolectan el contexto de una entidad (por ejemplo una persona) de los *context widget* disponibles, comportándose como un proxy de contextos para las aplicaciones.

2.3.4.4 Situación

Esta nueva abstracción está un nivel arriba de los widgets, intérpretes y agregaciones. La idea de esta abstracción deriva de la idea de contexto presentada también en (Dey, A. K., 2001). Los diseñadores de aplicaciones necesitan hacer polling o subscribirse explícitamente a los widgets y agregaciones para obtener información del contexto y llamar a los intérpretes para determinar cuando las entidades relevantes están en un estado particular y tomar las acciones adecuadas. Esta colección de estados puede ser descripta por una *situación*.

2.4 SENSIBILIDAD A LA UBICACIÓN

Hasta ahora, el *contexto* es un término aceptado para describir el estado del entorno o ambiente en donde las aplicaciones son utilizadas. Algunos contextos comunes son la *computación* (estado de la red, ancho de banda, recursos cercanos, energía y otros parámetros de QoS), el *usuario* (identidad, perfil, personas u objetos cercanos, y las situaciones sociales que actualmente atraviesa), *físicos* (ubicación, iluminación, temperatura, nivel de ruido, condiciones ambientales y posibles actividades) y el *tiempo* (hora del día, semana, mes año, estación, citas).

Una aplicación es *sensible al contexto* si tiene la habilidad de adaptar su comportamiento en función de la información extraída e interpretada del entorno en el cual está siendo utilizada.

Teniendo clara la definición de sensibilidad al contexto y tomando en cuenta sus orígenes hacemos “una vuelta a las raíces” al tomar este tema, ya que la sensibilidad al contexto, en un principio surgió como sensibilidad a la ubicación.

Así, como las aplicaciones sensibles al contexto son un subconjunto de la computación ubicua; las aplicaciones sensibles a la ubicación pueden verse como un subconjunto de las aplicaciones sensibles al contexto, en las que la ubicación es su parte fundamental.

Ponemos especial atención en este tipo de aplicaciones porque son las más difundidas y explotadas del campo. Además, como se verá más adelante, son de especial utilidad en las aplicaciones de m-learning que es el dominio de aplicación o caso de estudio de este trabajo.

A grandes rasgos, las aplicaciones sensibles a la ubicación pueden dividirse en dos grandes grupos. Por un lado, las aplicaciones sensibles a la ubicación de exteriores y las aplicaciones sensibles al contexto de interiores. Esta clasificación se basa principalmente en la forma y precisión con la que los objetos o personas pueden ser ubicados. En general, las aplicaciones sensibles al contexto de interiores necesitan una determinación de la ubicación más precisa que las de exteriores.

Las aplicaciones sensibles a la ubicación de exteriores, generalmente utilizan el GPS como herramienta, instrumento o medio de ubicación. El GPS ha sido un método utilizado en los vehículos por muchos años y ha probado determinar ubicaciones de forma adecuada con estimaciones de

alrededor de 10 metros en condiciones externas y escenarios típicos de aplicación (Kaplan, E. D., 1996).

Sin embargo, los sistemas de GPS no son confiables en áreas urbanas densamente pobladas y entornos de interiores. De esta forma, los usuarios requieren un sistema de localización más preciso y exacto para calcular su posición.

Por lo tanto, concentraremos la atención en las aplicaciones sensibles al contexto de interiores.

Aunque nuestra intención es aplicar la tecnología de sensibilidad al contexto a las aplicaciones del aprendizaje, haremos una breve reseña de las posibilidades de esta tecnología en los diferentes dominios de aplicación. Luego presentaremos los requisitos necesarios de los sistemas de posicionamiento de interiores en función de las diferentes aplicaciones. Una vez definidos estos requisitos, se presentarán las técnicas de localización de interiores y las tecnologías que actualmente se utilizan para llevar a cabo este tipo de tareas.

2.4.1 DOMINIOS DE APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE SENSIBILIDAD A LA UBICACIÓN EN INTERIORES

Los servicios y aplicaciones basados en la ubicación han surgido tanto en los sectores privados como públicos. El mercado incluye, pero no se limita a, la educación, salud, seguridad, museos, manufactura, logística, etc.

- **Servicios de rastreo y monitoreo:** Estas aplicaciones involucran el monitoreo y el rastreo de personal, equipamiento o cualquier otro artefacto de interés.
 - **Objetos:** El rastreo y monitoreo de objetos, como el equipamiento médico, permite determinar la ubicación del equipo ahorrando tiempo y dinero. El monitoreo de equipamiento valioso reduce las oportunidades de robo mediante el uso de alarmas cuando se sale de un área específica. Sin embargo, las etiquetas de RFID pasivas son la única tecnología que puede ser utilizada para rastrear objetos que no contiene baterías u otra fuente de energía (Patil A. et al, 2005).
 - **Personas:** Una aplicación del monitoreo de personas en un entorno médico permite determinar donde se encuentran el plantel médico y los pacientes. Este conocimiento permite saber quién se encuentra en el radio de alguna emergencia y quién puede estar libre para atenderla.
- **Servicios de navegación:** La ubicación de un usuario es utilizada en los servicios de navegación. Este servicio puede proveer al usuario u otros visitantes información detallada para ir de un lugar a otro. Este tipo de aplicación es un muy popular en desarrollos con GPS. La mayoría de la investigación se enfoca en métodos novedosos de guía para ciegos (Ran, L.; Helal, S. & Moore, S., 2004) (Evans, J. et al, 1992).
- **Sistemas de guías de museos:** Provee a los visitantes de un museo la ubicación de atracciones nuevas o existentes. Los usuarios tienen la posibilidad de utilizar rutas basadas en sus preferencias e información de la atracción (Chou, L. et al, 2004) (Ciavarella, C. & Paternò, F., 2004) (Abowd, G. D., 1997) (Gallud J. A., 2005) entre otros, se dedica una sección a ello.
- **Asistente de compra:** Provee a los compradores con la habilidad de ubicar productos, obtener detalles de los productos, realizar análisis comparativos de productos, e informar a los compradores cuando están cerca de los ítems de venta. La creación de perfiles de compradores se utiliza para generar servicios sensibles al contexto.
- **Monitores de salud:** La información del paciente, signos vitales y otra información relevante puede estar disponible a los profesionales de la salud cuando realizan sus rondas diarias.
- **Servicios de biblioteca:** Ofrece un servicio de entrada y salida de recursos de la biblioteca automático. Los servicios de biblioteca detectan el robo de libros y proveen la habilidad de encontrar libros mal ubicados.
- **Juegos:** Un ejemplo es “La caza del tesoro” cuyo objetivo es encontrar diferentes marcas.
- **Servicios de restaurante:** Ofrecen la opción de sentarse en cualquier mesa, ordenar la comida y pagar con una necesidad mínima del plantel de empleados.

- **Servicios de emergencia:** Rastrea a los bomberos y otras personas dentro de los edificios. Esta información se utiliza para proveer ayudas y cumplir las metas de la misión. Las ayudas incluyen la descripción de la disposición de las salas, ubicación de las salidas más cercanas y comunicación con los camaradas más cercanos para una posible asistencia (Miller, L. E. et al, 2006).

2.4.2 REQUISITOS DE LOS SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO DE INTERIORES

Las tecnologías de ubicación de interiores varían entre 30 cm. y 90 cm. a 1 m (Ward, A.; Jones, A. & Hopper, A. 1997). El costo y la complejidad de determinar las ubicaciones virtuales de manera exacta crece en proporción al incremento de esa exactitud. Una de las preguntas que surge es la siguiente “¿Cuál es la granularidad (fina o gruesa) que se necesita para soportar la mayoría de las aplicaciones sensibles al contexto?”.

Aparentemente un gran subconjunto de aplicaciones requiere una precisión de grano fino, pero ¿es posible obtener esta precisión a un costo razonable? Estas preguntas son difíciles de responder, sin embargo para encontrar un balance entre el costo y la usabilidad del sistema es imprescindible estudiar la precisión necesaria en cada caso y ajustar la tecnología a utilizar de la mejor manera.

2.4.2.1 Propiedades del posicionamiento

En esta sección veremos dos propiedades fundamentales del sistema de posicionamiento para el desarrollo de sistemas de ubicación para interiores.

Ubicación absoluta vs. Ubicación relativa: Los sistemas de ubicación absoluta utilizan una grilla de referencia compartida para ubicar a todos los objetos (por ejemplo, el GPS da la latitud, la longitud y la altitud para informar la ubicación de un usuario). Los sistemas de ubicación relativa tienen su propio marco de referencia (por ejemplo, habitación 240 en un hotel).

Posicionamiento centralizado vs. Posicionamiento localizado: Los sistemas de toma de información de posición centralizada calculan y/o mantienen la posición del usuario en un lugar central.

Mantener la información de la ubicación de todos los usuarios en un lugar central tiene la ventaja de que los usuarios tienen que confiar en una sola entidad, pero la desventaja de que todos son vulnerables a esta entidad (Ravi, N. et al, 2006). Por otro lado, los sistemas de toma de información de sensores localizados calculan estimaciones basados en el dispositivo del usuario.

Esto da al usuario el control sobre su ubicación. Desafortunadamente, la mayoría de los dispositivos de ubicación actuales no son tan “pasivos” como sería deseable. Por ejemplo 802.11 disipa su existencia a la infraestructura regularmente (LaMarca, A. et al, 2005).

2.4.2.2 Medidas de desempeño del sistema

Esta sección describe las medidas clave de desempeño de un sistema de posicionamiento de interiores utilizadas para evaluar los sistemas.

Precisión y exactitud: Una clave métrica para evaluar un sistema de ubicación es la exactitud, definida como, cuánto se estima que la posición obtenida se desvía de la posición real. La exactitud se denota por un valor de exactitud y valor de precisión (por ejemplo, 15 cm. de exactitud el 95 % del tiempo). La precisión indica el porcentaje del tiempo que el sistema de localización provee la exactitud dada. La exactitud de un sistema de toma de información de ubicación se utiliza normalmente para determinar si el sistema elegido es aplicable a una situación concreta. La Ilustración 2-8 muestra los requisitos típicos de exactitud para el conjunto de aplicaciones sensibles a la ubicación más comunes.

APLICACIONES POTENCIALES	EXACTITUD EN METROS
Posicionamiento de herramientas	0,01
Guía de robots o ciegos	0,01 – 0,5
Rastreo de cosas	0,5 – 1
Servicios de emergencia	1
Guía pedestre de rutas en edificios	1 – 1,5
Servicios basados en ubicaciones	1 – 3
Advertencias	1 – 5
Anuncios	1 – 100

Ilustración 2-8 Exactitud de ubicación para aplicaciones sensibles a la ubicación

Escalabilidad y adaptabilidad: Los sistemas de ubicación en exteriores deben adaptarse a los cambios (por ejemplo, fallos en el hardware o topología de la red) y expandirse a otros edificios sin afectar lo que ya está implementado. Más aún, cualquier sistema de ubicación debería ser usable indiferentemente en interiores o exteriores.

Habilidad de ser de vestir (Wear-ability): Los sistemas de navegación personales deben ser fáciles de llevar y no deben ser una distracción a los usuarios, como lo es estar siempre mirando las pantallas. Los usuarios no deberían tener restricciones de comunicación por cables o abrojos de numerosos sensores en todo el cuerpo. Idealmente, los usuarios deberían tener las manos libres y utilizar Head Up Displays.

Entorno: El desempeño de la mayoría de los sistemas de estimación de ubicación es dependiente del entorno en el que el sistema de ubicación es desplegado. Factores como los materiales del edificio, la densidad de las paredes, ubicación de las etiquetas y los dispositivos de posicionamiento relativos al cuerpo del usuario pueden afectar en gran medida el desempeño.

Respuesta / latencia: Los sistemas de ubicación deberían proveer estimaciones de posición en tiempo real. Tener un servidor centralizado de cálculo de la estimación de la posición de un usuario toma tiempo de comunicación inalámbrica en ambos sentidos. De otra manera, tener que calcular la estimación de posición en el dispositivo puede tomar mucho tiempo debido a que la mayoría de los dispositivos tienen poder de procesamiento muy restringido para procesar algunos algoritmos.

Costo: Hay muchos costos asociados con los sistemas de ubicación, tanto directos (por ejemplo, el hardware) como indirectos (por ejemplo, instalaciones). Estos costos deberían ser mínimos cuando se evalúa o diseña un sistema de ubicación. Entre los costos más comunes se incluyen:

- Infraestructura (servidores, puntos de acceso, etiquetas, sensores, etc.)
- Instalaciones (cableado, mano de obra, renovaciones)
- Mantenimiento (tiempos medios de fallas, re-calibraciones, tiempo de reparación, repuestos, baterías, actualización de bases de datos, re-ubicación de etiquetas, etc.)
- Configuración (etiquetado del entorno, creación de las bases de datos de información, etc.)

Energía: Todos los dispositivos móviles, sensores y etiquetas requieren energía. El bajo consumo y la eficiencia de energía del sistema de ubicación deberían ser una meta, ya que el recambio de baterías suele ser muy tedioso.

2.4.3 TÉCNICAS DE UBICACIÓN DE INTERIORES

Existen numerosas técnicas de localización para proveer un posicionado de interiores exacto. Las técnicas se clasifican de la siguiente manera: basadas en señales, basadas en imágenes y basadas en sensores electrónicos.

2.4.3.1 Técnicas basadas en señales

Estas técnicas han sido las primeras aproximaciones para proveer estimación de ubicaciones en interiores. Suelen ser relativamente baratas, rápidas y simples de implementar. Por estas razones han sido las más utilizadas en este tipo de estimaciones.

2.4.3.1.1 Trilateration

Este método determina las posiciones relativas de los usuarios utilizando la geometría de los triángulos en una forma similar a la triangulación. Sin embargo, a diferencia de la triangulación, que usa la medida de los ángulos, junto con al menos una distancia conocida, para calcular la ubicación del sujeto; la *trilateration* utiliza la ubicación de dos o más puntos de referencia, y la distancia medida entre el usuario y cada punto de referencia. La distancia puede ser calculada usando las medidas de nivel de señal o las medidas de los “Tiempos de vuelo” (ToF) de cada una de las referencias.

Para determinar de forma exacta y única la posición relativa de la ubicación de un punto en un plano de dos dimensiones utilizando *trilateration* generalmente se necesitan al menos tres puntos de referencia.

Esta técnica sufre de una severa propagación multi-camino (por ejemplo, las señales de radio alcanzan la antena por dos o más caminos), reflexión (por ejemplo, las señales de radio rebotan en objetos y paredes antes de alcanzar la antena receptora) y el fading (por ejemplo, variación de las características de las señales de radio como resultado del movimiento de la antena receptora).

Un ejemplo se muestra en la Ilustración 2-9. Los puntos de referencia **P1**, **P2** y **P3** son conocidos. Se asume que el usuario está en **B**. Midiendo r_1 y r_2 se achica la ubicación del usuario a **A** o **B**. La tercera medida r_3 provee la ubicación del usuario en **B**.

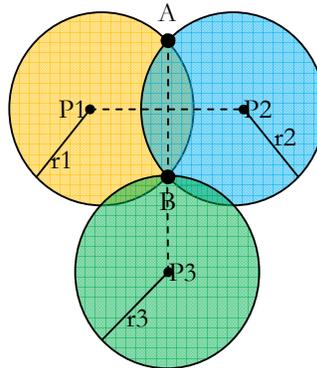


Ilustración 2-9 Ejemplo de trilateration

2.4.3.1.2 Proximidad o celda de origen (CoO)

En este método, la localización del usuario es descrita en una cierta área de celda alrededor de la transmisión. Esta técnica mejora el desempeño cuando existe un denso despliegue de transmisores. Si más de un transmisor es detectado, la ubicación del usuario es determinada por el alcance del transmisor con la señal más fuerte. Sin embargo, estimaciones de ubicación pueden ser determinadas por el solapamiento detectado por las celdas de transmisión ubicando al usuario dentro del área de solapamiento.

La Ilustración 2-10 muestra un ejemplo de la técnica de proximidad; (a) muestra al usuario **B** posicionado en la celda creada por el transmisor **P1**; (b) muestra al usuario **B** posicionado en la celda de solapamiento creada por los transmisores **P1** y **P2**.

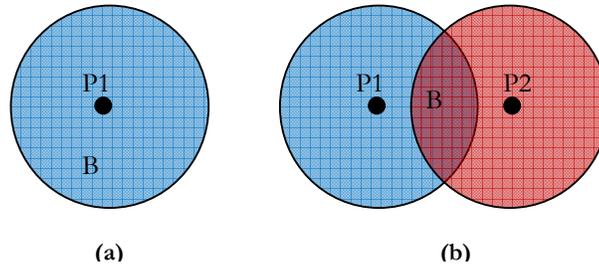


Ilustración 2-10 Técnica de proximidad

2.4.3.1.3 Multilateration (Posicionamiento hiperbólico)

Multilateration es el proceso de localizar un usuario mediante la computación exacta de la “Diferencia del tiempo de arribo” (TDOA) de una señal emitida por el dispositivo del usuario a tres o más receptores.

La Multilateration utiliza un solo receptor para localizar al dispositivo, midiendo el TDOA de las señales emitidas desde tres o más transmisores sincronizados en posiciones conocidas. La Multilateration es usualmente más exacta que el método de trilateration.

Esta técnica también sufre de propagación multi-camino severa y fading. Un ejemplo de multilateration se ve en la Ilustración 2-11. Las tres líneas de puntos son los contornos de la señal TDOA creada por los receptores para localizar el dispositivo del usuario. Las tres bolas iluminadas con las señales de TDOA son recibidas por el dispositivo para determinar su propia ubicación.

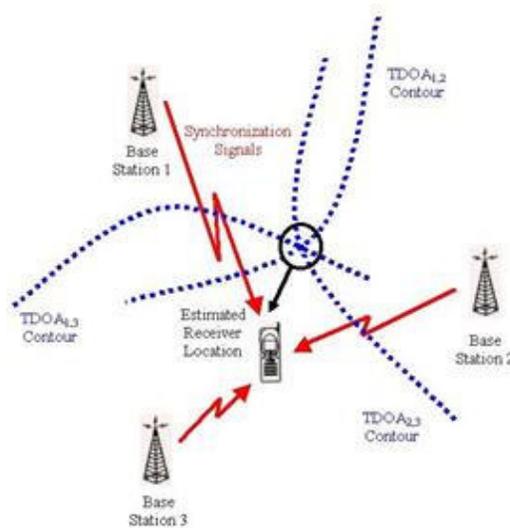


Ilustración 2-11 Ejemplo de multilateration

2.4.3.1.4 Huella digital (Potencia de la señal)

La ubicación del usuario es determinada por comparación de la medición de señal actual con valores previos guardados en una base de datos. Esto requiere el registro y calibración de los parámetros en ubicaciones conocidas a través del entorno. Otros parámetros incluyen el Indicador de Potencia de Señal Recibida (RSSI), La relación Señal Ruido (SNR) y la calidad del enlace.

2.4.3.1.5 Unión

Dos o más de las técnicas de señales anteriormente mencionadas pueden ser combinadas para obtener estimaciones de posicionamiento más robustas. Por ejemplo, el sistema Cricket Location (Priyantha, N.; Chakraborty, A. & Balakrishnan, H., 2000) combina las tecnologías ultrasónicas y de radio frecuencia para inferir la ubicación. Otro ejemplo es el proyecto de ubicación Place Lab (LaMarca, A.

et al, 2005) el cual investiga la combinación de las tecnologías de celulares, de radio frecuencia y Bluetooth.

2.4.3.2 Sensores Dead-reckoning

La navegación *Dead-Reckoning* calcula la posición del usuario recolectando datos de sensores, como la velocidad, el tiempo y la dirección desde una posición de comienzo conocida. Los sensores Dead-reckoning pueden ser combinados para crear Sistemas de Navegación Inerciales (INS) o Módulos Dead-reckoning. La técnica Dead-reckoning está compuesta de dos partes, la estimación de la distancia recorrida del usuario y la dirección del movimiento.

Los INS determinan la posición del usuario por el análisis y monitoreo constante de los datos de los sensores. Comenzando en una posición conocida, el INS calcula la distancia de recorrido y la dirección del usuario.

Técnicas de recorrido de distancias mediante INS: Determinar la distancia recorrida usando INS consiste de dos partes: detección del paso y estimación de la longitud. La detección de un paso puede ser determinada por la medida de la aceleración vertical a través de un acelerómetro. Cada vez que un paso es detectado, se estima la longitud del paso. Existen muchas aproximaciones, desde el paso fijo, a determinar la actividad del usuario el cual puede ayudar a desarrollar estimaciones de longitud de pasos adaptativas. Un ejemplo de este tipo de sistemas son las sandalias GETA (Okuda, K. et al, 2005) que utilizan sensores de presión para detectar los pasos y transmisores-receptores para determinar la longitud del paso. Otro ejemplo, es el Visual Odometer (Chou L. et al, 2004) que utiliza un par de cámaras estéreo y un algoritmo de estimación egomotion para calcular la distancia. Egomotion determina el movimiento del objeto al cual la cámara está adosada usando captura de imágenes de la cámara. Se extraen características comunes en las imágenes extraídas de la cámara derecha e izquierda y luego son procesadas. Sabiendo la geometría de las cámaras, la posición de las características relativas a la cámara puede ser calculada. De esta información, la distancia y la dirección del usuario son estimadas de la diferencia en la posición de las características rastreadas en los sucesivos cuadros. Otra forma de calcular recorridos es usando información externa, como un GPS, la longitud del paso puede ser calibrado para los diferentes usuarios.

Estimación de la dirección en INS: Las estimaciones de la dirección pueden ser obtenidas por medio de un sensor giroscopio o brújula usualmente integrado en el INS

Errores INS: Los sistemas inerciales miden el movimiento a partir de una posición inicial conocida. Sin embargo, sin las actualizaciones de posición adecuadas y frecuentes, los INS sufren de un constante error de posicionamiento denominado *drift*. El error *drift* ocurre cuando pequeños errores son introducidos en el proceso de la toma de información de los sensores. Estos errores son usualmente pequeños pero, como la técnica Dead-reckoning delega sus cálculos en cálculos previos, el error es acumulativo y crece de forma lineal. Así que, usando un INS en períodos cortos puede producir estimaciones de posicionamiento muy exactas pero, a largo plazo una solución es restablecer el error *drift* periódicamente usando una o más tecnologías (por ejemplo, GPS).

2.4.3.3 Técnicas de comparación de imágenes

El análisis de la escena examina un punto de vista particular para hacer conclusiones acerca de la ubicación del observador. La escena puede ser representada por imágenes visuales, como cuadros capturados por cámara de video de vigilancia o cámaras de teléfonos.

La mayoría de la investigación en las técnicas de comparación de imágenes para el posicionamiento de interiores ha sido en el área de rastreo óptico usando una cámara de video. El problema principal de esta técnica es la habilidad de hacer una distinción entre las características usables e inusables de la secuencia de imágenes de entrada en un tiempo razonable.

Cuanto más distinguible es un objeto, es más relevante es como marca. La integración de marcas como puntos de orientación no debe ser subestimada. En esta dirección, las marcas son esenciales

como los nombres de calles, fáciles de recordar, pueden ser vistas a distancia y requieren menos información para seguirlas.

Extracción de características: Existen muchas técnicas utilizadas para la extracción de características, las cuales están basadas en intensidades de escalas de grises o colores, bordes, esquinas o flujo óptico de una secuencia de imágenes.

El uso en tiempo real de la extracción de características mediante flujo óptico requiere mucho tiempo de computación.

Las características son usualmente representadas como puntos, contornos u otras formas que son extraídas para determinar la ubicación usando una imagen directamente o mediante comparación.

Existen diferentes técnicas para el reconocimiento de marcas, como *el vecino más próximo* o *los clasificadores lineales*. Otro método popular mide el movimiento de las características en las imágenes previas o posición previa de la cámara para determinar la distancia recorrida.

El análisis de la escena requiere no solamente la extracción y detección de características sino que también la de reconocerlas.

Reconocimiento de intensidades en escala de grises o colores (Histogramas): Las características pueden ser determinadas utilizando usando valores de colores o intensidades de escala de grises similares de un punto o región dentro de una imagen. Un histograma es una representación de una imagen derivada de contar el “espacio del color” de cada píxel. Esta técnica se utiliza principalmente en situaciones donde la velocidad de procesamiento es un factor importante en la elección del algoritmo.

Como ejemplo, algunos edificios pintan las plantas o departamentos de diferentes colores para un fácil reconocimiento de cara a los empleados o visitantes. Un aspecto del uso de colores sobre las escalas de grises para el reconocimiento de una característica es que un color puede cambiar dramáticamente cuando se examina en condiciones de iluminación cambiantes llevando a una clasificación de características errónea. Un ejemplo en donde el reconocimiento de colores podría ser utilizado se muestra en la Ilustración 2-12. La ubicación del usuario puede ser determinada en un piso o área específicos en función de una cinta de color en la pared.



Ilustración 2-12 Posible uso del reconocimiento de colores

Reconocimiento de bordes horizontales y verticales: Los bordes horizontales y verticales pueden ser identificados fácilmente en las imágenes. Estos bordes pueden ser utilizados para reconocer características dentro de una imagen o los bordes pueden ser directamente comparados a los de una imagen almacenada. Esta técnica también es útil cuando una imagen es tomada con una cámara móvil. Una vez que los bordes son reconocidos, la imagen puede ser girada para que los bordes horizontales sean paralelos unos con otros. Esto también se puede llevar a cabo para los bordes verticales. Estas transformaciones de giro de imagen pueden utilizarse para enderezar una imagen girada. La Ilustración 2-13 muestra un ejemplo. La Ilustración 2-13(a) muestra la imagen capturada, la Ilustración 2-13(b) muestra la detección de bordes horizontales y verticales y finalmente la Ilustración 2-13(c) muestra la imagen girada como si hubiese sido tomada en forma recta.

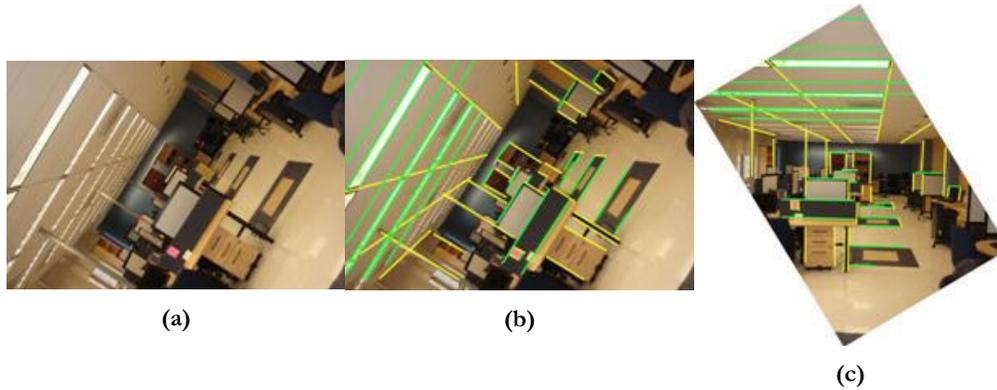


Ilustración 2-13 Reconocimiento de bordes horizontales y verticales

Reconocimiento de objetos o correspondencia de formas: El conocimiento de las intensidades de los píxeles y bordes dentro de una imagen pueden llevar al reconocimiento de objetos simples en interiores. Algunos objetos de interiores incluyen ventanas, puertas, escritorios, sillas, carteles, computadoras, monitores, etc.

La localización de interiores utiliza cámaras de teléfonos móviles. (Ravi, N. et al, 2006) utiliza técnicas similares para estimar la ubicación del usuario a nivel de una sala. Un ejemplo se puede ver en Ilustración 2-14. Los puntos verdes resaltan algunos objetos para su posible reconocimiento. Esta técnica requiere máquinas de aprendizaje para poder reconocer un objeto.



Ilustración 2-14 Reconocimiento de objetos o correspondencia de formas

Los primeros intentos de análisis de escena tenían el entorno inundado de etiquetas visuales codificadas (Ballagas, R. et al, 2005) (Rekimoto, J. & Ayatsuka, Y., 2000) (Rohs M. & Zweifel, P., 2005) (Toye, E. et al, 2005). Estas etiquetas eran fácilmente confeccionadas por impresoras normales. Las etiquetas visuales codificaban un montón de datos pero debían estar en línea directa con la cámara. Las etiquetas visuales dentro del entorno pueden ser utilizadas para detectar a la ubicación actual de los usuarios o la identificación de objetos.

Cada etiqueta es un patrón de mapa de bits (circular o rectangular) que debe ser decodificado. Técnicas similares a las descritas anteriormente como la detección de bordes e intensidades de grises son utilizadas para decodificar la información de una etiqueta. Barras de guía y puntos centrales son regiones utilizadas para orientar al algoritmo de reconocimiento de las etiquetas visuales.

La Ilustración 2-15 representa un ejemplo de etiquetas visuales utilizadas en los sistemas de análisis de escena primitivos. Estas etiquetas pueden ser distribuidas en el entorno, dispositivos con un lector de etiquetas pueden recuperar la información de ellos, o adjuntarles información. El patrón de imagen puede representar una identificación única o un código binario que representa una cadena.



Ilustración 2-15 Etiquetas de imagen utilizadas para codificar información de ubicación

2.4.3.3.1 *La imagen y las propiedades de las características*

Los problemas asociados con el análisis de escenas en los sistemas de localización son que las imágenes podrían ser tomadas a diferentes horas del día (por ejemplo, condiciones de iluminación), en diferentes ángulos (por ejemplo, con la cámara en movimiento) y podrían tener obstrucciones que distorsionen la imagen.

Estos problemas pueden hacer difícil determinar las características usables y pueden llevar a una mala clasificación. Las características usables deberían estar sin obstrucciones la mayoría del tiempo, de alguna forma estacionaria en el entorno y robustamente rastreables en un amplio rango de rotación y translación de la cámara.

2.4.4 TECNOLOGÍAS DE UBICACIÓN DE INTERIORES

En esta sección se examinan las tecnologías que utilizan las técnicas de toma de información de los sensores de ubicación descritas en la sección anterior en los ambientes de interior.

2.4.4.1 Señales de radio

WiFi (IEEE 802.11x): El uso de la infraestructura inalámbrica existente puede reducir significativamente el costo de la instalación y despliegue del sistema. La WiFi opera en la banda de 2.4 GHz. Y se ha vuelto una elección popular de comunicación inalámbrica. La típica tasa de transferencia depende del estándar que se utiliza (11 Mbps para el estándar *b* y 54 Mbps para el estándar *g*) y el alcance de la señal es de 50 – 100 metros. Las redes WiFi han sido desplegadas en muchos edificios comerciales, de educación y públicos. Últimamente hasta ciudades enteras tienen redes WiFi para uso general del público.

La localización WiFi ha sido probada utilizando muchas técnicas de señales. Ekahau (Ekahau) usa la técnica de *huella digital* de la intensidad de señal recibida. RADAR (Bahl P. & Padmanabhan, V., 2000) utiliza la técnica de *trilateration* usando la información de la intensidad de la señal y la propagación de la señal. Herecast (Paciga, M. & Lutfiyya, H, 2005) utiliza la técnica de *proximidad* a las estaciones base con las direcciones MAC. AeroScout (AeroScout) utiliza *multilateration* para las estimaciones de ubicación.

Identificación de radio frecuencia (RFID): RFID delega en el almacenamiento y la recuperación remota de datos de las etiquetas RFID utilizando un lector RFID. RFID es una tecnología para detectar la ubicación de etiquetas dentro de un campo de antena de un dispositivo lector. La tecnología RFID ha ganado mucha atención de la industria para rastreo y mercadeo dentro de las cadenas de reposición, optimización de administración y mejora de la información del producto y disponibilidad.

Wall-Mart ha determinado que sus proveedores utilicen RFID para rastrear productos a nivel de pallet. Tarde o temprano el RFID reemplazará a las barras de código tradicionales para la identificación de productos.

Una etiqueta de RFID es un objeto que está adosado o incorporado en un producto, animal o persona para el propósito de identificarlo usando ondas de radio. Hay dos tipos de etiquetas, activas y pasivas.

Las etiquetas pasivas no tienen suministro de energía interno. La corriente inducida en la antena por la señal de radiofrecuencia transmitida provee energía suficiente para que el circuito integrado de la etiqueta transmita la respuesta. La falta de una fuente de alimentación interna hace que el dispositivo sea pequeño y fino como una hoja de papel. Las etiquetas pasivas tienen distancias prácticas de lectura desde 1 cm. a 3 metros dependiendo en la radiofrecuencia y el diseño /tamaño de la antena.

Las etiquetas de RFID activas tienen su propia fuente de alimentación interna la cual es utilizada para dar energía a los circuitos integrados que generan la señal de salida. Las etiquetas activas, al tener su propia fuente de alimentación, también transmiten a niveles más altos de energía que las pasivas, permitiendo ser más eficientes en entornos “desafiantes para la radio frecuencia” como el agua y el metal. Muchas etiquetas activas tienen distancias prácticas de lectura que van de 1 cm. a 10 metros y una autonomía de batería de hasta cinco años. Las etiquetas activas también son más caras en costo y mantenimiento que las etiquetas pasivas.

Hay dos grandes configuraciones que pueden ser desplegadas en un sistema de toma de información de sensores de ubicación de interiores usando RFID. En la primera configuración, las etiquetas RFID son ubicadas en ubicaciones conocidas dentro de los edificios y el usuario lleva el lector de RFID (Bohn, J., 2006) (Miller, L. E. et al 2006) (Orr R. & Abowd, G., 2000). Cuando el usuario camina hacia una etiqueta, el identificador de la etiqueta e información adicional (por ejemplo, las coordenadas de la etiqueta) son recuperadas. La ubicación del usuario es calculada por el lector y se determina por las etiquetas detectadas. La exactitud de la estimación de ubicación depende del tipo de etiqueta y la densidad de despliegue de las etiquetas. La segunda configuración tiene lectores de RFID ubicados a través del entorno en ubicaciones conocidas, en vez de las etiquetas. La determinación de la ubicación se calcula con la técnica de *celda de origen CoO*. La exactitud depende de la densidad de la ubicación de los lectores. El mayor problema con la configuración son los costos asociados con los lectores de RFID y el hecho de que los objetos y la gente podrían ser rastreados sin su consentimiento y conocimiento. El costo y la escalabilidad de esta configuración están restringidos a su uso en sistemas de localización de interiores.

Una combinación de las configuraciones anteriores podría ser más apropiada cuando la privacidad y la seguridad son puntos importantes. Un sistema prototipo de RFID-Radar (RFID-Radar) propone este tipo de configuración. Los usuarios deberían llevar el lector el cual permite al usuario calcular su posición y localizar los ítems etiquetados dentro de su celda. Por otro lado, los ítems etiquetados y los objetos tendrían su ubicación determinada por lectores de RFID estacionarios. Como un servidor centralizado determina la posición de los objetos, la ubicación de los mismos puede ser recuperada por cualquier usuario. Otro sistema es LANDMARC (Ni, L. et al, 2003) que utiliza lectores de RFID estacionarios y etiquetas de referencia en posiciones conocidas para determinar la ubicación de las etiquetas móviles.

Bluetooth (IEEE 802.15): Originalmente desarrollado para comunicaciones inalámbricas de corto alcance, esta tecnología puede ser desplegada para ubicar un dispositivo móvil que utilice Bluetooth. Bluetooth es similar a las tecnologías de toma de información de sensores de ubicación de RF e IR y es un reemplazo de la tecnología para controles remotos donde la tecnología de IR es usada tradicionalmente.

Los dispositivos Bluetooth operan en la banda de 2.4 GHz. Comparada a la WiFi, Bluetooth tiene una tasa de transferencia más baja (1 Mbps) y el alcance de la señal es típicamente más corto (1 – 10 metros) dependiendo de la energía de transmisión.

Bluetooth puede determinar la ubicación usando las técnicas de señal de *proximidad* (Forno, F.; Malnati, G. & Portelli, G., 2005) (Hightower, J. et al, 2001) o *trilateration* (Genco, A., 2005) dependiendo de la fase de conexión utilizada. Existen dos fases que los dispositivos Bluetooth utilizan para comunicarse.

Fase de investigación: Este es un mecanismo que permite a los dispositivos Bluetooth descubrir los dispositivos Bluetooth vecinos dentro del rango de transmisión. La fase de investigación puede

típicamente demorar entre 5 – 10 segundos. Los sistemas desplegados en la fase de investigación utilizan la técnica de *proximidad*. En (Floerkemeier C. & Mattern, F., 2006) se propone hacer ciclos a través de las clases de energía y localizar los dispositivos Bluetooth a diferentes rangos de lectura. Esta técnica podría ser mejorada en la provisión de estimaciones de posicionamiento utilizando información histórica y filtrado inteligente para reducir la celda de posicionamiento. La Ilustración 2-16 muestra un ejemplo entre que un dispositivo Bluetooth hace ciclos a través de tres rangos de energía para localizar los dispositivos Bluetooth vecinos. Detectando los dispositivos vecinos con su ubicación conocida y en cual ciclo fueron descubiertos se puede reducir el tamaño de la celda de ubicación donde el usuario está ubicado.

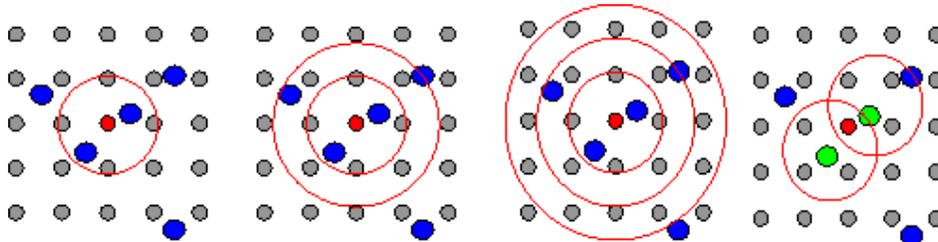


Ilustración 2-16 Demostración de la fase de investigación con tres niveles de energía

Fase de conexión: Luego de la fase de investigación, el dispositivo que la inició puede iniciar un enlace de conexión con uno o más de los dispositivos vecinos descubiertos. Esta fase usualmente toma 1- 2 segundos para completarse. Una vez completa, más información como la calidad del enlace y la fuerza de la señal pueden ser obtenidas (Anastasi, G. et al, 2003). Usando la técnica de señal de *trilateration*, la posición del dispositivo que inició la fase de investigación puede ser determinada con una exactitud más alta que la que se obtuvo en la fase de investigación (Genco, A., 2005).

Sistema de posicionamiento global (GPS): GPS es el único sistema de navegación funcional por satélite. Una constelación de más de dos docenas de satélites orbita la tierra y hace posible a los usuarios con receptores terrestres obtener su ubicación geográfica. Las tecnologías de posicionamiento por satélite son las utilizadas más comúnmente para navegación exteriores pero se han experimentado en interiores. La exactitud del posicionamiento es de 5 – 10 metros, como máximo, en entornos exteriores utilizando *trilateration* para determinar la ubicación. GPS ha mostrado fallar en ciudades con edificios altos donde esconden al usuario de la línea directa de vista de 3 o más satélites. Dado el requisito de línea de vista, el GPS se desempeña de manera pobre en entornos interiores ya que las paredes reflejan y absorben las señales de los satélites.

2.4.4.2 Señales infrarrojas

La tecnología infrarrojo (Hallaway, D. et al, 2004) (Hightower, J. et al, 2001) (Want, R et al 1992) ha sido por mucho años desarrollada en controles remotos. Los transeptores y receptores IR se han vuelto baratos, compactos y de bajo consumo. La propagación del IR es rápida pero tiene un pequeño ancho de banda el cual está limitado por la interferencia de la luz, la reflexión en superficies interiores y otros dispositivos infrarrojos en el entorno. El alcance típico es de 5 metros.

2.4.4.3 Señales de ultrasonido

La tecnología de ultrasonido crea una onda de sonido con una frecuencia más grande que el límite superior del oído humano. El ultrasonido es otra tecnología de señal que es muy común en los sistemas de posicionamiento por la simplicidad y el bajo costo.

El posicionamiento inicial por ultrasonido (Evans, J. et al, 1992) debía ser llevado por el usuario y constaba del transeptor y el receptor. Un pulso ultrasónico era generado en una dirección particular. Si hay un objeto en el camino de este pulso, parte del pulso era reflejado de vuelta al emisor como eco y podía ser detectado. Midiendo la diferencia de tiempo entre que el pulso es transmitido y el eco recibido, es posible determinar cuán lejos está el objeto. La lenta velocidad de propagación del sonido

permite un rango preciso, entre 1 – 2 cm. Sin embargo, esta técnica sólo es buena para evitar objetos, no posicionar.

Sistemas posteriores (Okuda, K. et al, 2005) (Priyantha, N.; Chakraborty, A. & Balakrishnan, H., 2000) (Ran, L.; Helal, S. & Moore, S., 2004) (Ward, A.; Jones, A. & Hopper, A., 1997) sólo necesitaban que el usuario lleve el transmisor y los receptores eran puestos en ubicaciones conocidas. Sabiendo la posición de los receptores y usando las técnicas de *trilateration* o *multilateration* para encontrar los rangos, el sistema es capaz de proveer estimaciones de posicionamiento excelentes. Una desventaja de esta tecnología es que se cree que a largo plazo provoca dolores de cabeza.

2.4.4.4 Sensores Dead-reckoning

Un sensor es un dispositivo físico que detecta o censa una señal o condición física. A continuación se describen algunos sensores que aparecen en los INS. La técnica de INS es ampliamente utilizada con sistemas que tienen grandes retardos de comunicación (por ejemplo, Bluetooth) o caídas de conexión frecuentes (por ejemplo, el GPS en cañones urbanos o en interiores) para completar las diferencias de las últimas posiciones conocidas. La mayoría de estos sensores son utilizados para sistemas de navegación de proyectiles y vehículos aéreos. Los sensores Dead-reckoning pueden ser integrados con tecnología de micro fabricación para crear INS.

Acelerómetros: Un acelerómetro es un sensor que puede medir la aceleración de las fuerzas (Chou, L. et al 2004) (Hallaway, D.; Feiner, S. & Höllerer, T., 2004) (Hightower, J. et al, 2001) (Okuda, K. et al, 2005) (Thomas, D., 2006).

Estas fuerzas podrían ser estáticas, como la fuerza constante de la gravedad, o podrían ser dinámicas, como el movimiento o la vibración del acelerómetro. Midiendo la cantidad de aceleración estática en función de la gravedad, el ángulo del dispositivo es medido con respecto a la tierra. Censando la cantidad de aceleración dinámica, el movimiento del dispositivo puede ser analizado. Hay muchos tipos de acelerómetros con diferentes tipos de parámetros. Para realizar el posicionamiento tridimensional, se necesita un acelerómetro de 3 ejes o dos acelerómetros de dos ejes en ángulos rectos.

Brújulas digitales: Una brújula digital es un sensor que puede proveer la dirección del usuario. Estos sensores determinan el norte magnético de la tierra del cual se puede derivar significativamente el verdadero norte. La información de corrección puede ser obtenida del National Geophysical Data Center (NDGC). Estos sensores son afectados por disturbios magnéticos como las computadoras portátiles, monedas o teléfonos móviles y deben ser utilizados lo más lejos posible de ellos.

Giróscopos: Un giróscopo es dispositivo para medir y mantener la orientación, basado en el principio del momento de conservación angular (inercia). La esencia del dispositivo es una rueda giratoria en un eje. El dispositivo, una vez girando, tiende a resistirse a los cambios en la orientación dado el momento angular de la rueda. Un giróscopo puede ser utilizado para tomar información de las vueltas, giros o desviaciones del objeto al que está montado. Los giróscopos pueden ser usados para construir giro-brújulas las cuales complementan o reemplazan las brújulas digitales magnéticas.

Presión barométrica o altímetro: Un sensor de presión barométrica puede determinar la altitud de un usuario basado en los cambios de la presión del aire. Este sensor puede ser usado para determinar correctamente el piso donde se encuentra el usuario. Como mide la presión del aire; la circulación del aire de puertas abiertas y ventanas, los cambios en el clima, etc.; son fuentes de error. En la determinación de ubicación en entornos interiores (Retscher, G., 2006) fue capaz de usar un altímetro para ubicar correctamente un usuario en una planta específica basado solamente en los datos del altímetro.

Presión: Un sensor de presión puede ser utilizado para detectar el contacto físico con un objeto. Los sistemas Smart Floor (Orr R. & Abowd, G., 2000) y GETA Sandals (Okuda, K. et al, 2005) experimentaron con el uso de sensores de presión para ayudar a determinar la ubicación del usuario.

Luz: Un sensor de luz puede medir la cantidad de luz que detecta. Puede exactamente medir la frecuencia de la luz fluorescente. El sistema Lux Trace (Randall, J. et al 2006) demostró que los sensores de luz podrían ser utilizados para determinar la ubicación usando la iluminación interna del edificio. El sistema no es ideal para un despliegue a gran escala ya que la frecuencia emitida de las luces fluorescentes cambia con el tiempo, tipo y energía.

2.4.4.5 Análisis de escena

Para capturar las imágenes y examinarlas se pueden utilizar las siguientes tecnologías:

Cámara del móvil: La amplia adopción de las cámaras de teléfonos móviles de baja resolución (1 – 2 mega píxeles) permite la captura de imágenes digitales incluso en movimiento.

Cámara Web: Una cámara Web es una cámara en tiempo real, con baja resolución (1 – 2 mega píxeles), cuyas imágenes pueden ser accedidas usando diferentes aplicaciones. Generalmente, una cámara digital distribuye imágenes a un servidor Web a intervalos regulares. Las capturas pueden ser utilizadas en primera o tercera persona, es decir, adosadas a una persona caminando o en un entorno estacionario.

Circuito Cerrado de Televisión (CCTV): CCTV se usa a menudo en las áreas de vigilancia donde hay una necesidad de seguridad tanto en áreas públicas como privadas. Estas cámaras digitales de video usualmente tienen una alta resolución y enlazando el control de las cámaras a una computadora, los objetos pueden ser rastreados semi-automáticamente. Por ejemplo, pueden rastrear movimiento a través de una escena, o buscar un objeto en un ambiente complejo y seguirlo. El rastreo puede hacerse incluso entre diferentes cámaras.

Cámara estéreo: Las cámaras estéreo son un tipo especial de cámara con dos o más lentes. Esto permite a la cámara simular la visión binocular, y da la habilidad de capturar imágenes 3D. Las cámaras de video estéreo baratas consisten de dos cámaras separadas con un espacio a una distancia conocida. Estas cámaras pueden ser utilizadas para medir las distancias entre los objetos y la proximidad de ellos.

2.4.4.6 Resumen de tecnologías

En este apartado se muestra un resumen de las tecnologías anteriormente descritas. Esta síntesis provee tanto las ventajas o fortalezas de los diferentes sistemas como las debilidades. Además, se indican las técnicas más utilizadas en cada una de las tecnologías para realizar el posicionamiento. Por último, se indica la exactitud aproximada de cada uno de las tecnologías.

WiFi (IEEE 802.11x)	
Fortalezas	Utiliza la infraestructura existente IEEE 802.11 que da como resultado un bajo costo
Debilidades	Desempeño reducido en entornos interiores multi-planta de interiores. Condiciones de reflejos de señal y redes dinámicas pueden resultar en lecturas de señal erróneas. La huella digital requiere análisis de sitios y calibración, la cual resulta en un gasto de tiempo. Cambios menores en la red podrían requerir la re-calibración del sistema de ubicación completo.
Técnicas	Trilateration Huella Digital Celda de Origen o Proximidad
Exactitud	3 – 5 metros 1 – 3 metros Dentro de los 50 metros

Tabla 2-7 Características de posicionamiento en WiFi

IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA (RFID)	
Fortalezas	<p>No hay requisitos de línea de vista con la etiqueta.</p> <p>Tiene la habilidad de trabajar bajo condiciones ambientales adversas.</p> <p>Tiempo de respuesta rápido</p> <p>Las etiquetas pasivas son efectivas en costo (las etiquetas pasivas son más baratas que las activas)</p> <p>Larga vida de las etiquetas pasivas ya que no requieren baterías.</p> <p>También, las etiquetas de RFID pasivas son pequeñas y pueden ser detectadas por un lector de RFID.</p>
Debilidades	<p>El rango de lectura de las etiquetas pasivas es pobre comparado con el de las etiquetas activas.</p> <p>La tecnología necesita estandarización.</p> <p>El lector puede detectar múltiples etiquetas en un rango pero no puede especificar dónde están exactamente.</p> <p>Los lectores de RFID son caros</p>
Técnicas	Celda de Origen o Proximidad
Exactitud	<p>Depende de la distribución de las etiquetas RFID y los lectores</p> <p>Rango de Lectura:</p> <p>Etiquetas Pasivas: 1 cm. – 2 metros</p> <p>Etiquetas Activas: 1 cm. – 5 metros</p>

Tabla 2-8 Características de posicionamiento en RFID

BLUETOOTH (IEEE 802.5)	
Fortalezas	<p>Habilidad para detectar y rastrear otros dispositivos Bluetooth, como teléfonos móviles, reproductores de mp3, notebooks, etc.</p> <p>Rango de lectura variable, la mayoría de los dispositivos tienen un rango de lectura de 1 metro (sin embargo, la tecnología tiene un rango de lectura de 1/10/50 metros).</p> <p>El costo de implementación es relativamente barato en pequeña escala</p>
Debilidades	<p>Costoso para la implementación de un sistema de toma de información de sensores de ubicación a gran escala.</p> <p>Ancho de banda limitado entre dispositivos Bluetooth para la comunicación.</p> <p>Número limitado de dispositivos a conectarse con un master (7 esclavos)</p> <p>El paso para establecer una comunicación entre dispositivos tiene un retardo de 2 – 10 segundos haciendo esta tecnología inusable para la mayoría de las aplicaciones sensibles a la ubicación. Sin embargo, usando el modo de investigación para listar los dispositivos dentro de un rango de lectura puede disminuir el retardo, pero no se pueden utilizar los parámetros de RSSI o calidad del enlace para deducir la ubicación.</p>
Técnicas	<p>Celda de Origen o proximidad</p> <p>Trilateration</p>
Exactitud	<p>2 – 15 metros dependiendo de la técnica de despliegue</p> <p>Rango de lectura 1 – 50 metros</p>

Tabla 2-9 Características de posicionamiento en Bluetooth

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS	
Fortalezas	Actualmente está siendo utilizado por sistemas de navegación en automóviles. GPS es relativamente exacto para posicionamiento en exteriores (menos de 10 metros). Infraestructura ya desplegada
Debilidades	Falta de habilidad para determinar exactamente ubicaciones en interiores. El desempeño se degrada significativamente en cañones urbanos, bajo tierra y costos de mantenimiento
Técnicas	Trilateration
Exactitud	> 10 metros en condiciones ideales

Tabla 2-10 Características de posicionamiento en GPS

INFRARROJOS	
Fortalezas	Baratos, compactos, bajo consumo de energía
Debilidades	Sensibles a la luz del sol, requisito de línea de vista, costos significativos de instalación y mantenimiento
Técnicas	Celda de Origen o proximidad
Exactitud	5 – 10 metros, dependiendo del despliegue

Tabla 2-11 Características de posicionamiento en IR

ULTRASONIDO	
Fortalezas	Simple y barato. Son posibles medidas precisas
Debilidades	Tener que instalar transceptores a través del entorno Sonidos del entorno pueden tener efectos substanciales Requisito de línea de vista Cálculo de la posición centrado en un servidor
Técnicas	Trilateration del tiempo de propagación
Exactitud	Unos pocos centímetros con un despliegue denso

Tabla 2-12 Características de posicionamiento en Ultrasonido

SISTEMAS DE NAVEGACIÓN INERCIALES (INS)	
Fortalezas	Los dispositivos calcularán la posición; asegurando la privacidad de la información de ubicación Capaces de tomar información por poco tiempo Puede proveer reconocimiento de actividad humana Los sensores son baratos
Debilidades	Afectados por los errores de drift. Los sensores pueden ser inexactos. La posición de los usuarios es importante y puede requerir recalibración. Requiere actualizaciones de posición periódicas si es utilizado por largos períodos de tiempo. Actualmente caros para comprar.
Técnicas	Sensores Dead-reckoning
Exactitud	Unos pocos metros para distancias menores a 300 metros. Sin embargo, no es viable para distancias largas sin actualización de ubicación.

Tabla 2-13 Características de posicionamiento en INS

CÁMARA DE TELÉFONO MÓVIL	
Fortalezas	Móvil, compacto, barato
Debilidades	Imágenes de baja resolución. Las comunicaciones se delegan en las torres de los celulares. Es caro en la transmisión de datos.
Técnicas	Comparación directa de imágenes o máquinas de aprendizaje
Exactitud	Menor que a nivel de sala

Tabla 2-14 Características de posicionamiento con cámara de móvil

CÁMARA WEB	
Fortalezas	Puede ser móvil, toma fotos y videos, es barata
Debilidades	El solapamiento de gente en 2D y los cambios en su apariencia hacen extremadamente dificultoso de mantener el rastro de las características en el tiempo. Algunas características tienen algoritmos de rastreo pero de pobre desempeño
Técnicas	Comparación directa de imágenes o Máquinas de aprendizaje
Exactitud	Menor que a nivel de cuarto Menor a 5 metros

Tabla 2-15 Características de posicionamiento con cámara Web

CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN	
Fortalezas	
Debilidades	Ídem a Cámara Web. Pero además la configuración es cara si no está instalada
Técnicas	Rastreo óptico de características en 2D
Exactitud	Menor a 5 metros

Tabla 2-16 Características de posicionamiento con CCTV

CÁMARAS ESTÉREO	
Fortalezas	Genera imágenes 3D y puede generar puntos en 3D
Debilidades	Las cámaras estéreo pueden ser caras. Algunos rastreos de características y algoritmos de detección de características pueden no ser muy eficientes
Técnicas	Rastreo de características ópticas en 3D
Exactitud	Menor a 10 cm.

Tabla 2-17 Características de posicionamiento con cámaras estéreo

2.5 APLICACIONES RELACIONADAS

En este apartado se presenta un resumen de las aplicaciones concretas sensibles al contexto que se han implementado. La mayoría de ellas están relacionadas con la sensibilidad a la ubicación, ya que es el campo en el que más desarrollo se ha logrado. Además, como veremos más adelante, este campo está fuertemente relacionado con la colaboración y el aprendizaje, principalmente en el caso de los entornos culturales, para los cuales dedicaremos un apartado especial. Así que presentaremos un conjunto de aplicaciones que demuestran la usabilidad y la aplicación de distintas técnicas y tecnologías utilizadas en el área.

2.5.1 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO PARA INTERIORES

La información y los datos que aquí se presentan son los presentados en los artículos y especificaciones de los autores, por lo tanto pueden ser un poco optimistas respecto al desempeño de los diferentes prototipos / productos.

Active Badge

El sistema Active Badge (Want, R. et al. 1995) de los Olivetti Research Labs es de comienzos de los noventa y es considerado una de las primeras aplicaciones sensibles al contexto. El objetivo del sistema era localizar personas y derivar llamadas a los teléfonos más cercanos, además de obtener la ubicación de una banda en particular. Para ello, Active Badge (Want, R. et al, 1992) proponía la utilización de una banda de IR que el usuario llevaba puesta y emitía una señal IR que la identificaba periódicamente. Los sensores, que eran instalados en posiciones conocidas, tomaban la señal y actualizaban la posición de la banda en una base de datos centralizada. El sistema Active Badge ha demostrado obtener un nivel de exactitud de sala. Sin embargo, una de las desventajas es que el rango de acción de IR está limitado, y las paredes obstaculizan la luz, haciendo difícil la propagación de la señal IR.

RADAR

RADAR (Bahl P. & Padmanabhan, V., 2000) utiliza la intensidad de la señal en una red como un indicador de la distancia entre el transmisor y el receptor. La ubicación es determinada haciendo consultas a una base de datos de intensidad de señal de radio frecuencia a un conjunto fijo de receptores en posiciones conocidas. RADAR utiliza el modelado de la propagación de la señal para determinar la ubicación del usuario dentro de los 5 metros.

Ekahau

Ekahau (Ekahau) es un sistema de software de posicionamiento que usa 802.11b. Hace uso de la técnica de huella digital para proveer a su sistema las medidas de intensidad de señal de todos los puntos de acceso en ubicaciones precisas dentro del edificio. Ekahau también usa estos datos para crear un modelo estadístico. La técnica de huella digital requiere mucho tiempo y trabajo para obtener información de muchas ubicaciones a través del edificio. El cliente, el cual utiliza un protocolo propietario para comunicar la información de la intensidad de señal a un servidor centralizado se puede ejecutar en una laptop o una PDA. La mayoría del costo asociado es la licencia. También ofrece etiquetas activas 802.11 que pueden ser desplegadas en el entorno.

Herecast

Herecast (Paciga, M. & Lutfiyya, H., 2005) utiliza la ubicación de los puntos de acceso de radio frecuencia para crear diferentes zonas capaces de ofrecer servicios basados en diferentes ubicaciones. Si el dispositivo del usuario puede detectar un punto de acceso puede determinar su posición dentro de la zona de ese punto.

AeroScout

AeroScout (AeroScout) utiliza dispositivos especiales para escuchar a los clientes 802.11. Estos dispositivos se montan en celdas y graban el tiempo que tarda la señal en llegar a un cliente. Estos dispositivos necesitan mantener sincronizados los relojes para funcionar correctamente. Esta información es enviada a un servidor centralizado que utiliza el algoritmo TDOA para estimar la ubicación de los dispositivos. Asumen que la señal viaja en línea recta desde el cliente al dispositivo.

BlueBot

BlueBot (Patil A. et al, 2005) utiliza la tecnología RFID combinada con RF. Un robot móvil equipado con un lector RFID, se mueve a través de una sala y leer los objetos con etiquetas de RFID pasivas para hacer el rastreo. La posición del robot se determina con el sistema de RF solamente. Cuando el robot encuentra una etiqueta, la posición de la etiqueta se actualiza en la base de datos. Las señales de RF se utilizan para calcular la ubicación del robot usando el sistema de posicionamiento WiFi *Ekahau*.

LANDMARC

LANDMARC (Ni, L. et al, 2003) aplica dos aproximaciones. El primer intento tiene salas con múltiples lectores de RFID. El problema con esta aproximación es que el rango de lectura y la interferencia dinámica causada por las etiquetas causan que aparezcan en diferentes regiones al mismo tiempo. El segundo intento añade etiquetas RFID activas en ubicaciones fijas para ayudar a la calibración de la ubicación. Las etiquetas de referencia son puntos de referencia. Los lectores de RFID con capaces de comunicarse sobre redes inalámbricas 802.11 y tienen la habilidad de buscar etiquetas en 8 rangos de lectura. Los lectores pueden buscar etiquetas y mandar el número K de etiquetas más cercanas a un servidor centralizado para la estimación de la ubicación de las etiquetas móviles adosadas

a los usuarios u objetos. Las desventajas incluyen la vida limitada de las etiquetas activas y los tiempos de latencia y ubicación de las mismas.

Localización en interiores asistida por RFID para primeras respuestas

Localización en interiores asistida por RFID para primeras respuestas (Miller, L. E. et al, 2006) examina las posibilidades de crear un sistema híbrido de localización para interiores con las tecnologías de INS y RFID. Se propone que un usuario utilice un lector de RFID y que el entorno lleve etiquetas de RFID pasivas. El sistema INS debería rastrear el movimiento del usuario con un alto nivel de exactitud y el sistema RFID debería ser capaz de mejorar la exactitud reduciendo el error de drift. Las etiquetas RFID deberían también de proveer más información acerca del entorno como la ubicación de la salida más cercana o el equipo de seguridad.

Bluetooth consciente de la privacidad

Bluetooth consciente de la privacidad (Huang, A. & Rudolph, L., 2004) conecta los dispositivos USB Bluetooth (por ejemplo señaladores de ubicación) a las computadoras existentes en ubicaciones claves a través del entorno de interiores. Los dispositivos detectan la ubicación de los señaladores usando la fase de investigación de Bluetooth, luego usan los parámetros RSSI y calidad del enlace para inferir la ubicación. El localizador de Bluetooth mantiene una tabla de búsqueda, que hace una correspondencia de las identidades de los señaladores (los dispositivos Bluetooth tienen direcciones) a las ubicaciones. Si el usuario puede identificar dos o más señaladores de de ubicación, la intersección de las áreas cubiertas por los señaladores detectados puede ser utilizada para determinar una estimación de la ubicación más exacta del localizador. Este sistema alcanza la exactitud de ubicación a nivel de sala mientras mantiene el anonimato. Las desventajas incluyen el error de ubicación por el robo de la señal de los señaladores y el desempeño en función del tiempo cuando se detectan los señaladores de posición.

Bluetooth basado en reportes de la fase de investigación y redes ad-hoc

Bluetooth basado en reportes de la fase de investigación y redes ad-hoc (Huang, A. & Rudolph, L., 2004) provee resultados experimentales que muestran que los parámetros de RSSI y la calidad del enlace brindan información inexacta para las estimaciones de posicionamiento. Así la aproximación utilizada en este sistema utiliza los reportes generados en la fase investigación generados en niveles de energía cíclicos para descubrir los dispositivos. Un sistema centralizado de posicionamiento recolecta los datos de la red ad-hoc formada por los sensores Bluetooth. Las desventajas son el desempeño en función del tiempo cuando se utilizan los reportes de la fase de investigación para la ubicación de los dispositivos Bluetooth de señalización y las limitaciones de la tecnología Bluetooth.

BIPS – Experimentación en un sistema de posicionamiento basado en Bluetooth para interiores

BIPS (Anastasi, G. et al, 2003) está compuesto por un servidor centralizado conectado a una LAN Ethernet que tiene un conjunto de estaciones que tienen dispositivos con interfaces Bluetooth. Los dispositivos de interfaces Bluetooth en las estaciones están continuamente buscando usuarios móviles con dispositivos que lleven Bluetooth. Cuando la interfaz del dispositivo se conecta a los dispositivos de los usuarios para recuperar información sobre el usuario móvil. Esta información es enviada al servidor central y la posición del usuario es actualizada. Este sistema provee información de ubicación sobre usuarios móviles con exactitud a nivel de sala. La desventaja de este sistema es el tiempo que se necesita para la fase de investigación Bluetooth.

Cricket

El sistema de posicionamiento Cricket (Pasman, W. et al, 2001) tiene un dispositivo móvil que escucha dos señales, (una de RF y otra de ultrasonido) que se originan simultáneamente de una estación base. Estas estaciones base son instaladas en ubicaciones conocidas, usualmente dentro del cielo raso. Usando el intervalo de tiempo entre la llegada de las dos señales, la distancia a la estación base puede ser calculada. El dispositivo móvil calcula su propia ubicación en lugar de que el servidor centralizado rastree la ubicación del usuario.

ActiveBat

El sistema ActiveBat (Ward, A.; Jones, A. & Hopper, A., 1997) usa un cielo raso embebido y cableado con receptores ultrasónicos. Los transmisores emiten pulsos ultrasónicos que son tomados por el receptor ultrasónico. Un controlador central coordina a los transmisores y receptores ultrasónicos. Para localizar un dispositivo particular, el controlador envía un identificador único al dispositivo. Cuando el dispositivo detecta su ID, emite un pulso ultrasónico. Estos pulsos son tomados por los receptores y usando el tiempo el sistema calcula la posición 3D del usuario con una exactitud de centímetros.

Drishti

El sistema de navegación Drishti (Ran, L.; Helal, S. & Moore, S., 2004) tiene como intención trabajar tanto en interiores como en exteriores. El posicionamiento en exteriores se realiza mediante GPS mientras que el interior usa ultrasonido. La tecnología utilizada requiere un entorno con instalaciones base y que el usuario lleve dos señaladores en sus hombros. El sistema es capaz de guiar visualmente usuarios con una precisión de 30 cm. en interiores.

PWAS

El sistema PWAS (Thomas, D., 2006) propone utilizar un acelerómetro para determinar las posibles actividades del usuario y además utiliza un sistema de RF basado en la potencia de la señal en ubicaciones conocidas, de forma similar a como lo hace Ekahau (Ekahau).

SpotON

Las etiquetas SpotOn son una plataforma de toma de información de ubicación que contiene sensores, acelerómetros y detectores de infrarrojos, sin embargo sólo la potencia de la señal es utilizada para determinar la posición. SpotOn produce una red ad-hoc de etiquetas SpotOn que comunica la información de la potencia de señal la cual es utilizada para calibrar el sistema. El sistema SpotOn utiliza un algoritmo de agregación para la estimación de la posición tridimensional basada en el análisis de la señal de radio. De nuevo, el acelerómetro es un reconocedor de actividad, no se utiliza para posicionar.

LuxTrace: Posicionamiento en interiores usando iluminación

El sistema LuxTrace (Randall, J. et al, 2006) investiga el uso de celdas solares para recolectar energía y rastrear el nivel de luz. Delega en la técnica de huella digital de la energía radiante de la iluminación de interiores la cual es monitoreada por las celdas solares para deducir la estimación de la ubicación. La mayor desventaja de esta alternativa es la asunción de que las fuentes de luz del edificio son estáticas. Los diferentes tipos de lámparas fluorescentes tienen intensidades y colores diferentes, además la edad reduce las intensidades a través del tiempo. También, los cambios de las lámparas requieren una recalibración del sistema.

SmartFloor

El SmartFloor (Orr R. & Abowd, G., 2000) es un sistema que usa sensores de presión embebidos en el piso para detectar los pasos. El sistema usa esta información para rastrear la posición y reconocer al usuario. Como el sistema utiliza contacto directo, el usuario no tiene que llevar ningún dispositivo o etiqueta. Para desplegar este sistema cada edificio debe ser físicamente alterado para instalar la grilla de sensores.

Sistema de localización de interiores usando cámaras de móviles

Un sistema de localización de interiores usando cámaras de móviles (Ward, A.; Jones, A. & Hopper, A., 1997) demuestra la factibilidad de determinar la ubicación del usuario con imágenes capturadas de un Smartphone o de una cámara de un móvil. Estas imágenes se comparan con las imágenes de una base de datos de imágenes que contiene las representaciones de las esquinas de una sala mediante algoritmos de comparación. Los algoritmos exploran la similitud entre las imágenes capturadas y las guardadas, no realiza el reconocimiento de objetos.

Existen tres métodos para la determinación de la ubicación Naïve, Jerárquico e Histórico. El nivel de exactitud de sala fue conseguido el 80% de las veces. Usando imágenes de baja resolución, se ahorra tiempo de subida de las imágenes capturadas y se reduce el consumo de energía en el teléfono. La

desventaja fue que el tiempo de latencia del envío de imágenes y la recepción de las actualizaciones de posición en el móvil, que demora un par de segundos.

Easy Living

El proyecto EasyLiving (Easy Living) fue uno de los primeros intentos de usar la visión por computadora para determinar la ubicación de los objetos. Easy Living utiliza una cámara estéreo de alto desempeño que captura imágenes 3D. Las pruebas se llevaron a cabo en una habitación con tres cámaras. La exactitud de posicionamiento fue variable y requería un proceso relativamente elevado para analizar los cuadros de la cámara de video. Las desventajas del sistema eran el costo de la infraestructura y los requisitos de poder de procesamiento.

Dead-reckoning y rastreo de visión estéreo

El sistema de Dead-reckoning y visión estéreo (Chou, L. et al, 2004) investiga el uso de la **ubicación cooperativa** y sistemas de rastreo. Se propone la combinación del sistema de rastreo de visión estéreo y el sistema de navegación inercial.

Place Lab

El sistema de posicionamiento Place Lab (LaMarca, A, et al, 2005) escucha transmisiones de muchas tecnologías de señalamiento (puntos de acceso 802.11, GSM y dispositivos Bluetooth) Una base de datos de señalamientos provee información de ubicación basada en los identificadores de los señalamientos detectados por el usuario. El sistema trabaja tanto en interiores como en exteriores buscando las direcciones MAC de las redes WiFi mientras se mueve y comparándolas con las de las bases de datos se obtiene la ubicación. Además, es capaz de obtener una exactitud de 20 metros. El sistema también delega el posicionamiento en la tecnología de radio frecuencia 802.11 utilizando técnicas de proximidad.

Bridging the gaps

Bridging the gaps (Hallaway, D.; Feiner, S. & Höllerer, T., 2004) es un sistema híbrido que combina múltiples tecnologías para proveer técnicas de rastreo de la posición del usuario. Estas técnicas difieren mucho en exactitud de ubicación. Básicamente propone dos técnicas, una de ellas se despliega en un INS y delega fuertemente su conocimiento en mapas espaciales y gráficos de accesibilidad para aplicar las correcciones a las posiciones del usuario cuando los errores de drift se incrementan. La segunda técnica es un sistema infrarrojo de rastreo, el cual infiere la posición de un conjunto de señales que recibe.

GETA Sandals

El sistema GETA Sandals (Okuda, K. et al, 2005) embebe en unas sandalias algunos sensores, transmisores y receptores. El sistema utiliza la técnica de Dead-reckoning y la posición del usuario es determinada por la detección de las pisadas y el cálculo de los vectores de desplazamiento entre ellos. Los sensores de presión detectan los pasos y los transmisores / receptores se utilizan para calcular la distancia. Como se necesita que los transmisores / receptores ultrasónicos estén alineados el sistema implementa un acelerómetro que se utiliza cuando el método anterior no es confiable, por ejemplo cuando se sube una escalera. La técnica Dead-reckoning sufre de errores de drift, el cual se compensa mediante el uso de etiquetas RFID pasivas en el entorno.

2.5.2 APLICACIONES GENERALES

ParcTab System

El sistema ParcTab (Want, R. et al, 1995) fue desarrollado a principios de los noventa en el Xerox Palo Alto Research Center. El sistema se basa en computadoras ParcTab inalámbricas (las primeras PDAs) y un sistema de comunicación infrarrojo. El sistema se comunicaba continuamente a un servidor central vía una red infrarrojo de celular. El sistema detectaba cuando una persona entraba a una sala y sabía dónde se encontraba cada ParcTab, notificando a las aplicaciones los cambios de ubicación. Las aplicaciones utilizaban los siguientes tipos de contexto: la ubicación, la presencia de otros dispositivos móviles, el tiempo, las máquinas no móviles y el estado del sistema de archivos de la red (Want, R. et al, 1995). Entre la funcionalidad con la que contaba el sistema se encontraba:

- Presentar la información de la sala en donde se encontraba el usuario. La información podía mostrarse automáticamente o por pedido del usuario. Por ejemplo cuando un usuario se encontraba en la biblioteca información relacionada a la misma se mostraba en el dispositivo (Brown, P. J.; Bovey J. D. & Chen, X., 1997)
- Ayudar al usuario a encontrar el recurso local más conveniente. Por ejemplo, la impresora más cercana. El sistema podía mostrar un menú con todas las impresoras disponibles y la distancia a cada una, así como la distancia de cada uno de los usuarios en la sala (Brown, P. J.; Bovey J. D. & Chen, X., 1997).
- Adjuntar un directorio UNIX a una cierta sala. Cuando un usuario entraba a una sala, todos los archivos en el directorio se mostraban. El directorio podía ser escrito por cualquiera, así que cualquier persona podía dejar una nota en una sala creando un archivo en el directorio (Brown, P. J.; Bovey J. D. & Chen, X., 1997).
- Localizar otras personas que llevaban el ParcTab. La ubicación de las personas se mostraba en un mapa en una computadora de escritorio (Weiser, M., 1993).
- Usar la ParcTab como control remoto con diferentes elecciones en diferentes salas (Want, R. et al., 1995).

In/Out Board

El In/Out board (Salber, D., Dey, A.K. & Abowd, G.D, 1999) fue desarrollado en el Georgia Institute of Technology. Era una aplicación Java que mostraba si un usuario estaba en la oficina o no. Recogía información sobre los participantes y quien entraba y salía del edificio. Esto se realizaba con etiquetas identificadas unívocamente (etiquetas RFID). El sistema utilizaba la información de identidad, la hora de llegada y salida como información de contexto.

DUMMBO (Dynamic Ubiquitous Mobile Meeting Board)

DUMMBO (Salber, D., Dey, A. K. & Abowd, G. D., 1999) también fue desarrollado en el Georgia Institute of Technology. Era una pizarra digital que soportaba la captura y acceso de reuniones informales y espontáneas. Las reuniones capturadas consistían en lo que se escribía y se borraba de la pizarra, así como también la grabación en audio de la misma. Incluía un disparador automático de grabación cuando un grupo de dos o más personas se juntaban cerca de la pizarra. La información sobre cuando se juntaban las personas y quienes estaban presentes se utilizaba para visualizar y acceder al material capturado.

Conference Assistance

El Conference Assistant (Dey A. K. et al, 1999) tiene por objetivo asistir a los participantes de una conferencia. Los participantes se registran en la conferencia, dando su información de contacto, una lista de intereses, y una lista de colegas que también participan en la conferencia. El asistente se ejecuta en una laptop, una PDA o una computadora de vestir. El asistente muestra los horarios de los eventos de interés de la conferencia resaltados. Cuando se entra en una sala donde se hace una presentación, se muestra la información del presentador y el material de exposición.

Forget-Me-Not

Forget-Me-Not fue creada a principios de los noventa en Lamming and Flynn en Rank Xerox Research Center (Floerkemeier C. & Mattern, F., 2006). Es un sistema de PDA que graba dónde está el usuario, quienes estuvieron con él, a quién telefoneó y otra información autobiográfica guardándola en una base de datos para su posterior recuperación (Huang, A. & Rudolph, L., 2004).

StartleCam

Healey y compañía en el MIT han estado trabajando en una cámara de video portátil y un sistema de toma de información que permite a la cámara ser controlada en forma consciente y pre-consciente (Cinotti, T. S., 2006). Las imágenes son guardadas por el sistema cuando detecta ciertos eventos que pueden ser interesantes para el que la lleva.

2.5.3 FRAMEWORKS

En 1995 Schilit presentó probablemente el primer intento de infraestructura para la computación ubicua (Schilit, W. N., 1995). En su trabajo de Ph D. propuso una arquitectura general, concentrándose principalmente en la ubicación y la infraestructura de bandas activas (Salber, D., Dey A. K. & Abowd, G. D., 1999).

Stick-e notes

En la universidad de Kent en Canterbury se ha trabajado en un equivalente electrónico a los Post-It. La idea de Stick-e Notes es que los usuarios podrían adjuntar notas a diferentes contextos (por ejemplo, ubicación, hora del día, temperatura, condición del tiempo, etc.) y ser disparada más tarde cuando ocurra el contexto ocurra (Brown, P. J.; Bovey, J. D. & Chen X., 1997) (Pascoe, J.; Ryan, N.S. & Morse, D.R., 1999) (Pascoe, J.; Ryan, N. S. & Morse, D. R., 1998).

En 1995 Brown visionó el concepto, y su visión era crear un framework de aplicación general basado en stick-e notes para permitir la creación de aplicaciones sensibles al contexto. Él argumentaba la arquitectura de todas las aplicaciones sensibles al contexto se basaban en:

- El componente de disparo: Que correspondía el contexto actual del usuario con el contexto cargado en la stick-e note y en caso que haya correspondencia se disparaba la stick-e note.
- Componente de ejecución: Que podía ser cualquier programa que ejecutara la nota.
- Conjunto de componentes de toma de información de sensores: Alimenta periódicamente de información al módulo de disparo y esconde las características específicas del sensor.

Brown en (Brown, P. J.; Bovey, J. D. & Chen X., 1997) también proponía que el contenido del cuerpo de las stick-e notes sea SGML por su fácil intercambio, publicación y extensibilidad.

Pascoe en (Pascoe, J.; Ryan, N. S. & Morse, D. R., 1999) (Pascoe, J.; Ryan, N. S. & Morse, D. R., 1998) continuó el trabajo de Brown basado en una arquitectura orientada a objetos. El framework fue implementado en C++ (Pascoe J., 1997).

Context Toolkit

Context Toolkit (Dey A. K. et al, 1999) (Salber, D.; Dey A. K. & Abowd, G. D., 1999) fue creado en el GIT. La arquitectura usa una aproximación orientada a objetos y contiene 3 tipos de ellos: widgets, servidores e intérpretes; los detalles se encuentran en la sección 2.3.4.

2.5.4 APLICACIONES EN ENTORNOS CULTURALES

Esta sección muestra el estado del arte en cuestiones relacionadas a los espacios culturales y las aplicaciones sensibles al contexto.

El motivo principal de esta sección es incursionar en un aspecto relacionado a la línea de investigación del trabajo. Como se ha mencionado anteriormente, el trabajo se centra en el desarrollo de aplicaciones sensibles al contexto colaborativas que se aplican al dominio de los sistemas de aprendizaje.

Como se advertirá en los siguientes capítulos, los entornos culturales son un ámbito en el que el aprendizaje informal toma mucha relevancia. Además, en estas circunstancias la colaboración juega un papel fundamental, como ejemplo podemos citar (Grinter et al, 2002) (Grinter et al, 2002b) (Paternò & Santoro, 2007).

Esta sección comienza describiendo las características de este tipo particular de aplicaciones. Luego, se presenta un estudio que permite saber cuáles son los requisitos de información de los visitantes de un museo, cuál es el medio más adecuado para presentar dicha información y una comparación sobre la efectividad de los medios de información (texto solamente o texto + gráficos) en un grupo de estudiantes. Además presentaremos un pequeño resumen de alguno los trabajos más salientes en el área; desde los primeros intentos que sirvieron de base hasta los últimos trabajos, incluyendo

presentaciones que se realizaron este mismo año. Allí, también se expondrá parte del trabajo que tuvo como resultado este trabajo de investigación.

2.5.4.1 Características

En (Bristol et al, 2002) se destacan tres áreas o características a ser cubiertas por un sistema sensible al contexto en aplicaciones relacionadas a entornos culturales, a saber:

Etiquetado dinámico: (Milosavljevic et al, 1998) indica que las etiquetas utilizadas en los museos “... son escritas de acuerdo al conocimiento asumido y las necesidades de una audiencia restringida”. Los visitantes que desean conocer más acerca de las piezas de arte deben consultar con un guía o un libro. En lugar de ello, un dispositivo móvil puede presentar esta información a los visitantes (Milosavljevic et al 1998).

Adaptación al usuario: Para hacer dinámicas las etiquetas y acomodarse a una variedad de usuarios, es necesario adaptarse a los diferentes tipos de usuario. Esto requiere un modelo de usuario (Sarini & Strapparava, 1998) (Petrelli et al, 1999). Por ejemplo, (Milosavljevic et al, 1998) propone *ingenuo* y *experto*. (Cooper, 1999) los diferencia en términos del tipo de visita. Mientras que (Falk & Dierking, 1992) sugieren *Visitante de primera vez*, *visitante que vuelve*, *buscador*, *interesado en artefacto* y *buscador de artefactos*.

Hiperespacio físico: La información electrónica se guarda en forma de hipertexto un “... movimiento sobre el espacio físico indica un clic implícito en puntos significativos” (Cooper, 1999). Esto puede involucrar información de audio y artefactos (Not & Zancanaro, 1998), o información visual y artefactos (Baber et al, 1999).

2.5.4.2 Aplicación de computación sensible al contexto en museos y galerías de arte

En “Augmenting Museums and Art Galleries” (Baber et al, 2001) se realizan 3 estudios relacionados con la aplicación de la sensibilidad al contexto en la implementación de sistemas de guías en los museos. Los estudios que se llevaron a cabo fueron:

1. Un registro de la actividad del visitante y los requisitos de información.
2. Evaluación comparativa de plataformas a ser utilizadas para la implementación de estos sistemas (Sin guía alguna, Con un folleto de 4 páginas, con Head Mounted Display, PDA y TabletPC)
3. Influencia de la presentación de información en texto o texto + imagen en diferentes grupos de estudiantes.

2.5.4.2.1 Requisitos de información

El primer estudio tenía por objetivo obtener los requisitos de información para conseguir que las aplicaciones sensibles al contexto cumplan la función de guía y de proveedores de información aumentada respecto de los artefactos alojados en las exposiciones.

De la discusión con entendidos en el tema, se generó el siguiente esquema de clasificación de la información a proveer o sustituir por el sistema (Tabla 2-18):

	VISUAL	AUDIO
Impuesto	Etiquetas de partes del artefacto	Comentario de audio en la exhibición
Adyacente	Etiquetas próximas al artefacto	Comentario de la audio guía

Tabla 2-18 Clasificación de la información a proveer en un museo

La evaluación se llevó a cabo con 54 personas entre 16 y 65 años, dónde el 75% tenía interés en el arte y la historia y el 66% de ellos estaban en grupos de 2 o más personas. En la Tabla 2-19 se muestra

un resumen de los resultados del estudio por área de información y por rango de edad. El interés de los usuarios fue relevado en una escala de 1 (no interesado) a 5 (muy interesado).

<i>Information Content</i>	<i>16-25</i>	<i>26-40</i>	<i>41-65</i>
Basic details	<u>3.9</u>	<u>3.6</u>	<u>4.3</u>
Artist biography	3.0	<u>3.5</u>	3.3
Symbolism	3.4	3.2	2.9
Historical context	<u>3.6</u>	<u>3.5</u>	3.3
Motive of artist	<u>3.8</u>	3.4	3.1
Theme of painting	<u>3.7</u>	3.3	3.4
Technique	<u>3.5</u>	2.8	3.0
Materials	<u>3.8</u>	2.7	3.0
Significance of painting	<u>3.8</u>	2.9	3.3
Donor	1.9	2.2	2.0
Exhibit history	2.5	2.2	2.4

Tabla 2-19 Interés en el contenido de la información

Luego se propuso utilizar las estrategias descritas en la Tabla 2-19 para conseguir soluciones que implementen el aumento de información en las categorías mostradas en la Tabla 2-18.

	VISUAL	AUDIO
Suprimido	Proyección sobre el artefacto	Comentario reproducido cuando el artefacto es seleccionado
Adyacente	El dispositivo de mano muestra información	Comentario reproducido en la ubicación

Tabla 2-20 Provisión de la información aumentado por computadora

Como conclusión del primer estudio surgió que el objetivo del sistema es aumentar la información disponible a los visitantes mediante el uso de un artefacto.

2.5.4.2.2 *Evaluación de las plataformas*

El segundo estudio tiene por intención encontrar el mejor medio para aumentar la información provista por el museo.

El sistema se basa en bandas que interactúan con los artefactos vía infrarrojo o radio frecuencia. Cada banda representa un tipo de visita y contiene un transmisor infrarrojo que interactúa con el receptor IR en relación a una pintura (Not & Zancanaro, 1998). La banda recolecta el ID de la pintura y del visitante y es enviado a una base de datos para seleccionar los medios apropiados para la presentación.

Así que, el visitante es guiado por el museo, cuando se queda quieto en frente de una exhibición la guía electrónica presenta información sobre la exhibición. El visitante puede elegir recibir el comentario o moverse.

Los artefactos que el visitante visite son registrados para desarrollar un modelo de la visita y ayudar a guiar al visitante hacia artefactos similares. Luego de la visita, la banda es devuelta y una página Web personalizada se crea para ver detalles.

La evaluación se desarrolla siguiendo las recomendaciones de la ISO 9241, la evaluación mide la *efectividad*, *eficiencia* y *actitud*. La *efectividad* se mide en tiempo gastado por obra de arte. La *eficiencia* se

define en la habilidad de la gente para responder las preguntas sobre las obras de arte. La *actitud* fue definida en términos de preferencia de la gente por un dispositivo u otro.

Para evaluar los prototipos se tomaron 28 estudiantes de 23 años y se les preguntó acerca de su tipo de visita. Las tecnologías evaluadas fueron:

1. Control: Los participantes simplemente miraron las pinturas
2. Guide-book: Un folleto de cuatro páginas con la versión de la información en este formato.
3. HMD
4. PDA
5. Tablet

A los participantes se les mostró un video con la descripción del uso de cada uno de los prototipos.

En cuanto a la *Efectividad*, el tiempo para ver las pinturas fue de 100seg en *control*, mientras que para PDA fue de 230seg. El HMD y el PDA fueron los que obtuvieron tiempo de visualización más amplio. La evaluación de *eficiencia* fue conducida por una ANOVA, sin embargo falló. Finalmente en cuanto a la *actitud*, tanto las PDA como los HMD fueron los preferidos (F).

La encuesta comprendía: preguntas relacionadas con la descripción de las pinturas (D); observación de las pinturas (O); recuerdo de los elementos visitados (P); comentarios (C) y portabilidad (B). La selección final (Ilustración 2-17) hace un ranking de prototipos del 1 (mejor) al 5 (peor) en cada medición:

Device	Time	O	D	B	C	P	F
<i>PDA</i>	1	2	1	1	1	1	1
<i>HMD</i>	1	4	2	2	5	1	2
<i>Tablet</i>	3	5	4	5	4	3	3
<i>Guide</i>	4	3	3	4	3	4	4
<i>Control</i>	5	1	5	3	2	5	5

Ilustración 2-17 Ranking de desempeño

2.5.4.2.3 Evaluación de la preferencia de medios de presentación

Las PDA y los HMD fueron los preferidos. La idea del estudio es verificar si el desempeño de los estudiantes es más eficiente en texto o texto e imágenes en un hiperespacio físico.

Han participado del estudio nueve estudiantes británicos y nueve japoneses. Los participantes fueron asignados a *Texto* o *Texto + Gráficos*, utilizaron HMD y la presentación era de aproximadamente 12 diapositivas. Se utilizaron 3 variables para llevar a cabo el experimento:

1. Habilidad para responder preguntas
2. Tiempo requerido
3. Preferencia del material

Como resultado, los tiempos para ambos grupos fueron similares. Sin embargo, tomó menos tiempo cuando se trató de texto + gráficos. La condición de tener texto solamente no demuestra ser superior en la tarea de recuerdo de información. Por lo tanto, la inclusión de gráficos disminuye el tiempo de asimilación de información y no perjudica la cantidad de información asimilada.

2.5.4.3 Estado del arte de aplicaciones sensibles al contexto en museos

Se presentarán algunas evaluaciones de los sistemas sensibles al contexto que involucren aplicaciones en el dominio de museos.

2.5.4.3.1 *IMPS*

El proyecto IMPS (Interactive Media Presentation Study) investiga las diferentes formas de presentar información en las galerías de arte. Un sistema de localización fue implementado con enlaces infrarrojos y un código de identidad fue asignado a las pinturas. El sistema incrementa la información contextual mediante el código de identificación del usuario, y de esa forma se personaliza la información presentada al mismo. El sistema parece funcionar para interiores, sin embargo no es la mejor solución para exteriores.

2.5.4.3.2 *X3 y WECA PC*

El X3 y WECA PC es un sistema de computación de vestir que permite dar información basada en Web a los usuarios en contexto identificado por la ubicación de los mismos. Los dispositivos utilizados son un HMD, un GPS y un teléfono móvil para conectarlo con Internet.

El software provee información contextual cuando el usuario se mueve en la Universidad de Birmingham. Los datos son analizados de la siguiente forma:

- Se extraen las coordenadas del GPS
- Se identifica la URL con respecto a las coordenadas
- Se carga el Internet Explorer de la base de datos
- Se hace cargo de los errores de señal o la falta de la misma.

2.5.4.3.3 *Cyberguide*

Cyberguide fue desarrollado a mediados de los noventa en el GIT (Long, S. et al, 1996). El objetivo era proveer información a los turistas basados en la posición y orientación. Para ello, utilizaba señalizadores de posición infrarrojos. El usuario podía ver su posición y las cosas de interés a su alrededor en un mapa. Seleccionando un artefacto era posible obtener la información asociada a él. Una versión para exteriores fue implementada también en el campus de la universidad que lo desarrolló, en Atlanta. Para posicionar la versión de exteriores utilizaba GPS.

2.5.4.3.4 *GUIDE*

En la universidad de Lancaster se realizó el GUIDE para los visitantes de la ciudad (Davies, N., 1998). El sistema utilizaba WaveLAN como infraestructura de conexión, donde cada estación base cubría una región geográfica (celda). Cada celda WaveLAN distribuía información relevante para la región que cubría. El usuario tenía la posibilidad de pedir información de otras ubicaciones. Además, combina los contextos de ubicación y preferencias de usuario con una sensibilidad para la calidad de servicio que se provee en la red inalámbrica subyacente (Dey, A. K. & Abowd, G. D., 1999).

2.5.4.3.5 *Smart Sight Tourist Assistant*

El Smart Sight Tourist Assistant fue desarrollado en la universidad de Carnegie Mellon (Yang J. et al 1999). El sistema usaba la ubicación para brindar información del contexto. El sistema podía ser utilizado en la forma de vestir y brindaba la posibilidad de varios idiomas. Utilizaba GPS para el funcionamiento. Se implementaron dos soluciones, una con la posibilidad de pedir información cercana las marcas y otra con la posibilidad de que los turistas compartan información.

2.5.4.3.6 *Irreal*

En Irreal (Butz et al, 2000) los autores diseñaron un sistema de navegación e información basado en Palm Pilot PDAs y un conjunto de emisores infrarrojos potentes para localizar a través del edificio. Los infrarrojos enviaban información relacionada a su posición actual. La información era distribuida mediante páginas que se enviaban usando haces infrarrojos. Uno de los problemas fundamentales de la solución era que sólo proveían información de los objetos cercanos. La información se proveía en forma de broadcast y por lo tanto no existe la posibilidad de volver a una información anterior.

2.5.4.3.7 *Hippie*

El sistema *Hippie* desarrollado en el proyecto HIPS (Opperman et al, 2000), ubica a los usuario por medio de un sistema infrarrojos compuesto de haces instalados en la entrada de cada sección y emisores instalados en cada una las obras de arte. El proyecto adapta la interfaz de usuario al modelo del usuario. La modificación la puede llevar a cabo el usuario al inicio de la sesión o el sistema, teniendo en cuenta la historia de las interacciones del usuario y las elecciones realizadas. Una limitación del proyecto es que la posición del usuario no es suficiente para indicar el interés en la obra de arte. La aproximación que se utiliza en este proyecto es asegurar la libertad de movimiento del usuario. Una vez que el sistema ha detectado la habitación en la que el usuario se encuentra, el usuario puede activar los comentarios de audio en la obra de interés.

2.5.4.3.8 *Filoli*

Filoli es una casa “Gregorian Revival” que provee al usuario una imagen de la sala actual con los trabajos de interés resaltados con bordes rojos (Aoki et al, 2000). Entonces cuando un usuario selecciona el objeto con un lápiz, activa un audio o video. Esta solución es válida solo para los museos donde los elementos de interés están dispuestos sobre las paredes.

2.5.4.3.9 *SottoVoice*

En (Grinter et al, 2002) se estudia cómo un libro-guía electrónico fue utilizado por pares de visitantes en una casa histórica. El artefacto fue utilizado de cuatro formas:

1. Escucha compartida
2. Uso independiente
3. En seguimiento
4. Chequeo mutuo

También se hace un estudio de la adopción de cada una de las diferentes experiencias de visita. Se examinan las estrategias de visita y cómo el libro-guía facilita el awareness entre los usuarios.

El artículo comienza discutiendo la tecnología de audio guías que puede ser utilizada en espacios públicos. Si bien el uso de altavoces no es el adecuado en este tipo de espacios, el uso de auriculares puede aislar a los visitantes.

Las visitas a los museos generalmente son de índole social (Hood, 1983) (Vom Lehn et al, 2001) y el desafío de diseño está en saber lo que los visitantes quieren compartir y cómo hacerlo (Falk & Dierking, 2000) (Hood, 1983) (Vom Lehn et al, 2001).

SottoVoice soporta la interacción social y se han realizado 3 iteraciones de evolución de diseño. La primera evaluación integró clips de audio a aire abierto (Vom Lehn et al, 2001). El segundo estudio fue realizado mediante el uso de auriculares para compartir audio (Grinter et al, 2002). El tercer estudio es la evaluación de la tecnología en un escenario real.

Como trabajo relacionado se puede mencionar *Thunderwire* (Ackerman et al, 1997) y *Voice Loops* (Watts et al, 1996) que son ejemplos de sistemas de audio que proveen soporte para actividades de coordinación. *Sotto Voice* no provee un mecanismo para hablar a través del sistema, sino que provee la posibilidad de compartir el contenido con la intención de facilitar un “canal abierto”.

Sotto Voice provee libertad de explorar en forma co-ubicada pero está limitado al escenario particular del museo. En (Benford et al., 2000) diseñaron una tecnología para soportar *Inhabited TV*, televisión en broadcast con CVE. En estos esquemas la relación entre la audiencia y el presentador se pierde. Por ello, los libros-guía son una alternativa, siendo *Sotto Voice* en el soporte de interacción entre usuarios.

Así el sistema *Sotto Voice* fue motivado por las necesidades colaborativas y comunicativas de los visitantes. La interfaz fue implementada en una PDA y los visitantes obtienen información a través de una interfaz visual por medio de imágenes de las paredes del museo.

Eavesdropping (sistema de audio compartido) soporta compartir audio descriptivo de forma sincronizada entre pares de visitantes. El sistema no soporta la comunicación de audio entre pares de usuarios entre sí (sólo los comentarios de los objetos).

Si el visitante **A** selecciona un objeto escucha el audio asociado. Si **A** no está escuchando, pero **B** si, el dispositivo de **A** ejecuta el audio de **B**. Es decir, los clips de audio nunca se mezclan y las selecciones de **A** tienen prioridad en el dispositivo de **A**, esto implica que si **A** y **B** están escuchando sus propios clips y el clip de **A** termina, entonces **A** comienza a escuchar exactamente lo que escucha **B**. Cada visitante tiene control de volumen individual. El audio se ejecuta sobre una LAN inalámbrica 802.11b. El contenido del audio se escucha por medio de auriculares modificados (un articular).

El artículo incluye una evaluación del sistema en el que se describen las experiencias de los usuarios en las diferentes formas de interacción.

Para realizar la evaluación se reclutaron 47 personas (un grupo de 4, uno de tres y 20 grupos de 2). Los participantes llenaron las encuestas de información demográfica y su experiencia tecnológica y de museos. Luego, se realizó un pequeño tutorial para utilizar la herramienta. La evaluación está centrada en la experiencia en general de la visita y las específicas de *eavesdropping*. De los participantes el 53% eran menores de 50, el 21% eran menores de 30 y el otro 47 entre 50 y 70 años.

Los resultados y hallazgos de la evaluación se describen en los siguientes párrafos:

Locución compartida: Sotto Voice está diseñado para facilitar la interacción entre compañeros y una de las formas principales de conseguirlo fue permitiendo que parejas de compañeros escuchen el libro-guía mutuamente. Las experiencias fueron:

- Descripciones como “lo mejor”
- Deseos de aprender acerca de los intereses de los compañeros y enriquecer las conversaciones.
- Interacciones más profundas en las salas con el libro-guía.
- Algunos visitantes experimentaron un sentimiento de absorción por parte de la actividad.

Uso independiente: Muchos visitantes reportaron el apagado de la característica temporal o permanentemente. Las experiencias fueron las siguientes:

- Casos en los que los enlaces sociales débiles hicieron la experiencia menos interesante.
- Había visitantes predispuestos a realizar actividades independientes.
- El uso independiente de la guía por períodos prolongados de tiempo sin interferir con la habilidad de hablar durante la visita generaron varias estrategias de comunicación alternativas para instrucción mutua.

Seguimiento: Varias parejas reportaron un compromiso en la actividad dónde una persona seguía a la otra usando la guía en modo *eavesdropping*. Esto estaba caracterizado por la particularidad de que una persona se dedicaba a operar el libro-guía y la otra persona solamente se dedicaba a escuchar. La persona en control del dispositivo era seguida por el escuchador.

Chequeo: El chequeo usualmente es una actividad corta, pero enfocada en actualizar o mantener algún tipo de contexto con su compañero. En otras palabras, con la característica *eaverdropping* encendida, la guía proveía a los individuos con la capacidad de coordinar sus acciones con sus compañeros. Los participantes describieron tres razones para ello: obtener información sobre el estado de su compañero, encontrar que estaba escuchando su compañero y monitorear a su compañero.

La adopción del libro-guía: La mayoría de los visitantes (45 de 47) disfrutaron de la selección visual y los clips de audio. Los comentarios típicos fueron la facilidad de seleccionar objetos con tan poca instrucción. La adopción tuvo tres factores influyentes: la relación social de las parejas, la

naturaleza de la visita y si las parejas tenían una estrategia de visita antes de visitar el museo. Las parejas utilizaron el recurso, principalmente, para conseguir una experiencia compartida.

Tipos de awareness: Los individuos reportaron el uso de *eavesdropping* para obtener el contenido y el carácter de la actividad del compañero. También utilizaron el dispositivo para determinar si su compañero está escuchando las descripciones y dónde se encuentra en la sala, o si ha terminado. El reporte del uso del libro-guía también ilustra otra forma de awareness, la presencia de extraños en la sala. Esto permite saber si hay gente alrededor de los visitantes y por lo tanto modificar alguna de sus formas de comunicación, por ejemplo, hablar alto.

2.5.4.3.10 *Marble Museum*

En (Ciavarella et al, 2003) se examina cómo proveer información a los visitantes de museos en función de su localización en el Marble Museum. Esta necesidad surgió de un estudio empírico realizado a la primera versión del sistema, la cual no incluía ningún soporte automático para la detección de la posición del visitante (Ciavarella et al, 2002). Muchos visitantes se quejaron que algunas veces encontraron problemas para entender dónde estaban durante la visita.

En relación a otras aplicaciones este sistema presentaba algunas mejoras respecto a algunos predecesores, por ejemplo: Respecto a Cyberguide (Abowd et al, 1997) provee a los usuarios además de información textual y gráfica, información en formato de audio (mp3). En Irreal (Butz et al, 2000) la información se proveía en forma de broadcast y, no existe posibilidad de volver a una información anterior. La solución propuesta presenta la posibilidad de moverse libremente en el edificio y a través de la información del sistema por medio de un botón Atrás (como en los Exploradores Web). En Hippy (Opperman et al, 2000) una limitación es que la posición del usuario no es suficiente para indicar el interés en un obra de arte, el visitante debe activar los comentarios de audio en la obra de interés en forma explícita. Por último, se compara el trabajo con Filoli (Aoki et al, 2000) y la principal diferencia yace en que el sistema detecta automáticamente la sala donde los usuarios están y provee un sonido cada vez que un usuario entra a una nueva sección. Este feedback asegura que los usuarios del sistema son conscientes del cambio de contexto.

Toda la información se almacena en una PDA Compaq Ipaq 3660 con un 1 GB de memoria flash que contiene la descripción de alrededor de 150 obras de arte con 220 MB de datos multimedia (videos, imágenes y comentarios orales).

Los objetivos del sistema son:

- Orientar a los visitantes dentro del museo. Para ello, existen tres niveles de información espacial: el museo, la sección y los entornos físicos que componen una sección.
- Permitir a los usuarios cambiar el volumen, detener y continuar los comentarios de audio.
- Acceder a la información del museo en los diferentes niveles de abstracción.

El sistema se basa en emisores infrarrojos que adaptan la presentación de la información al contexto de ubicación, de manera que no desoriente al usuario.

Para determinar la posición del usuario, se instalaron emisores infrarrojos en cada sala. Cuando el usuario entra en una nueva sala, los emisores envían un identificador a la PDA, la aplicación los detecta y cambia la presentación de acuerdo a ello. La solución necesita ser mejorada porque las ondas infrarrojas pueden ser reflejadas por las superficies.

La aplicación provee a los usuarios un mapa del Museo donde se encuentran secciones resaltadas. Una vez que se entra a una sección se presenta un audio describiendo las características de la sección. Allí se muestra un mapa indicando la ubicación de las obras de arte en esa sección y se reproduce un audio cuando los visitantes seleccionan las obras de arte en el mapa de la sección.

En cuanto al diseño de la parte gráfica se han seguido los siguientes criterios:

- Metáfora Web: Para que los usuarios estén familiarizados con la interfaz
- Feedback de navegación: Los enlaces que han sido seleccionados tienen un color diferente de los otros
- Soporte de orientación para el entorno: El mapa del museo resalta la sección dónde el usuario está ubicado. El mapa es mostrado con la misma orientación que tiene el usuario cuando entra.
- Minimiza la interacción gráfica: Cuando un usuario entra a una nueva sección o selecciona una nueva sección u obra de arte, la aplicación inmediatamente comienza un comentario.
- No hay redundancia de comandos: Los comandos se activan de una forma única.

El sistema fue evaluado, con 35 visitantes que llenaban un cuestionario con preguntas estructuradas en varias partes:

- Experiencia previa en museos (4 preguntas)
- Calidad de la información provista (9 preguntas)
- Calidad de las técnicas multimedia utilizadas: imágenes y videos (7 preguntas)
- Calidad de la parte interactiva de la aplicación: su uso, los conceptos subyacentes, la interfaz de usuario (10 preguntas)
- Capacidad para soportar la orientación de los usuarios (10 preguntas)
- Información personal: edad, instrucción, etc.

Las preguntas eran de tipo verdadero o falso o de una escala de 1 a 7 y los resultados que arrojaron fueron:

- Solamente 15 de ellas habían utilizado la PDA antes del experimento.
- Los visitantes apreciaron la calidad de la información.
- La utilidad de la guía tanto para novatos como para expertos obtuvieron tasas similares.
- En cuanto a la facilidad de uso los expertos han dado mejores resultados.
- Los novatos pidieron mejoras.

Las posibles mejoras y los detalles de la evaluación fueron presentados en (Ciavarella et al, 2004). La más significativa fue la posibilidad de buscar un camino para las obras “Path Finder”.

Recientemente en (Paternò et al, 2007) se propuso enriquecer la interacción entre los usuarios y promover su colaboración a través del sistema mediante RFID y acelerómetros. El trabajo relacionado se basa en:

1. El reconocimiento de gestos. En (Bristol et al, 2002) se propuso ISLIDE. ISlide, que era un acelerómetro que se ajusta a la muñeca: un cambio en los movimientos producen que la aceleración sea medida por el acelerómetro y en función de ello interactuar. En este caso se adosó al PDA.
2. Exploración física (Valkkynen et al, 2003) que permite identificar objetos mediante técnicas basadas en etiquetas RFID.
3. Solución de guías móviles tiene como precedente Sotto Voice (Griter et al, 2002).

Así, la solución presentada en este artículo permite explorar entornos físicos con dispositivos móviles y estacionarios, equipados con pantallas pequeñas y grandes. En este dominio existen varios tipos de aplicaciones para explorar en estos entornos (Paek et al, 2004):

- Aplicaciones “jukebox”, se utiliza una pantalla compartida entre muchos usuarios
- Aplicaciones colaborativas: Permiten a muchos usuarios contribuir para conseguir una meta común.

- Aplicaciones comunicativas que simplifican la comunicación entre individuos Pebbles (Myers et al., 1998).
- Aplicaciones arena: permiten la interacción competitiva entre usuarios

En este caso en particular introduce CoCicero (Laurillau & Paternò, 2004), permitiendo juegos colaborativos e interacción entre los visitantes. Existen 5 tipos de juegos:

1. El quiz
2. Las asociaciones
3. Los detalles
4. Cronología
5. El mundo escondido.

Estos juegos mejoran la experiencia del usuario, que de otra manera estarían limitadas a una interacción individual móvil. También estimula la interacción social y la comunicación con otros jugadores, aunque podrían no conocerse.

El paradigma de interacción *scan and tilt* se basa en la estructura tipo árbol de los metadatos (sección, obras de arte). La modalidad *scan* opera en un nivel superior (elemento de interés), mientras que el *tilt* permite la operación entre elementos (metadatos horizontales). El visitante selecciona (*scan*) con el RFID el objeto y luego utiliza el *tilt* para navegar en esta dimensión. La modalidad de reconocimiento de gestos utiliza un sensor de aceleración.

La arquitectura de software se basa en los siguientes módulos:

2.5.4.3.10.1 Dispositivos móviles (4 capas)

1. Core: Implementa las estructuras de datos para las capas superiores y los parsers XML.
2. Communication: Implementa los servicios de red para enviar y recibir mensajes.
3. Visit: Soporta el acceso interactivo a la información del museo.
4. Games: Soporta juegos interactivos.

2.5.4.3.10.2 Dispositivos estacionarios (3 capas)

1. Core
2. Administrador de comunicaciones
3. Administrador de interfaces

2.5.4.3.10.3 Protocolo de comunicación

Se utiliza un sistema PeerToPeer que permite organizar las PDAs a través de un algoritmo distribuido. La comunicación se realiza de manera de multicast y la comunicación con los dispositivos fijos se realiza a través de TCP.

2.5.4.3.10.4 Evaluación del sistema

La evaluación del sistema se hace en dos partes:

2.5.4.3.10.4.1 La evaluación del Scan and Tilt

Respecto al *Scan and Tilt* la mitad de los encuestados habían utilizado PDA antes del ejercicio. La mayoría de ellos reportaron problemas en realizar el ejercicio. El *tilt* vertical ha sido el de más difícil interacción, mientras que el horizontal ha sido utilizado más fácilmente.

2.5.4.3.10.4.2 La evolución de los juegos colaborativos.

En cuanto a los juegos colaborativos, aunque han sido juzgados como aplicaciones para escolares, tuvo buena aceptación. Además, la funcionalidad que se divide entre la pantalla de la PDA y las pantallas grandes ha sido bien recibida.

2.5.4.4 Museo de la Cuchillería de Albacete (MCA)

En (Gallud et al, 2005) se presenta un sistema para guía de visitantes implementado en el Museo de la Cuchillería de Albacete. El sistema está actualmente disponible a los visitantes que pueden alquilar una PDA en el museo y obtener información adicional sobre las piezas que se exhiben en el mismo.

El sistema permite que los empleados administren visitas, publiquen noticias y eventos en la página Web, provean de información restringida a los expertos, etc. Toda esta información se muestra en una PDA o dispositivo móvil. El administrador puede gestionar todos los ítems de las exposiciones (piezas, paneles, etc.) con una herramienta especial. Finalmente, los visitantes del museo pueden ver toda la información acerca de una pieza en la PDA con un simple clic. La información que se muestra está disponible en varios idiomas, además provee imágenes y sonido. El sistema se ejecuta sobre una infraestructura de comunicación inalámbrica.

Sin embargo, el enfoque del proyecto era el uso de las computadoras de bolsillo como una herramienta que permitiera ayudar a los visitantes en su visita al museo. El trabajo relacionado se basa en (Ciavarella & Paternò, 2003) (Ciavarella & Paternò, 2004) cuyo proyecto fue implementado en el Museo de Mármol de Carrara (Italia) y en otros museo como el Field Museum of Chicago (Steele, 2002). En cuanto a la interacción con el usuario, los trabajos (Ciolfi et al, 2002) y (Schiele et al, 2001) están relacionados con el uso de estos dispositivos en museos.

Los aspectos fundamentales de la arquitectura que fueron implementados en el trabajo fueron:

El sistema de posicionamiento: En esta versión del sistema no se optó por utilizar un sistema automático de posicionamiento, se prefirió emplear los mapas del museo en el dispositivo y referencias en el espacio físico.

Localización de la información: La información se encuentra en una base de datos en un servidor. Los clientes hacen pedidos al servidor para recuperar la información. Esto simplifica el mantenimiento de la aplicación.

Tecnología utilizada: Las tecnologías que se utilizaron fueron muy variadas y entre ellas se encuentran: Linux, MS Windows, Macromedia Flash, .NET, SQL Server, MySQL, dispositivos de mano, laptops y computadoras de escritorio.

El sistema se dividió en 3 subsistemas: El subsistema Web, el subsistema Interno y el subsistema Móvil. El subsistema Móvil, el cual es el que nos incumbe en esta oportunidad, permite al visitante ver en una PDA, o cualquier otro dispositivo que cuente con conexiones inalámbricas, información detallada sobre las piezas físicas que se encuentran en el museo y que el visitante está observando. Toda la información está disponible cuando el visitante hace clic sobre el dispositivo y “navega” a través de las diferentes exposiciones de museo. La información disponible está en muchos medios, entre ellos: video, audio y texto, en diferentes idiomas.

En (Tesoriero et al, 2007) se realiza una evaluación de la experiencia de los usuarios con el sistema luego de funcionar por más de 18 meses. El artículo muestra los resultados de los experimentos llevados a cabo con dos grupos de usuarios reales y de esos resultados se derivaron las posibles mejoras del sistema.

La evaluación de la satisfacción de los usuarios se llevó a cabo siguiendo los estándares de la CIF (Common Industry Format for Usability Reports) definida por la norma ISO/IEC DTR 9126-4.

Para poder explicar los resultados de la evaluación, el artículo primero hace un resumen de la funcionalidad soportada por el sistema, de la forma que se indica a continuación:

La aplicación comienza mostrando una pantalla de presentación y luego muestra una pantalla con la posibilidad de elegir el idioma con el que se va a interactuar con el dispositivo PDA. Una vez elegido el idioma se puede interactuar con el dispositivo de 4 maneras diferentes:

1. El *tour guiado* permite al visitante recorrer el museo completo utilizando los botones *Pieza Anterior* y *Pieza Siguiente* que permiten navegar entre las diferentes piezas del museo.
2. Las *rutas recomendadas* permiten al visitante ser guiado por piezas relacionadas por algún criterio.
3. El *acceso al buscador* permite encontrar una pieza o vitrina de determinadas características dentro del museo.
4. El *tour no guiado* permite a los usuarios navegar libremente a través del museo sin guía alguna. Pueden seleccionar cualquier pieza en el museo y obtener los detalles relacionados a la misma. Para ello, la interfaz se organizó en varios niveles planta, sala, vitrina y pieza.

El experimento fue realizado por dos grupos de personas: el primer grupo estaba compuesto por personas con conocimiento de la tecnología (75) y el segundo grupo estaba compuesto por estudiantes sin experiencia en la tecnología (90).

Para evaluar el sistema se entregó un cuestionario a las personas que utilizaron el sistema. El cuestionario contaba con 10 preguntas que tenían por respuesta 6 niveles de satisfacción. Las preguntas abarcaron los siguientes aspectos de la aplicación:

1. Diseño gráfico e impacto visual (3 preguntas)
2. Aplicación general de la usabilidad (5 preguntas)
3. Aplicación de funcionalidad concreta (3 preguntas)

Como resultado del análisis general del sistema se obtuvo alrededor de un 80% de aceptación por parte de los encuestados.

El primer aspecto reveló que la aplicación era más atractiva a la gente joven que a los adultos. Mientras que en el segundo aspecto se obtuvo un nivel de aceptación de entre el 87 % y el 90 %, aunque hubo quejas y sugerencias relacionados con problemas acerca del aprendizaje que requería el uso de la aplicación por parte de gente joven. Por el otro lado, la gente con experiencia sugirió mejoras de usabilidad. Respecto al tercer aspecto, la gente con experiencia estuvo más satisfecha con el uso de estas funciones que los novatos.

Como mejoras al sistema se propusieron: Un rediseño de la interfaz, posiblemente implementando skins. Disminución la brecha de aprendizaje por parte personas inexpertas respecto al uso de la aplicación y finalmente, reducir la interacción directa sobre la pantalla de la PDA mediante el uso de tecnologías de posicionamiento.

Durante el desarrollo del proyecto se publicó en (Gallud et al, 2007b) una propuesta de una nueva versión del sistema que debería implementar nuevas características, basadas en el estudio anterior (Tesoriero et al, 2007).

El artículo describe problemas acerca del re-uso de los componentes y escalabilidad de los mismos, por lo que se decidió rediseñar el sistema para soportar la nueva funcionalidad. Esta funcionalidad consistía en la adición de un sistema automático de posicionamiento, una re-definición de la interfaz de usuario para proveer una experiencia más rica al visitante y por último proveer una adaptación a los sistemas legados de los museos para promocionar el re-uso de información por parte de la aplicación. El nuevo sistema enfatizaría características de modularidad, independencia de la tecnología, etc.

La Ilustración 2-18 muestra un diagrama de componentes del nuevo sistema. El subsistema del cliente está compuesto por dos componentes principales: el *sistema de posicionamiento*, que se encarga de brindar a la PDA la ubicación del usuario en un sistema de coordenadas para obtener información sensible a la ubicación; y el *cliente* o *core*, que se comunica con el servidor mediante el protocolo de comunicación HTTP, utilizando XML como lenguaje de intercambio de información.

El servidor está compuesto por varios módulos: el *proveedor de contenidos* es el encargado de comunicar la información requerida desde el cliente, utilizando el protocolo y lenguaje explicado en el párrafo anterior. Para ello, se vale de un *administrador de espacios* que se encarga de la extracción de los

mismos de dos fuentes de datos: la *base de datos interna* (que mantiene los datos relacionados a la administración del espacio físico del museo) y el *catálogo* (encargado de recuperar la información de las piezas y los paneles expuestos en el museo).

Los museos usualmente tienen su propio catálogo de piezas, por lo que fue necesario la introducción de un sistema de sincronización entre el museo (*base de datos externa*) y el servidor (*base de datos interna*) para poder re-usar esta información. Para cumplir este objetivo se implementó una herramienta que se comunica con ambas bases de datos mediante ODBC (independencia del sistema de bases de datos) y produce una transformación de estructuras mediante un archivo de configuración basado en XML.

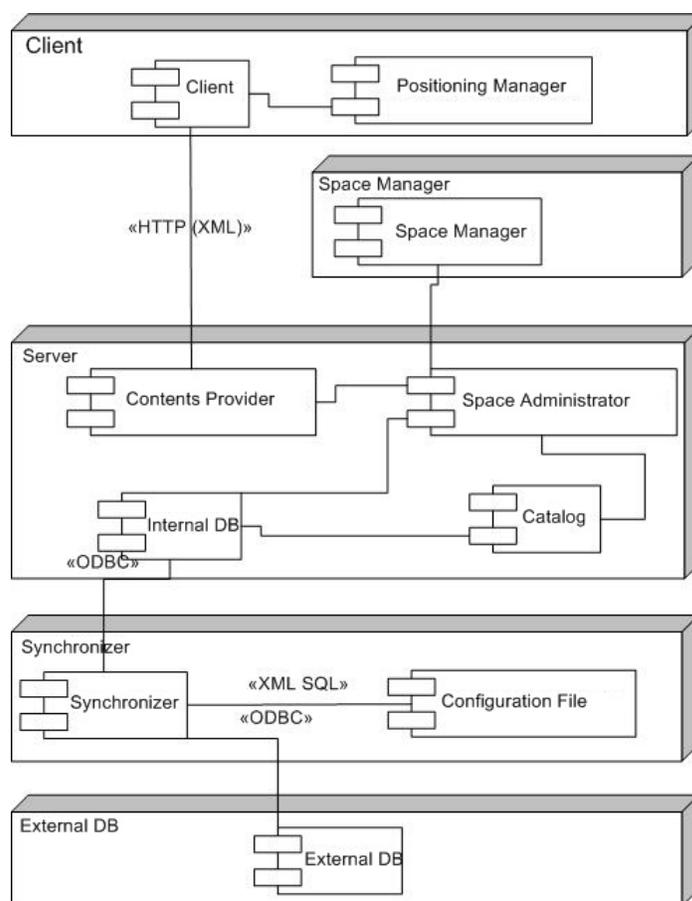


Ilustración 2-18 Diagrama de componentes del sistema

Uno de los componentes más interesantes es el de posicionamiento, ya que permite la obtención de información sensible a la ubicación del usuario independientemente del sistema concreto de posicionamiento que se utilice. Además, permite utilizar varios sistemas de posicionamiento al mismo tiempo. Esta funcionalidad brinda mucha flexibilidad y precisión para poder trabajar con dos tipos de sistemas de posicionamiento: *en el espacio* (sala, piso, vitrina, etc.) y *en los objetos* (piezas, pinturas, etc.)

Otro componente que se explora en este sistema es el sincronizador. La información de las piezas de arte se pueden observar desde dos puntos de vista: *la información de catálogo* y *la información de entorno*. La *información de catálogo* es información valiosa a los expertos en el tema y está escrita en un lenguaje técnico. Por otro lado, la *información de entorno* es información para los visitantes, escrita en lenguaje coloquial de manera que el visitante obtenga información más didáctica.

Generalmente la información de los objetos del museo se maneja con software legado que utiliza información normalizada (Carretero A. et al, 1996) (ICOM-CIDOC, 1995), así que para manejar esta

información en el sistema se utiliza un modelo basado en los estándares anteriormente mencionados. La Ilustración 2-19 muestra este modelo.

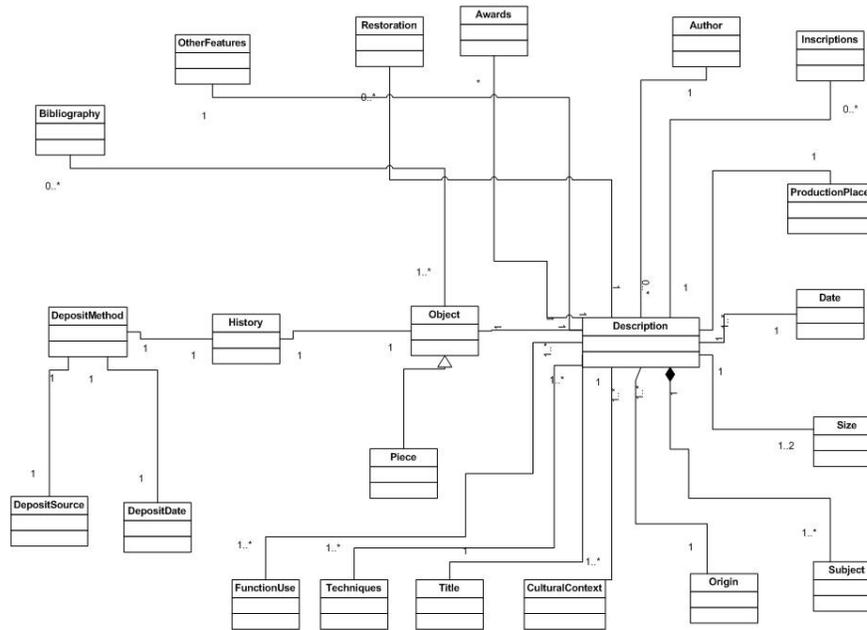


Ilustración 2-19 Diagrama de clases

El sincronizador permite reutilizar esta información permitiendo una flexibilidad de despliegue muy elevada.

Dentro del campo de los diferentes tipos de información que maneja el sistema (*información de catálogo e información de ambiente*) en (Gallud et al, 2007) se presentó un modelo conceptual para relacionar ambos tipos de información.

Este modelo, ilustrado en la Ilustración 2-20, tiene como principal figura al *Espacio*. Cualquier objeto de arte debe ser expuesto en un espacio y el objeto tiene un espacio asociado. Por ejemplo, las piezas se exponen en un contenedor; es decir en el caso de una pintura, en un marco. Además, un espacio tiene asociada un una representación gráfica, recursos e identificadores.

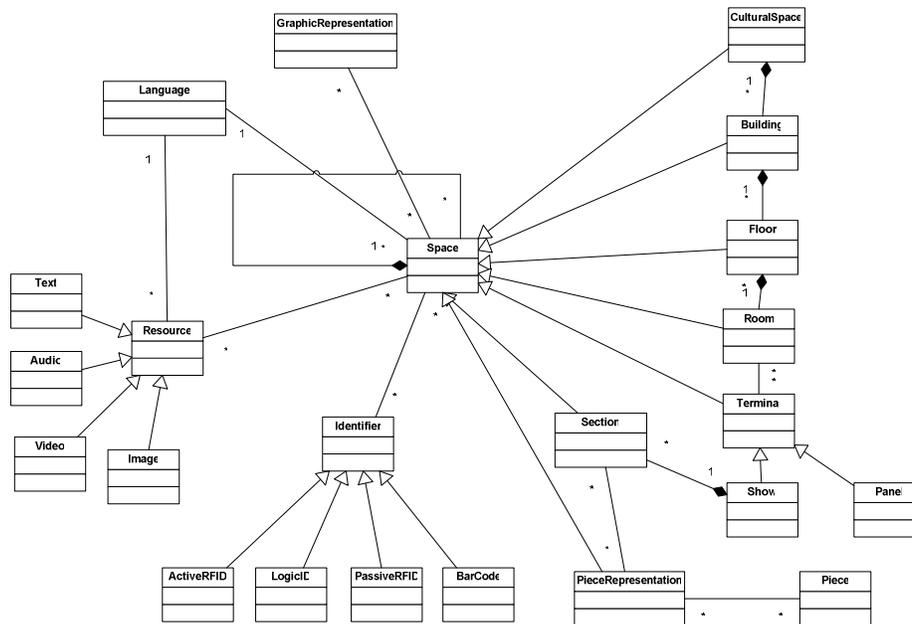


Ilustración 2-20 Modelo conceptual del museo

La entidad *Identificador* permite al sistema identificar un espacio en un sistema de coordenadas, aislando al mismo de los cambios de la tecnología de posicionamiento. Además, al poder ser identificado de distintas maneras se pueden utilizar varios sistemas simultáneamente.

Aunque el *catálogo* puede tener asociado un repositorio de medios o recursos; es necesario proveer información extra para presentar / adaptar información a los visitantes. Además, estos recursos no están asociados solamente a las piezas del catálogo sino que también pueden estar asociados a los espacios en cualquier nivel, brindando la posibilidad de dar contexto a las piezas. Estos recursos pueden ser audio, texto (adaptado al usuario), video, etc.

Para representar el espacio cultural, en este caso un museo, se utiliza una jerarquía de espacios en la que el *espacio cultural* puede estar formado por varios *edificios*, cada *edificio* puede tener varias *plantas*, cada *planta* tiene *salas* y cada *sala* tiene *terminales*. Un *terminal* puede ser un *panel* de información o una *vitrina*. La *vitrina* está compuesta de *secciones*, ya que usualmente en una *vitrina* se encuentran *piezas* que se relacionan entre sí, para ello las *piezas* se agrupan en *secciones* que muestran información de contexto. Finalmente está la *representación de pieza*, que es nada más y nada menos que la representación física de una pieza del *catálogo*.

La *representación de pieza* tiene asignada una pieza del catálogo y es el único enlace entre los dos tipos de información, de esta forma se independiza el sistema del tipo de información que maneja.

La *representación gráfica* es la representación de un espacio y existen dos tipos: la *representación interna* (muestra el espacio en sí mismo) y la *representación externa* (muestra al espacio desde el punto de vista del contenedor).

Una propuesta de interfaz para el sistema fue presentada en (Tesoriero et al, 2007b) basadas en patrones de diseño de HCI aplicables a sistemas estructurados en espacios (Tesoriero et al. 2007c). Los patrones fueron presentados en un informe técnico en (Tesoriero et al, 2007d) y su contenido se discutirá en la sección 5.6.2.

El artículo comienza describiendo la interfaz actual del sistema Ilustración 2-21.



Ilustración 2-21 Interfaz del sistema actual

Luego enumera los problemas y sugerencias que encontraron y realizaron los visitantes sobre la interfaz, que en resumen fueron las siguientes:

1. El uso de la PDA con las dos manos. Los visitantes generalmente viajan con algo en las manos (un bolso, cartera, etc.). Para poder utilizar el sistema es imprescindible utilizar el lápiz, por lo tanto sólo es posible utilizarlo con las dos manos al mismo tiempo.
2. La navegación en un solo sentido. Los visitantes usualmente se quejan de no tener la posibilidad de volver a una exposición por la que ya pasaron, y para poder hacerlo tienen que pasar por todas las exposiciones (ver Ilustración 2-21).
3. Orientación del usuario y posición. Los visitantes indicaron que se confundían muy fácilmente y perdían el sentido de la posición y orientación entre el espacio físico y el virtual.
4. Los espacios culturales, como los museos, son espacios públicos donde las personas discapacitadas deben tener facilidades para acceder a la información, estas facilidades están descritas en los siguientes puntos relacionados con la accesibilidad del sistema:
 - a. El sistema no tiene percepción de sonido en los cambios de espacios. El espacio generalmente pone en contexto las piezas que contiene. Este contexto no es percibido por las personas ciegas ya que no existe señal auditiva que indique un cambio en este sentido.
 - b. La navegación se realiza por medio del lápiz, por lo tanto el sistema no puede ser controlado por personas ciegas.
 - c. Tamaño del texto. Las personas con poca visión tuvieron problemas para leer los textos, ya que el tamaño del texto no era modificable.

Para resolver los problemas planteados se aplicaron los patrones HCI basados en los patrones de arquitectura presentados por Alexander (Alexander C. et al., 1977) (Alexander C., 1979) y que fueron exitosamente adoptados por la comunidad de programación (Gamma E. et al., 1993) y más tarde por la gente relacionada con HCI (Tidwell J., 1999) (Tidwell J., 2005) (Van Welie, M. 2007) (Borchers J., 2001) (Van Duyne D. K.; Landay J. A. & Hong J. I. et al, 2002).

Los patrones presentados por (Tesoriero et al, 2007b) se dividen en cuatro categorías. Cada categoría agrupa patrones que resulten problemas relacionados. La siguiente lista describe cada una de ellas:

1. La categoría de Orientación agrupa los patrones que ayudan al usuario a orientarse en un espacio físico, mejorando la sincronización física / virtual entre los espacios
2. Los relacionados con la Guía proveen herramientas para modelar rutas y caminos que los usuarios pueden seguir basados en sus preferencias.
3. Los patrones de Disposición sirven para organizar la interfaz y optimizar el espacio de pantalla en los dispositivos móviles, ya que es un recurso muy escaso en este tipo de aparatos.
4. La Accesibilidad agrupa a los patrones relacionados con este tema, para que la información en los espacios públicos sea accesible a personas discapacitadas.

La interfaz propuesta se muestra en la Ilustración 2-22.

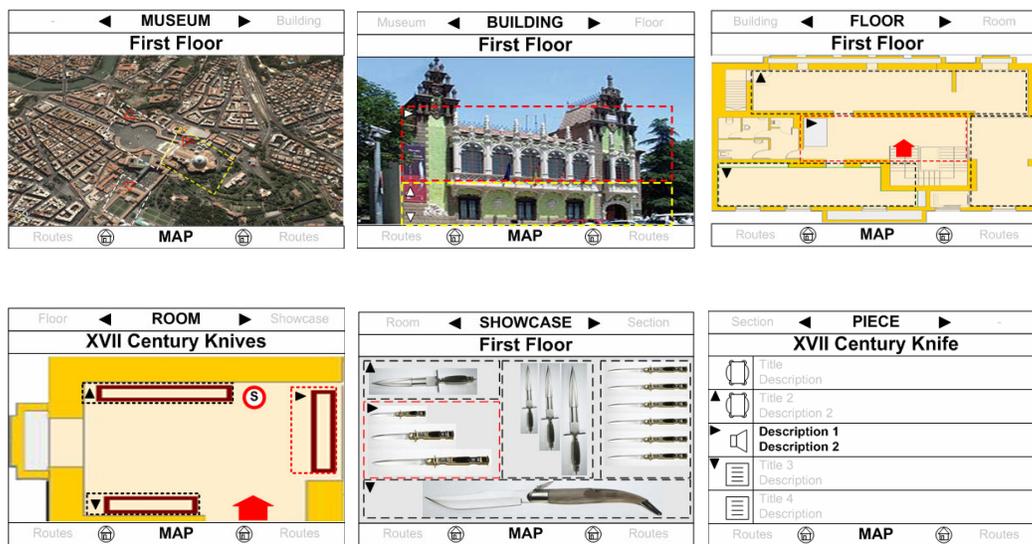


Ilustración 2-22 Interfaz propuesta para el nuevo sistema

Para navegar a través de los espacios se propuso la aplicación del patrón *Free Will Navigation*, el patrón plantea la utilización de las teclas de cursores para navegar entre espacios. Arriba y abajo se utilizan para seleccionar un espacio, una pieza o un recurso en una lista. Las teclas Izquierda y derecha para navegar entre niveles de espacio. La derecha para entrar al espacio seleccionado y la izquierda para volver al espacio padre.

La aplicación de este patrón lleva a la solución de algunos de los problemas planteados anteriormente. Este patrón permite navegar entre espacios de forma homogénea dando una solución parcial al tema de la navegación en un solo sentido (punto 2). Además, el usuario puede acceder a cualquier nivel en cualquier momento manteniéndolo/a ubicado/a en todo momento, cubriendo en parte los problemas de orientación y/o posición (punto 3).

Como este patrón también propone el uso de cursores, si es combinado con el patrón *Space Audio Perception* que propone reproducir sonidos en las transiciones de espacios, la aplicación puede ser utilizada por personas ciegas cubriendo, la navegación y percepción de espacios (puntos 4.b y 4.c)

Además, combinando *Free Hill Navigation* con el patrón *Landscape* (que propone utilizar la PDA en forma horizontal) la aplicación puede ser manejada con el dedo gordo únicamente, dando la posibilidad de usar la aplicación con una mano solamente. Solucionando en parte el problema de usar las dos manos para controlar el dispositivo (punto 1).

Aunque la aplicación de estos patrones resuelve muchos problemas, añade un problema de accesibilidad para la gente derecha o zurda. Sin embargo, aplicando el patrón *Right-Left Hended users*, el problema se resuelve (invierte los controles y hace un espejo horizontal de la pantalla).

Más patrones se pueden aplicar a la interfaz propuesta para mejorar la ubicación y la orientación del usuario (punto 2). Entre ellos se pueden aplicar *Sigms* que ayuda a los usuarios a orientarse cuando están mucho tiempo en una sala y propone la utilización de señales físicas en el espacio que se correspondan con señales virtuales en el mapa. Otro de los patrones para mejorar este aspecto de la aplicación es *Door at Back*, que ayuda a los visitantes a orientarse y posicionarse cuando ocurre una transición entre espacios, indicando la entrada utilizada por el usuario en el mapa virtual.

Finalmente, se aplica el patrón *Zoom* cuando se alcanza un documento de texto, el patrón plantea la utilización de los cursores derecha e izquierda para agrandar o achicar el tamaño de la fuente del texto.

2.6 CONCLUSIONES

En este capítulo hemos repasado los conceptos fundamentales de la computación ubicua que es la base de las aplicaciones sensibles al contexto de la cual se expuso una clasificación y dos arquitecturas, una basada en sensores y otra independiente de ellos. Consecuentemente se mostró la relación con los sistemas sensibles a la ubicación y las tecnologías relacionadas a los mismos.

También se hizo un repaso de las aplicaciones en relacionadas a estos temas haciendo especial énfasis en las aplicaciones relacionadas a los entornos culturales ya que las mismas tienen una gran relevancia en el campo de la colaboración y el aprendizaje, tal como se verá en los próximos capítulos.

3.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se expondrán los aspectos relacionados con los sistemas colaborativos. El capítulo comienza con una discusión acerca de los conceptos básicos que son fundamentales en el área CSCW y Groupware. Continúa con una breve descripción de la evolución de este tipo de sistemas y su relación con las eras de la computación descritas por Weiser. También se hace un resumen de las clasificaciones existentes y se presenta una serie de falencias en las mismas. Luego, se presenta una propuesta de clasificación para subsanar estas carencias. Después, se exploran las aplicaciones clásicas para mostrar las características fundamentales de este tipo de software. Finalmente se brindan los conceptos relacionados con una nueva tendencia en la computación, la Web 2.0, en la que la participación de las personas en Internet se vuelve central.

Debemos destacar que este capítulo esboza un panorama general de los aspectos teóricos / prácticos relacionados con los sistemas colaborativos. Y su función principal es brindar una base para comprender e interpretar los diferentes patrones que se presentarán en la sección 5.5, los cuales son parte de la solución propuesta para el diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al e-learning.

3.2 DEFINICIONES

En este apartado se analizarán los orígenes del CSCW y el Groupware, así como las definiciones y puntos de vista de diferentes autores que son referentes en la materia.

Se comienza con las definiciones de CSCW y Groupware, desde dos puntos de vista. Estas definiciones son fundamentales para la comprensión de los conceptos básicos. Luego se toca un tema muy controversial dentro del área, que son las definiciones de colaboración y cooperación.

Después definiremos dos conceptos clave para poder llevar a cabo cualquier tarea colaborativa, que son la coordinación y la comunicación.

3.2.1 CSCW Y GROUPWARE

Los orígenes del Groupware y el CSCW pueden remontarse a la Fall Joint Computer Conference de San Francisco en 1968 donde Douglas Engelbart realizó una demostración en vivo de NLS (oNLine System; o más tarde comercialmente conocido como Augment) (Engelbart, D.C. & English, W. K., 1968) (Engelbart, D.C., 1975). Era un prototipo integrado que realizaba una tele-conferencia con video, colaboración en pantalla compartida y telepointing.

Por la misma época Murray Turoff en el New Jersey Institute of Technology desarrollaba uno de los primeros sistemas de videoconferencia por computadora, denominado EMISARI (Emergency Management Information System and Reference Index). Un sucesor de este sistema fue el EIES en 1976. Por más de una década, Turoff and Hiltz estudiaron el potencial de los sistemas de conferencia y cómo se comparan estos sistemas con otros medios, para una revisión ver (Hiltz, S. R. & Turoff M., 1978).

Así fue cuando en 1984 las ideas de Groupware de Engelbart resonaron en el workshop llevado a cabo en el MIT y organizado por Irene Greif y Paul Cashman. Por aquella época Greif estaba

trabajando en el MIT en RTCAL y MBlink, dos sistemas inspirados por NLS (Sarin, S. & Greif, I., 1985). En tanto que Cashman estaba trabajando para Digital Equipment Corporation en XCP (Sluizer, S. & Cashman P., 1984) que era una herramienta experimental para soportar el procedimiento de oficina, basado en la teoría del discurso. Entonces, tal como hemos mencionado, juntos, Greif y Cashman acuñaron el término Computer Supported Cooperative Work (CSCW) (Greif, I., 1988), como un término para unificar una nueva área de investigación que pretendía usar tecnología para dar soporte a la gente en su trabajo (Grudin, J., 1994).

Sin embargo, Peter y Trudy Johnson-Lenz habían utilizado el término *Groupware* con anterioridad a CSCW. Su definición original era "*intentional group processes plus software to support them*", es decir, "*software que soporta procesos de grupo*" y apareció en 1981 en el artículo "Consider the Groupware: Design and Group Process Impacts on Communication in the Electronic Medium".

Existen muchas discusiones acerca de qué es *CSCW* y qué es *Groupware*. Muchos autores consideran que CSCW y Groupware son sinónimos. Sin embargo, otros autores dicen que *Groupware* se refiere a sistemas reales basados en computadoras, y que CSCW se enfoca en el estudio de las herramientas y técnicas tanto como sus efectos organizacionales, sociales y psicológicos.

Así comenzaremos por enunciar las definiciones de Groupware y CSCW desde el punto de vista de varios autores. Una vez recopilados estos conceptos veremos las diferencias entre ambos para comprender su definición más profundamente.

3.2.1.1 Groupware

Así se puede definir *Groupware* como:

- "Un grupo de procesos calculados, más el software necesario para soportarlos" Peter y Trudy Johnson-Lenz, 1978.
- "Software que soporta procesos de grupo" (Johnson-Lenz, P. & Johnson-Lenz, T., 1981)
- "Soporte por ordenador para equipos de trabajo". (Johansen, R., 1988)
- "Un sistema de desarrollo colaborativo para la interacción hombre-máquina" Doug Englebart, 1988
- "Colaboración guiada por computador que incrementa la productividad o funcionalidad de los procesos persona-persona" (Coleman, D., 1997)
- "Es un software multiusuario que soporta el CSCW" Beacker, 1993
- "La tecnología Groupware proporciona redes de computadores que soportan la comunicación, coordinación y colaboración a través de facilidades como el intercambio de información, el compartir repositorios, los foros de discusión y la mensajería" (Orlikowski, W. J. & Hoffman, J. D., 1997)

Podemos decir que groupware es una aplicación o conjunto de herramientas, un sistema al fin y al cabo, que cubre ciertas necesidades, como la comunicación, la cooperación y la coordinación, surgidas en el trabajo colaborativo de dos o más personas, estén o no próximos en el espacio o en el tiempo, proporcionando un interfaz común a un entorno compartido (Penichet, V. M. et al, 2003).

3.2.1.2 CSCW

CSCW es toda la filosofía que envuelve a los sistemas Groupware. A continuación se enuncian algunas definiciones del término CSCW:

- "CSCW ha surgido de la investigación sobre el rol del computador en el trabajo en grupo. Surgen preguntas acerca de cómo los grupos grandes y pequeños pueden colaborar usando la tecnología de los computadores: ¿Cómo deben las personas planificar el trabajo en conjunto para aprovecharse de este medio? ¿Qué tipo de software debe desarrollarse? ¿Cómo se definirá el trabajo en grupo para extraer el potencial de las personas y las tecnologías? Las respuestas se encontrarán en la investigación de disciplinas que incluyen a la informática, inteligencia

artificial, psicología, sociología, teoría de la organización y antropología. CSCW es el marco de esta investigación interdisciplinaria” (Greif, I., 1988)

- CSCW se define como “un esfuerzo por comprender la naturaleza y características del trabajo cooperativo con el objetivo de diseñar tecnologías adecuadas basadas en computador”. (Bannon, L. J. & Schmidt, K., 1989)
- “CSCW es un campo nuevo y multidisciplinar, que utiliza la experiencia y colaboración de muchos especialistas, incluidos profesionales de la computación y de las ciencias sociales. CSCW observa cómo trabajan los grupos y cómo puede ayudarlos la tecnología a realizar mejor el trabajo” (Ellis, C. A.; Gibbs, S. J. & Rein, G. L., 1991)
- “CSCW también puede verse como una disciplina científica que guía el diseño y el desarrollo de Groupware cuidadosa y apropiadamente” (Greenberg, S., 1991)
- “El CSCW es la actividad coordinada y asistida por computador, tal como la comunicación y la resolución de problemas, llevada a cabo por un grupo de individuos que colaboran entre sí” (Beacker, 1993).
- CSCW se enfoca en “cómo las actividades colaborativas y su coordinación son soportadas por sistemas de computación”. (Carstensen & Shmidt, 2002)

Otra característica del CSCW es que tiene un origen interdisciplinario, según Douglas Engelbart (Engelbart, D., 2004), se necesita saber cómo trabaja la gente en grupo, cómo funcionan las organizaciones y cómo afecta la tecnología a todo esto. Así, el CSCW requiere por parte de los tecnólogos un gran esfuerzo por aprender de economistas, psicólogos sociales, antropólogos, teóricos organizacionales, educadores relacionados con las actividades en grupo.

3.2.1.3 Diferencias entre Groupware y CSCW

La definición de (Wilson P., 1991) expresa la diferencia entre estos dos conceptos:

CSCW es un término genérico, el cual combina la comprensión en la forma en que trabaja la gente en grupos con la posibilidades de las tecnologías de redes de computadoras, asociadas con el hardware, el software, los servicios y las técnicas

Así, el término groupware se emplea para hacer referencia a tecnologías comerciales, al software, mientras que el término CSCW hace referencia a la investigación, a sistemas experimentales, a la naturaleza de los espacios de trabajo y las organizaciones (Grudin, J., 1994).

En (Greenberg, S., 1991) Greenberg enunciaba “*CSCW también puede verse como una disciplina científica que guía el diseño y el desarrollo de Groupware cuidadosa y apropiadamente*”.

3.2.2 COLABORACIÓN, COOPERACIÓN, COORDINACIÓN Y COMUNICACIÓN

En esta sección se discute la definición de los aspectos fundamentales de CSCW y el Groupware. Estos aspectos son los que caracterizan a las aplicaciones Groupware y se refieren a las cualidades de estos sistemas para poder llevar a cabo su tarea.

3.2.2.1 Colaboración y cooperación

Otras definiciones controversiales son las de *colaboración* y *cooperación*. Muchos autores consideran que la colaboración y cooperación son sinónimas; mientras que otros (Dillenbourg, P. et al., 1995) hacen una distinción:

“La cooperación y la colaboración no difieren en términos de saber si una es distribuida o no, sino por la virtud de la forma en que está dividida; en cooperación la tarea está dividida jerárquicamente en sub-tareas independientes; en el proceso de colaboración cognitiva podría estar inter-jerárquicamente dividido en capas. En cooperación, la coordinación sólo se requiere cuando se ensamblan los resultados parciales, mientras que la colaboración es una actividad coordinada y sincrónica que es el resultado de la intención continuada de construir y mantener una concepción compartida de un problema”

3.2.2.2 Coordinación y comunicación

La división de una tarea cooperativa en sub-tareas independientes naturalmente lleva a la necesidad de coordinación. En este contexto, la coordinación puede ser definida como “el manejo de las dependencias entre actividades y el soporte de inter-dependencias entre actores” (Bordeau, J. & Wasson, B., 1997).

Este concepto está estrechamente relacionado con el concepto de workflow definidos en (Aalst, Wil van der & Hee, Kees van, 2004) como “Los trabajos que se realizan de forma conjunta entre diferentes miembros de la organización que participan en procesos estructurados”.

La comunicación puede ser definida como el proceso por el cual la información es intercambiada entre los individuos a través de un sistema común de símbolos, signos o comportamiento. De acuerdo con (Brehmer, B., 1991) “la comunicación es el cemento de la organización, y cuanto más grande es la necesidad de coordinación y cooperación, más grande es la necesidad de la comunicación”.

3.3 EVOLUCIÓN

Las primeras conferencias referidas al CSCW se dieron en Estados Unidos pero rápidamente se extendieron a Europa y Asia, donde ya existían trabajos relacionados y un serio interés en el tema. En la Ilustración 3-1 se representan los contextos de desarrollo e investigación del CSCW y del Groupware en los Estados Unidos (Grudin, J., 1994).

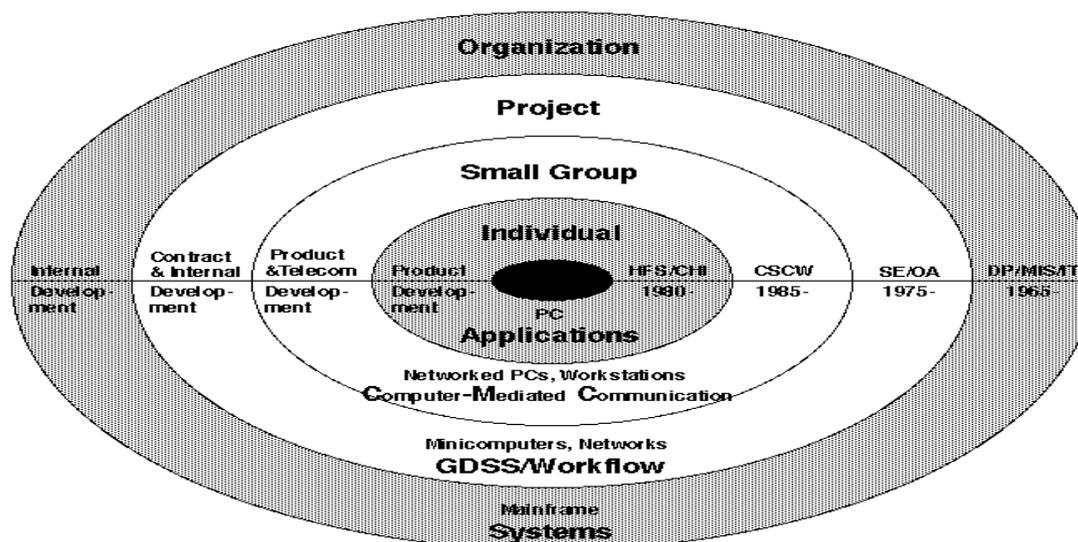


Ilustración 3-1 Evolución y desarrollo de CSCW en EEUU

El anillo exterior representa los grandes sistemas y aplicaciones para mainframe diseñadas para cubrir las necesidades de las organizaciones: transacciones, control de inventario, fabricación controlada por computadora, etc. Este anillo está estrechamente relacionado con la primera era de la computación descrita por Weiser (Weiser, M., 1997).

El anillo interior representa las aplicaciones especialmente diseñadas para usuarios individuales, usuarios de PCs y estaciones de trabajo: procesadores de textos, depuradores, hojas de cálculo, juegos, etc. Este anillo está relacionado con la segunda era de la computación presentada por Weiser (Weiser, M., 1997).

El tercer anillo desde dentro representa a grandes proyectos incluyendo salas de reuniones electrónicas, sistemas de automatización de workflow, etc. Estas aplicaciones tienen como objetivo grupos relativamente grandes de personas (6 o más).

El segundo anillo desde dentro representa a las aplicaciones que involucran pequeños grupos de usuarios (no más de 3 ó 4 personas). Como ejemplos de estas aplicaciones están las de escritura colaborativa, entre otras.

En general se puede decir, que el software desarrollado en los anillos centrales, (no sombreados) es lo que se conoce como Groupware.

En la parte izquierda de la Ilustración 3-1 se representan los contextos de desarrollo de software. Por un lado los convenios y contratos con el Gobierno estimulan el desarrollo del software a nivel de grandes proyectos, representados por el tercer anillo. Por otro lado, las compañías de telecomunicaciones y los desarrolladores de productos comerciales empiezan a tener un gran interés en el software que define el segundo anillo para pequeños grupos de usuarios.

En la parte derecha de la Ilustración 3-1 se representan las áreas de investigación asociadas al desarrollo y uso de los sistemas relacionados a cada contexto de desarrollo. En el campo de los Sistemas de Información (IS) el trabajo se centra en la Organización y grades proyectos.

A mediados de los 70 surgen la Ingeniería del Software y la Automatización de la Oficina (Software Engineering, SE, y Office Automation, OA) los esfuerzos se concentran en dar soporte a grandes grupos y proyectos. Aunque OA no se mantuvo como un campo de investigación, muchos temas relacionados con sistemas de gestión de proyectos distribuidos dieron lugar a lo que hoy se conoce como workflow, que también es anterior a CSCW.

En cuanto a la relación entre HCI (Human-Computer Interaction) y CSCW se puede decir que tienen mucho en común, ya que CSCW proviene del campo de la interacción persona-ordenador. El cambio en las compañías, de realizar desarrollos para personas individuales (single-user applications), a realizar sistemas para pequeños grupos de usuario (small-group applications) provoca la aparición del CSCW como nueva filosofía dentro del HCI. Como resultado concreto de esta tendencia, la organización CHI ha patrocinado en algunas ocasiones, a partir de 1986, algunas conferencias CSCW.

En (Horn, D. B., 2004) se dice que CSCW surge como un campo de investigación debido a la especialización de los contextos de grupo y de organización en HCI. Está de más decir que HCI es anterior a CSCW y que es un campo en el que se ha estado investigando durante años la interacción de las personas con los sistemas. Pero dada esta evolución en los sistemas, el estudio del comportamiento persona-ordenador-persona se hace cada vez más importante, dando lugar al CSCW dentro de esta disciplina.

Los tipos de aplicaciones que abarcan los entornos CSCW permiten compartir experiencias, informar y permanecer informados, restringir accesos a información, realizar conferencias y videoconferencias, aplicaciones de autoría colaborativas, correo electrónico, salas de reuniones electrónicas, sistemas que den soporte a grupos, etc.

Así, la evolución de los sistemas tiende a convertir las aplicaciones mono-usuario en aplicaciones multi-usuario para resolver problemas en grupo. En este tipo de sistemas se aplican teorías, técnicas y métodos que van desde la antropología y la sociología, hasta la psicología social o la filosofía (Grudin, J., 1994) (Martin D. & Sommerville, I., 2004).

Ahora bien, dentro hasta ahora hemos hablado de la influencia de esta disciplina en la primera y segunda era de la computación, sin embargo, como anticipamos en el capítulo anterior, la computación también evoluciona y la tercera era de la computación está entre nosotros. Este panorama nos lleva a pensar en que en un futuro no muy lejano la colaboración y la computación ubicua converjan y las aplicaciones sean ubicuas y colaborativas al mismo tiempo.

También existe un aspecto muy importante a tener en cuenta respecto a las aplicaciones colaborativas que es la necesidad de comunicarse, coordinarse y compartir información. Estas características no son ajenas a la sensibilidad al contexto de las aplicaciones ya que las mismas

adquieren *información* de su entorno y la *comunican* a la aplicación generando una situación que permite a los sistemas reaccionar en función de la misma para que esta misma información se *comparta* o vea reflejada en el usuario.

Además, existen características muy relacionadas con el *awareness* que son específicas de las aplicaciones groupware. Por ejemplo, el awareness de presencia provee una fuente de información a las aplicaciones sensibles al contexto en la que las mismas pueden reaccionar en función de la presencia de otros usuarios en el sistema.

Así el vínculo entre las aplicaciones groupware o colaborativas sensibles al contexto está claro. En tanto, las aplicaciones colaborativas también están estrechamente relacionadas con el aprendizaje colaborativo, pero esta relación se verá en el próximo capítulo.

3.4 CLASIFICACIONES

Las herramientas groupware se han clasificado hasta ahora de muchas maneras, pero lo cierto es que todas ellas se basan en una matriz inicial ideada por Johansen en el 88 (Johansen, R., 1988).

3.4.1 MATRIZ ESPACIO-TIEMPO DE JOHANSEN

En (Johansen, R., 1988) las herramientas son clasificadas según el espacio y el tiempo en el que ocurre la interacción. Esta interacción persona-ordenador-persona se puede dar en el mismo espacio físico, por ejemplo en una sala de reuniones, el salón de una conferencia o un espacio de trabajo común. Pero también se puede dar en la distancia, por ejemplo, las salas de video conferencia, los editores colaborativos o las pizarras compartidas. Así mismo, también pueden clasificarse según la dimensión temporal de la interacción con estos sistemas, distinguiendo en los que la interacción se da en tiempo real como la, telefonía IP, o los Chats; y aquellos otros en los que el tiempo no juega un papel relevante, o al menos no en exceso, como en el caso del correo electrónico, control de versiones, agendas, etc.

Por tanto, las herramientas se pueden clasificar de cuatro formas: sincrónicas / en el mismo espacio, sincrónicas / en espacios diferentes, asíncronas / en el mismo espacio o asíncronas / en espacios diferentes. El correo electrónico sería una herramienta asíncrona y, en principio, destinada a personas situadas en espacios diferentes.

	TIEMPO REAL	TIEMPOS DIFERENTES
Mismo Lugar	Cara a Cara	Asíncrona
Diferente Lugar	Sincrónica distribuida	Asíncrona distribuida

Tabla 3-1 Matriz espacio tiempo de Johansen

Esta clasificación ha sido muy útil. Sin embargo a medida que transcurre el tiempo los sistemas groupware (conjunto de herramientas groupware) evolucionan y se vuelven más complejas. Cada una de estas herramientas ofrece funcionalidad para resolver un problema determinado.

Un ejemplo es el sistema de gestión del conocimiento BSCW (BSCW) que es una herramienta de trabajo colaborativo que permite a los diferentes miembros de un grupo cooperar de forma sincrónica o asíncrona a través de Internet. BSCW resuelve varios problemas en torno a la gestión documental, problemas que podrían ser resueltos por una herramienta cada uno de ellos: versionado, check-in y check-out, publicación, etc. Así BSCW es un sistema que junta varias herramientas groupware y su clasificación en la matriz no está clara.

Veamos más en detalle esta situación, el objeto “Meeting” de BSCW permite realizar reuniones “cara a cara”; y además permite realizar video conferencias. Como se mencionó anteriormente, BSCW también permite el control de versiones. Por lo tanto, el sistema permite interacciones sincrónicas y asíncronas tanto cara a cara como a distancia. Así la clasificación de este sistema no es clara (Griffiths, R.).

3.4.2 MATRIZ ESPACIO-TIEMPO CON CONCIENCIA DE ESPACIO Y TIEMPO

Una evolución de la matriz espacio / tiempo presentada por Johansen (Johansen, R., 1988) es presentada por Grudin (Grudin, J., 1994) (DeSanctis, G., & Gallupe, B., 1987).

En esta clasificación, la actividad se puede llevar a cabo en el mismo espacio o en espacios diferentes. Además, puede realizarse en el mismo tiempo o en tiempos diferentes. La diferencia con su predecesora está en la conciencia que tiene el usuario acerca de si esos espacios o tiempos son conocidos o no.

Así, las aplicaciones Groupware que permitan realizar sus actividades en el mismo espacio físico (todos los usuarios utilizan el mismo lugar físico de trabajo) se clasifican en la primera fila. En cambio si estas aplicaciones permiten a los usuarios realizar sus actividades en espacios diferentes (usuarios geográficamente ubicados en diferentes puntos) se clasifican en la tercera fila. Ahora bien, si el trabajo realizado por los usuarios se da en diferentes lugares, pero conocidos por los participantes, estas aplicaciones se agrupan en la segunda fila.

Respecto al tiempo, las aplicaciones que permiten la realización de actividades de manera sincrónica en tiempo real se agrupan en la primera columna. Mientras que las aplicaciones que permiten realizar actividades en tiempos diferentes y de forma asincrónica se agrupan en la tercera columna. Sin embargo, si la actividad se desarrolla en tiempo diferentes pero conocidos por los usuarios entonces se agrupan en la segunda columna.

En la Tabla 3-2 se muestra la matriz con aplicaciones como ejemplos de cada categoría.

Como en el caso anterior, las aplicaciones no tienen por qué clasificarse en una sola de esas celdas. Es más, en algunos casos, una aplicación puede clasificarse en una, y en otras, en otra diferente.

		TIEMPO		
		Mismo	Diferente pero conocido	Diferente y desconocido
LUGAR	Mismo	Meeting facilitation	Work shifts	Team rooms
	Diferente pero conocido	Teleconferencing Videoconferencing Desktop conferencing	Electronic mail	Collaborative writing
	Diferente y desconocido	Interactive multicast seminars	Computer boards	Workflow

Tabla 3-2 Matriz espacio-tiempo con conciencia de espacio y tiempo

3.4.3 MATRIZ DE ANDRIESEN

La matriz de clasificación propuesta por Erik Andriessen extiende la clasificación inicial de Johansen basándose en la combinación de ésta con los cinco posibles grupos de procesos en las ICTs (Information and Communications Technologies) (Erik Andriessen, J. H., 2003):

- Procesos de intercambio entre personas: la *comunicación*.
- Procesos orientados a las tareas: *cooperación, coordinación y el compartir* información y aprendizaje.
- Procesos orientados a grupos: *interacciones* sociales.

Las herramientas de comunicación permiten la comunicación entre personas geográficamente separadas de una manera ágil, rápida y económica. Las herramientas que permiten compartir y consultar información brindan la posibilidad de almacenar y recuperar grandes cantidades de información de forma rápida, confiable y económica. Las herramientas de colaboración son utilidades que mejoran el trabajo en grupo en forma de documentos compartidos y herramientas de coautoría (que permiten gestionar documentos de forma conjunta por parte de varios usuarios). Las herramientas de coordinación proporcionan coordinación a un grupo de trabajo distribuido por medio de

sincronizadores, por ejemplo mediante calendarios de grupo o sistemas de gestión workflow. Por último, las herramientas de interacción social proporcionan la posibilidad de realizar reuniones virtuales mediante cámaras, monitores y otros dispositivos de forma que se puedan llevar a cabo esas reuniones análogamente a las físicas.

Combinando la matriz espacio/temporal con estos cinco tipos de proceso se obtiene la clasificación que se puede ver en la Tabla 3-3, que incluye algunos ejemplos de herramienta ya clasificados.

	SOPORTE ENTRE COMUNICANTES: COMUNICACIÓN ASÍNCRONA SITIOS DIFERENTES / TIEMPO DIFERENTE	SOPORTE PARA REUNIONES ELECTRÓNICAS SINCRÓNICAS SITIOS DIFERENTES / MISMO TIEMPO	SOPORTE PARA REUNIONES CARA A CARA SINCRÓNICAS MISMO LUGAR / MISMO TIEMPO
Sistemas de comunicación	Fax E-mail Video-mail Voz-mail	Teléfono, móvil Sistemas de audio Sistemas de vídeo Chats	
Sistemas para compartir información	Sistemas para compartir documentos Tableros de noticias digitales Foros	Sistemas de tele-consulta Co-Navegador	Sistemas de presentación
Sistemas de cooperación	Documentos co-autor Gestión documental Discusiones	CAD compartidos, pizarras compartidas, etc.	Sistemas que dan soporte a decisiones de grupo etc.
Sistemas de coordinación	Calendarios de grupo Planificación compartida Sistemas de gestión de workflow compartidos Gestor de eventos Agenda	Sistemas de notificación	Sistemas de soporte de control central y comandos
Sistemas de interacción social		Espacios media Realidad virtual	

Tabla 3-3 Matriz de clasificación de Andriessen

3.4.4 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

Las clasificaciones anteriores son aproximaciones en las que se pueden clasificar algunas herramientas. Sin embargo, frecuentemente no es fácil saber dónde ubicar una herramienta.

El problema no es grande si se trata de clasificar una herramienta sencilla como un Chat, pero el problema puede volverse importante a la hora de clasificar una herramienta más compleja que tiene asignadas muchas funcionalidades, como por ejemplo el anteriormente mencionado BSCW que es un gestor de documentos y/o una agenda colaborativa.

Entonces, la complejidad de las herramientas y la elaboración de grandes sistemas han hecho que las clasificaciones actuales no sean adecuadas o no sean lo suficientemente flexibles para clasificar estas aplicaciones.

Así en (Penichet, V. M. R. et al, 2007) se ha presentado una propuesta en el que la clasificación gira en torno a intentar clasificar herramientas en relación a las características espacio-tiempo de las herramientas o las características propias de los sistemas CSCW (colaboración, comunicación y coordinación) de manera que las características no sean mutuamente excluyentes.

3.4.4.1 Características propias de los sistemas CSCW

Para una aplicación colaborativa existen 7 combinaciones válidas de características CSCW. Como se muestra en la Tabla 3-4, las combinaciones válidas son de la **A** a la **G**. La primera opción no es válida porque un sistema CSCW al menos debe tener una de las características enunciadas.

TIPO	CARACTERÍSTICAS CSCW		
	Colaboración No = 0, Sí = 1	Comunicación No = 0, Sí = 1	Coordinación No = 0, Sí = 1
X	0	0	0
A	0	0	1
B	0	1	0
C	0	1	1
D	1	0	0
E	1	0	1
F	1	1	0
G	1	1	1

Tabla 3-4 Características de CSCW válidas

3.4.4.2 Características Espacio Tiempo

Por otro lado, como características espacio-tiempo dan hasta nueve posibilidades. Como una aplicación debe ser sincrónica, asíncrona o ambas y lo mismo con el espacio; los estados en los que una aplicación no sea sincrónica, ni asíncrona o que no se esté en el mismo espacio, ni en espacios diferentes, estos estados inválidos. Así que los estados posibles se muestran en Tabla 3-5 y son: 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14 y 15.

TIPO	TIEMPO		ESPACIO	
	Sincrónica No = 0, Sí = 1	Asíncrona No = 0, Sí = 1	Mismo No = 0, Sí = 1	Diferente No = 0, Sí = 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Tabla 3-5 Combinaciones válidas de espacio-tiempo

3.4.4.3 Clasificación

Por lo tanto, una aplicación podría clasificarse en la tabla que se muestra en Tabla 3-6, dando como resultado una clasificación no excluyente que indica con claridad qué tipo de función la herramienta provee.

Siguiendo estas mismas directrices, en lugar de utilizar la tabla, se puede emplear el código asociado, o tipo general, que se forma uniendo la letra que representa las características CSCW que posee el elemento a clasificar con el número de la propiedad espacio-tiempo.

TIPO	HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICA CSCW			TIEMPO / ESPACIO			
		Colaboración No=0, S=1	Comunicación N=0,S=1	Coordinación N=0, S=1	Sincrónica N=0, S=1	Asíncrona N=0, S=1	Mismo N=0,S=1	Diferente N=0, S=1
B-9	Chat	0	1	0	1	0	0	1

Tabla 3-6 Clasificación propuesta

Analizando la clasificación de la Tabla 3-6 se puede decir que una aplicación que únicamente permite chatear sería del tipo B-9. Esto es así porque no tiene ninguna característica de colaboración o con coordinación en sí misma, en cambio sí en relación a la comunicación. En cuanto a las características de espacio-tiempo, queda completamente definida con el código 9 ya que es una herramienta definitivamente sincrónica y no asíncrona que se puede emplear en la distancia. Aunque, también se podría emplear en el mismo lugar, su utilización, en principio, no tendría sentido.

En la Tabla 3-7 se muestran ejemplos de la clasificación de las herramientas más comunes en el campo.

TIPO	HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICA CSCW			TIEMPO / ESPACIO			
		Colaborac. N=0, S=1	Comunic. N=0, S=1	Coordinac. N=0, S=1	Sincrónica N=0, S=1	Asíncrona N=0, S=1	Mismo N=0, S=1	Diferente N=0, S=1
B-5	Fax	0	1	0	0	1	0	1
B-5	E-mail	0	1	0	0	1	0	1
B-9	Telefonía IP	0	1	0	1	0	0	1
B-9	Chat	0	1	0	1	0	0	1
F-7	S. Gestión Documental	1	1	0	0	1	1	1
F-7	News	1	1	0	0	1	1	1
F-7	Foro	1	1	0	0	1	1	1
F-7	Discusiones	1	1	0	0	1	1	1
G-7	Aprobación	1	1	1	0	1	1	1
C-7	Calendarios de grupo	0	1	1	0	1	1	1
C-7	Planificación compartida	0	1	1	0	1	1	1
A-7	Gestión de Workflow	0	0	1	0	1	1	1
C-7	Gestión de Eventos	0	1	1	0	1	1	1
C-7	Agenda	0	1	1	0	1	1	1
D-11	Co-Navegador	1	0	0	1	0	1	1
D-11	Pizarra compartida	1	0	0	1	0	1	1
B-7	S. de Notificación	0	1	0	0	1	1	1
F-13	S. de Presentación	1	1	0	1	1	0	1
G-11	GDSS	1	1	1	1	0	1	1
G-15	BSCW	1	1	1	1	1	1	1
F-7	Sharepoint Portal Server	1	1	0	0	1	1	1
F-10	Meeting Room	1	1	0	1	0	1	0
F-9	Videoconferencia	1	1	0	1	0	0	1

Tabla 3-7 Ejemplos de clasificación

Este tipo de clasificación permite clasificar herramientas según su funcionalidad básica y original, por ejemplo el e-mail en la Tabla 3-8 o por las funciones que pudiera desempeñar adicionalmente en el caso de la Tabla 3-9.

En síntesis el e-mail puede utilizarse para comunicación solamente de manera asíncrona y distante (Tabla 3-8) o para, además de comunicar, coordinar y favorecer la colaboración entre los usuarios hacerlo tanto de manera sincrónica o asíncrona y tanto de forma distante como en el mismo lugar (Tabla 3-9)

B-5	E-MAIL	0	1	0	0	1	0	1
-----	--------	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 3-8 Clasificación para e-mail en su funcionalidad básica y original

G-7	E-MAIL	1	1	1	0	1	1	1
-----	--------	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 3-9 Clasificación de e-mail con funcionalidad adicional

Aunque el e-mail no es un programa sincrónico por naturaleza, puesto que el mensaje enviado puede llegar pasado un tiempo, ni tampoco está orientados a que se transmitan mensajes desde espacios diferentes, se pueden emplear dentro de una misma oficina como recordatorios, para informar, para coordinar, etc.

3.4.4.4 Análisis de patrones de clasificación

De esta clasificación se pueden sacar algunas conclusiones interesantes acerca de la configuración típica de las herramientas CSCW.

Las aplicaciones menos frecuentes son las que se corresponden con un patrón par, es decir, las herramientas de tipo 6, 10, 14 no son muy frecuentes ya que no es habitual que un sistema se desarrolle para trabajar únicamente en el mismo lugar, y no para poder hacerlo a la distancia, como sería el caso de una sala de reuniones.

Las aplicaciones CSCW se corresponden con los códigos espacio-tiempo impares (patrones 5, 7, 9, 11, 13 y 15), porque están ideadas para poder ser utilizadas en diferentes espacios, aunque muchas de ellas se puedan utilizar en el mismo espacio y siga teniendo sentido su uso (de hecho en la mayoría de los casos esto es así).

Los patrones espacio-tiempo en los que se corresponde la mayoría de las herramientas son 7, 9 y 11; son herramientas sincrónicas o asíncronas independientemente del lugar desde el que se empleen, o herramientas sincrónicas orientadas a un uso desde espacios diferentes.

Finalmente, según las características propias del CSCW, las aplicaciones suelen incluir, al menos, comunicación como una de sus funciones, ya sea directamente, o por medio de comunicación de información tales como noticias, eventos, etc. En Tabla 3-7 se puede apreciar que más del 80% de las herramientas se corresponden con los patrones B, C, F o G que son los propios de la comunicación.

3.5 APLICACIONES

En esta sección se hará una reseña de las aplicaciones más emblemáticas del Groupware. Comenzaremos describiendo las aplicaciones pioneras y que han forjado la historia de esta disciplina. Las aplicaciones se agrupan de la siguiente manera:

- Sistemas de conferencia por computadora
- Sistemas de Chat
- Sistemas de reuniones electrónicas
- Sistemas para compartir aplicaciones
- Pizarras compartidas
- Sistemas de coautoría
- Sistemas hipermedia multiusuario
- Entornos virtuales colaborativos
- Sistemas de planificación de grupos
- Sistemas de audio conferencia
- Sistemas de video conferencia
- Sistemas de gestión documental

La agrupación fue propuesta en (Hofte, H. T., 1998). El objetivo de esta sección es presentar las aplicaciones más representativas de cada una de las categorías para comprender el objetivo y la diversidad de estas aplicaciones de forma clara y concisa dentro de este campo en las ciencias de la computación.

3.5.1 SISTEMAS DE CONFERENCIA POR COMPUTADORA

Estos sistemas pueden verse como una variante de los sistemas de correo electrónico. Mientras que los sistemas de correo electrónico facilitan la comunicación interpersonal mandando mensajes a una o más personas, los sistemas de conferencia permiten enviar mensajes a un lugar unívocamente identificado en el ciberespacio dedicado a la discusión de un tema particular. De manera similar a un panel de información, que permite adosar notas que son leídas por los usuarios más tarde.

Uno de los primeros sistemas de conferencia es EMISARI (es decir, el módulo de discusión de EMISARI) desarrollado por Murray Turoff en el New Jersey Institute of Technology y que fue sucedido por EIES, en 1976 (Hiltz, S. R. & Turoff, M., 1978).

Uno de los más conocidos y más grandes sistemas de conferencia es *Usenet* que utiliza la misma infraestructura que Internet y provee miles de lugares de discusión, estos lugares se denominan *Newsgroups*. Cada uno de estos *Newsgroups* es utilizado por cientos de usuarios y el tráfico de mensajes supera los por día en algunos *Newsgroups*. Además de mostrar el orden temporal de los mensajes, algunos sistemas de conferencia soportan y explotan relaciones adicionales entre mensajes. Por ejemplo, la relación *es respuesta de* que permite la agrupación de los mensajes en *threads*, que son jerarquías de mensajes en los cuales las respuestas están ordenadas bajo el mensaje que responden.

El sistema gIBIS (Conklin, J. & Begeman, M. L., 1988) es un sistema de conferencia de computadoras que soporta cuatro tipos de mensajes – *característica, posición, argumento* y *otro* – también soporta relaciones entre mensajes de estos tipos, por ejemplo *pregunta, es sugerido por, soporta, objeto, generaliza y reemplaza*.

Mientras que los primeros sistemas de conferencias sólo soportaban mensajes textuales, los sistemas comerciales como Teamtalk (Salemi, J., 1994) permiten enviar otros tipos de documentos, como los generados por los procesadores de texto, gráficos, hojas de cálculo, etc.

Uno de los primeros productos groupware en este sentido fue LotusNotes (Kawell, L., et al 1992) (Salemi, J., 1994) donde el sistema de conferencia es uno de los componentes principales del mismo. Basado en el sistema de conferencia, LotusNotes provee la habilidad de programar aplicaciones groupware a medida.

Actualmente Outlook Express es el cliente de *Newsgroups* por excelencia para los sistemas Windows (ver Ilustración 3-2) aunque también hay versiones de estos clientes de Netscape.

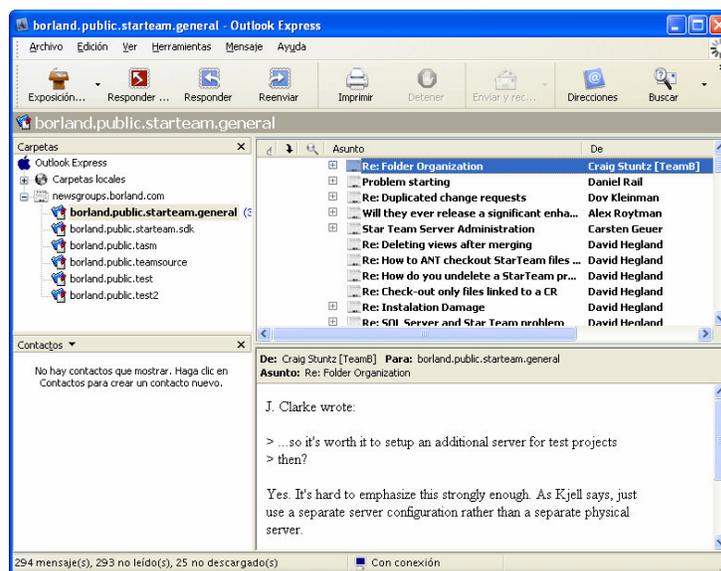


Ilustración 3-2 Cliente de Newsgroups (Outlook Express)

3.5.2 SISTEMAS DE CHAT

De manera similar al e-mail y los sistemas de conferencias; los sistemas de Chat, proveen discusiones basadas en texto mediadas por computadora entre usuarios. A diferencia del e-mail y la conferencia de computadoras, cada oración o letra que es tecleada es inmediatamente observable en las pantallas de los otros usuarios. Esto permite un gran dinamismo en las discusiones.

3.5.2.1 Talk

Uno de los primeros sistemas de Chat fue el Unix Talk. Comenzó como una característica suplementaria de los sistemas operativos de tiempo compartido, y proveía comunicación entre dos usuarios de la red.

3.5.2.2 IRC

El sistema de Chat de IRC (Internet Relay Chat) provee comunicación impersonal a un arbitrario número de usuarios conectados a Internet. IRC se ha vuelto un protocolo de mensajería y como tal está definido en (RFC1459). Una implementación es MIRC (MiRC), la Ilustración 3-3 muestra una conversación en una sala de Chat con la aplicación MIRC. La ventana está dividida en tres partes:

1. Lista de usuarios: La lista de usuarios está a la derecha y permite percibir la presencia de usuarios y su disponibilidad.
2. Recepción: El área de recepción se encuentra a la izquierda en la parte superior y muestra la conversación.
3. Envío: El área de envío se encuentra a la izquierda en la parte inferior. Permite editar un mensaje para ser enviado.

Esta aplicación soporta ambos métodos de distribución de mensajes (de tipo personal y de tipo conferencia). La restricción del método de envío personal es que se limita entre usuarios de una sala (Chat privado). También soporta el pasaje de archivos, aunque no es soportado directamente por el protocolo IRC (RFC1459) que implementa esta herramienta.

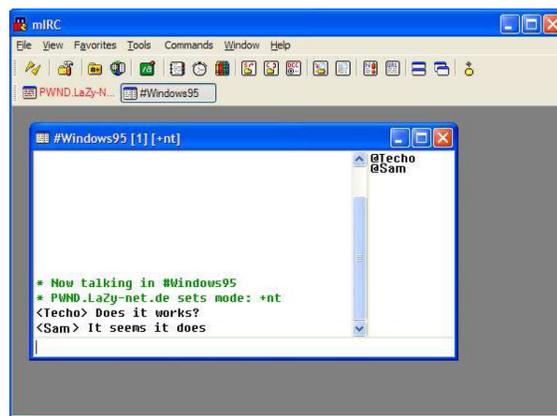


Ilustración 3-3 MIRC

3.5.2.3 ICQ

El ICQ (ICQ) es una de las aplicaciones más populares y difundidas últimamente. La Ilustración 3-4 muestra la interfaz de usuario de la aplicación. Esta está dividida en dos ventanas:

1. Lista de contactos: El objetivo de la lista de contactos es proveer awareness de los contactos y una forma de iniciar una conversación. Para iniciar una conversación se selecciona el contacto y se obtiene una ventana de comunicación.
2. Comunicación: El objetivo de una ventana de conversación es intercambiar mensajes con un contacto. Básicamente está dividida en el área de recepción de datos (dónde se muestra la conversación) y el área de envío de datos (dónde se edita el mensaje).

Las características principales de ICQ son:

- Mensajería y SMS
- Intercambio de mensajes instantáneos: Los mensajes instantáneos online no tienen límite de longitud; sin embargo los mensajes offline tienen un máximo de 450 caracteres.
- SMS: Permite el envío de mensajes SMS desde ICQ a los teléfonos móviles de los contactos.
- Envío de e-mail: Se pueden enviar e-mails desde ICQ a cualquier contacto.
- E-Mail, Archivos, URL y Tarjetas de saludos por ICQ
- E-Mail: ICQ se integra al E-Mail pudiendo: enviar e-mails desde ICQ, chequear todas las cuentas de e-mail, recibir notificaciones de e-mails a través de la lista de contactos, crear firmas, etc.
- Archivos: Se pueden enviar archivos de cualquier tamaño, de forma rápida entre usuarios de ICQ. Tiene la posibilidad de utilizar archivos compartidos y poder obtener archivos de contactos dentro de ese espacio.
- Envío de tarjetas de saludos: Permite enviar tarjetas a los amigos.
- Voz y Video
- Mensajes de voz: Se puede enviar un mensaje de voz de 15 segundos o un archivo en formato WAV de 120 Kb con texto. Los únicos dispositivos necesarios son una tarjeta de sonido y un micrófono.
- Teléfono por ICQ: Permite la comunicación PC a PC sin cargo entre usuarios de ICQ. Además permite hablar a bajo costo desde PC a teléfono o desde teléfono a teléfono.
- Directorio de teléfonos online: Permite enviar un pedido de llamada, buscar un número o administrar la libreta de direcciones.
- Teléfono "Follow Me": ICQ puede mostrar a los contactos en qué teléfonos pueden contactarse con el usuario.
- Video: Permite lanzar aplicaciones externas para video, telefonía y Chat con múltiples usuarios.
- Chat y Juegos
- ICQ Chat: Permite iniciar Chat de dos o más personas.
- Red IrCQ: Invitar contactos a las salas de la red IrCQ.
- Encontrar a alguien para Chatear: Permite encontrar personas que comparten intereses para chatear.
- Juegos: Permite jugar online.
- Buscar Gente
- Invitar personas a ICQ: Invitar a colegas y amigos para unirse a ICQ
- Importar E-Mail: Permite agregar amigos y colegas al libro de direcciones de ICQ
- Agregar Usuarios: Permite encontrar usuarios ICQ por E-Mail, Nombre, Apodo o Número de ICQ en el directorio global de ICQ
- Búsqueda de personas: La búsqueda de personas con intereses particulares en el directorio ICQ.
- Agregar un usuario que no son parte de ICQ: Aunque no sean usuarios de ICQ, se pueden agregar personas a los contactos para enviarles SMS, mails o hablar por ICQPhone.
- Búsqueda en Google!: Permite acceder al buscador desde la aplicación cliente.
- Personalización
- Usuario ICQ: Permite al administración de usuarios en una computadora compartida. Las operaciones de administración permiten, agregar, borrar o cambiar el usuario activo.

- Detalles: Permite cambiar los detalles de los usuarios.
- Centralización de administración: Permite manejar los datos de los usuarios desde la Web.
- Estado: Permite cambiar el estado del usuario en diferentes niveles
- Opciones de la lista de contactos: Permite personalizar la función de la lista de contactos para ver o escuchar los eventos y cómo afecta el estado a estas funciones.
- Administración de características: Permite agregar o borrar características del sistema, por ejemplo ICQPhone, verificador de ortografía, mensajes de voz, etc.
- Seguridad y privacidad:
 - Permite administrar quién puede agregar a un usuario a una lista de contactos.
 - Contraseñas: Se pueden cambiar las contraseñas en cualquier momento.
 - Exclusión de usuarios: Permite decidir de cuales usuarios recibir eventos y de cuales ignorarlos. Se pueden añadir usuarios a una lista de ignorados, y cualquier mensaje, pedido o envío que se haga será descartado.
- Ver y ser visto: Con ICQ, se pueden crear listas de gente para las cuales estar siempre invisible o visible. Para los contactos en la lista de invisibles siempre el usuario aparece offline aunque esté online. Sin embargo, los usuarios en la lista de visibles ven al usuario online aunque se esté en modo invisible.
- Lenguaje Obsceno: Permite bloquear mensajes, pedidos, URLs, contactos, etc., que contengan ciertas palabras.
- Privacidad: Con ICQ se puede decidir a quién enviar mensajes, ver información personal, archivos o conectarse directamente a la computadora en forma PeerToPeer.
- Archivo
- Historia de mensajes: Se puede ver el historial de mensajes enviados y recibidos, las URLs, los Chats y los archivos o las listas de contactos. El acceso al historial se puede realizar por usuario o en general.
- Archivo: Se pueden encontrar mensajes antiguos, URLs y archivos.
- Eventos: Se pueden recuperar los eventos y las noticias de todo el sistema.

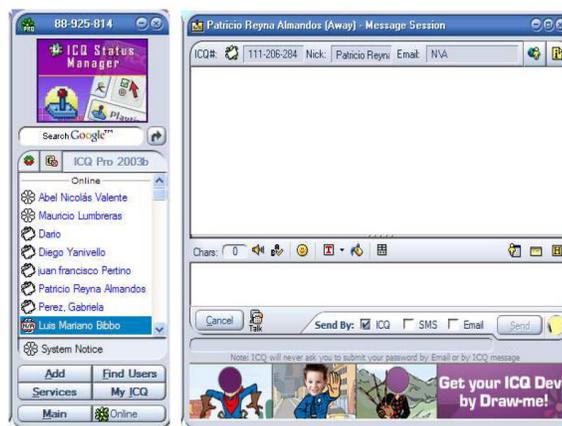


Ilustración 3-4 ICQ

3.5.2.4 American Instant Messenger (AIM), Microsoft Messenger (MSM) y Yahoo Messenger

AIM (AIM), MSM (MSM) y YahooMessenger (YM) son un conjunto de aplicaciones de diferentes empresas con características similares al ICQ. Junto con ICQ estos sistemas de Chat son los más utilizados. La principal diferencia con ICQ es que estas aplicaciones no soportan la distribución de mensajes de conferencia de Chat (al menos en las versiones originales). Sin embargo, soportan percepción de presencia y estado de usuarios. Estas herramientas tienen interfaces muy similares al ICQ y el mismo esquema de funcionamiento. El intercambio de archivos es soportado por la mayoría de ellos.

3.5.3 SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE WORKFLOWS

Para ayudar a un grupo de usuarios a alcanzar objetivos particulares, los sistemas administradores de workflow coordinan las acciones de los usuarios. La idea es motivar o reforzar la aportación de contribuciones correctas en el tiempo correcto por los usuarios correctos. Se basa en un modelo de tarea colaborativa que está embebida en el sistema.

Uno de los primeros sistemas de investigación fueron Coordinator (Winograd, T., 1988), XCP (Sluizer, S. & Cashman P., 1984) y CHAOS (De Cindo, F., 1986), basado en la teoría del discurso, una teoría que considera al lenguaje como serie de acciones. Otra aproximación se basa en los procedimientos de oficina, que describen tareas bien estructuradas. Por ejemplo, los pedidos se describen en función de roles, tareas, sub-tareas y dependencia entre tareas y ejemplos de estos sistemas son COSMOS (Bowers, J. M.; Churcher, J. & Roberts, T., 1988), AMIGO (Danielsen, T., 1986), GRACE (Benford, S. D., 1992) y DOMINO (Victor, F. & E. Sommer, 1991).

Más recientemente, existen sistemas como Staffware, InConcert, FlowMark y se han establecido estándares por el Workflow Management Committee.

3.5.4 SISTEMAS DE REUNIONES ELECTRÓNICAS

Los gerentes gastan gran parte de su tiempo en reuniones cara a cara. Muchos sistemas de Groupware se han diseñado para incrementar la eficiencia y la eficacia de estas reuniones. Revisiones sobre estos temas se pueden encontrar en (Kraemer, K. L. & King, J. L., 1986) (Nunamaker, J. F. et al, 1991) (Kranz, M. E. & Sessa, V. I., 1994).

Uno de los sistemas de reuniones electrónicas más simples es el sistema de votación electrónica que se usa en varios parlamentos. Provee una forma rápida, anónima y exacta de votar. Otras partes del proceso de las reuniones que se pueden beneficiar del soporte por computadora incluyen el brainstorming, la organización de ideas y la evaluación de las mismas.

Los típicos sistemas de reuniones electrónicas son MIS Planning y Decision Laboratory (Applegate, L. M., Konsynski, B. R. & Nunamaker, J. F., 1986), desarrollado en la universidad de Arizona, que fue la base de un sistema comercial denominado GroupSystems, o Colab (Stefik, M. et al, 1987) desarrollado por Xerox PARC que consiste en una sala amueblada con pantallas grandes compartidas, conectadas a un conjunto de terminales o computadoras personales interconectadas. Las ventajas de este sistema son:

- Teclado paralelo, reenvío rápido y acumulación de ideas: Es interesante ver cómo las ideas se teclean en paralelo incrementando la productividad reduciendo el “bloqueo de producción” (Nunamaker, J. F. et al, 1991).
- Anonimato opcional: Puede aliviar factores de inhibición social no-funcionales (ideas y opiniones honestas)
- Transferencia de información basada en computadora, dentro y fuera de las reuniones: Estas reuniones permiten el uso y generación de documentos electrónicos para su posterior manipulación.

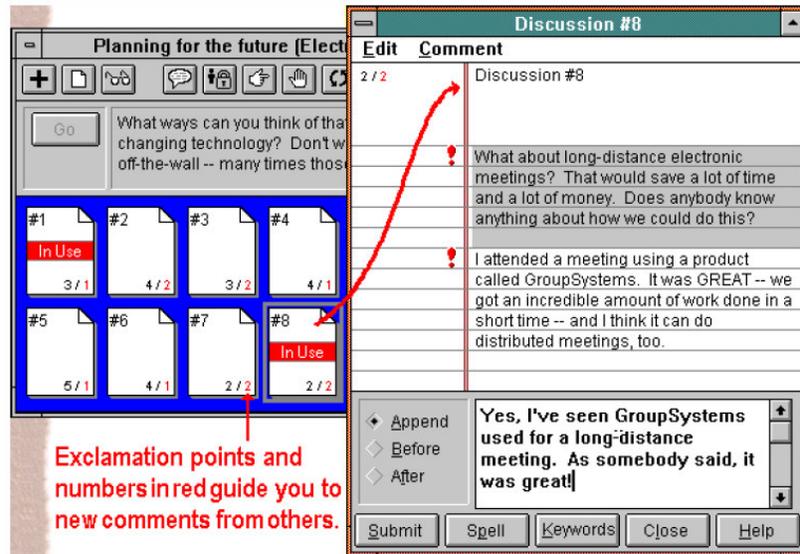


Ilustración 3-5 Interfaz del GroupSystems

3.5.5 SISTEMAS PARA COMPARTIR APLICACIONES

Los sistemas para compartir aplicaciones permiten a las aplicaciones mono-usuario ser utilizadas sin modificación para múltiples usuarios de forma simultánea. Esto usualmente se consigue con una función genérica externa a las aplicaciones que hace un multicasting de la salida y una recolección de la entrada de los diferentes usuarios de forma tal que de la imagen de un solo usuario para la aplicación.

Así, se toma la salida de la aplicación y la presenta en las diferentes pantallas de los usuarios. También combina la entrada de los diferentes usuarios una a una y la vuelca a la aplicación. De esta manera, en los sistemas para compartir aplicaciones, la visualización de las acciones es inmediata por parte de los usuarios, así como los movimientos del ratón o las selecciones en el menú.

Las primeras aplicaciones para compartir aplicaciones (también conocidas como aplicaciones que comparten pantallas), como el NLS/Augment (Engelbart, D.C. & English W. K., 1968) (Engelbart, D.C., 1975), dónde toda la pantalla es compartida, cada usuario ve lo mismo y no hay espacio privado.

Luego, con las pantallas en puntos con bits, aparecieron Xerox Star en 1981 [JRV+89], Microsoft Windows en 1985 y X Windows en 1986 (Scheifler, R. W. & Gettys, J., 1986) y así se producen los primeros sistemas que comparten la pantalla de la aplicación en lugar de la pantalla completa.

Algunos ejemplos de este tipo de sistemas son:

- Mblink4 (Sarin, S. & Greif, I., 1985) el cual compartía los mapas de bits de las aplicaciones basados en una arquitectura previa al estándar X Windows.
- Herramientas basadas en X Windows como XTV (Abdel-Wahab, H. M. & Feit, M. A., 1991), shX (Altenhofen, M.; Neidecker-Lutz, B. & Tallett, P., 1990), SharedX de Hewlett Packard (Garfinkel, D.; Welti, B. C. & Yip, T. W., 1994) y el módulo ShowMe de Sun.
- Las herramientas basadas en Microsoft Windows como NetMeeting de Microsoft o Person-To-Person de IBM (Riexinger, D. & Werner, K., 1994) y el ProShare de Intel
- Herramientas de múltiples plataformas como BERCOM, FACE To FACE y TimbuktuPro permiten compartir interfaces de diferentes plataformas como Apple Macintosh, MS Windows y X Windows.
- Otras opciones más modernas son el VNC del cual hay versiones para Windows y Linux.

Aunque este tipo de sistemas está siendo reemplazado por sistemas de conferencia de audio y video, existen aplicaciones de sistemas de escritorio remoto que están siendo utilizadas para el control de máquinas tanto a distancia como para máquinas que no disponen de todo el hardware, por ejemplo sin teclado, ni mouse o monitor.

3.5.6 PIZARRAS COMPARTIDAS

En cualquier reunión formal o informal, particularmente en las que se involucra discusiones de diseños y otros fenómenos complejos, las gente usualmente utiliza sketches que se dibujan sobre pizarras, que indican relaciones particulares en entre ítems. Generalmente las personas proponen modificaciones al dibujo y lo alteran.

Los sistemas de pizarras compartidas se diseñan para soportar este tipo de reuniones, particularmente cuando los participantes no se encuentran en la misma sala. Los objetos que se dibujan en una pizarra compartida están disponibles al resto de los participantes.

Entre los tipos de pizarras compartidas más frecuentes se encuentran:

- Las pizarras compartidas en mapas de bits: Ejemplos de este tipo de pizarras son el GroupSketch (Greenberg, S. et al, 1992), Wscrawl (Wilson, B., 1995), Person-To -Person, ProShare (Labriola, D., 1994), Sun ShowMe y Netscape Conference. Estas pizarras son variantes multi-usuario de las mono-usuario para manipular mapas de bits. Generalmente proveen funcionalidad para captura de pantallas.
- Las pizarras compartidas basadas en vectores (conocidos como sistemas de dibujos compartidos): Ejemplos de estos sistemas son GroupDraw (Greenberg, S. et al, 1992), ConversationBoard (Brinck, T. & Gomez, L. M., 1992) y la pizarra compartida del NetMeeting. Estas aplicaciones son generalmente variantes multi-usuario de los programas mono-usuario de dibujo, que consisten de curvas matemáticas de dos dimensiones.

En contraste con los sistemas que permiten compartir las aplicaciones, estas aplicaciones permiten el dibujo simultáneo dentro del área de trabajo. De esta forma varios gestos se pueden ejecutarse al mismo tiempo y los usuarios pueden tener una vista diferente del espacio de trabajo (por ejemplo, en diferentes situaciones de scroll).

Actualmente existen sistemas que incluyen características para la coordinación y sincronización de las acciones de los usuarios y proveen funcionalidades específicas de Groupware, como el bloqueo para la edición de los diferentes artefactos de dibujo. Además proveen funcionalidades ligadas al awareness de los usuarios dentro del espacio de trabajo.

3.5.7 SISTEMAS DE COAUTORÍA

La creación de documentos es la tarea más frecuente en la que una computadora puede ayudar a la gente. Hasta hace muy poco, los procesadores de texto convencionales asistían a los individuos para producir buenas impresiones, pero no soportaban la coautoría de los trabajos. En muchos campos de la ciencia, los documentos eran resultado de la cooperación, en más de un 65% de las veces, de dos o más autores (Fish, R. S. et al, 1988).

Algunos procesadores de texto soportan la revisión y comentarios en la producción de documentos colaborativos, aunque la mayoría de las comunicaciones y la coordinación entre los autores debían ser realizadas sin el soporte del sistema.

Los procesadores de texto más sofisticados, como el Microsoft Word, provee la posibilidad de hacer comentarios y registrar las modificaciones a un documento, teniendo registrado el usuario que las realizó, para su posterior revisión por el resto del grupo de trabajo. Estas modificaciones pueden ser confirmadas o rechazadas por los autores del documento.

Los sistemas de coautoría deben ser creados para soportar muchos usuarios y poder juntar esfuerzos con el objetivo de crear un documento. Estos sistemas deberían soportar:

- Las diferentes fases de autoría, brainstorming, investigación, planificación, escritura, y revisión
- Textos simples, enriquecidos o multimedia
- Edición simultánea y/o secuencial del documento,
- Anotaciones, versiones y revisiones
- Comunicación entre los autores acerca del documento o el proceso de autoría
- Coordinación del proceso de autoría
- A continuación describiremos algunas de las aplicaciones más significativas en torno a la edición colaborativa.

3.5.7.1 Quilt

Quilt fue desarrollado en Bellcore alrededor de 1988 (Fish, R. S. et al, 1988) (Leland, M. D. P.; Fish, R. S. & Kraut, R. E., 1988). Los diseñadores de la herramienta se centraron particularmente en la provisión de un rico conjunto de mecanismos de anotación y en la definición de roles sociales para coordinar el proceso de autoría. La mayoría del soporte se enfoca en las fases de escritura, revisión y edición de documentos.

El soporte de documentos compartidos se basa en una base de datos compartida que guarda textos y anotaciones. Las anotaciones pueden ser sugerencias para las revisiones y comentarios de texto o voz. Las anotaciones son asociadas por un enlace de hipertexto a partes particulares del documento base u otra anotación. Existen tres tipos de anotaciones: *comentarios privados*, que son visibles sólo al creador, *mensajes dirigidos*, que son expuestos explícitamente a usuarios o grupos determinados, y *comentarios públicos*, las cuales son expuestas a todos los usuarios que leen el documento base.

La herramienta permite que múltiples usuarios editen el documento base concurrentemente. Esto lleva a que surjan conflictos potenciales de versiones de documentos. En estos casos el sistema provee una forma fácil de examinar las diferencias entre dos versiones, y cambiar la versión revisada (por ejemplo, sustituir una sugerencia por su parte del documento base asociada) (Leland, M. D. P.; Fish, R. S. & Kraut, R. E., 1988). Para evitar conflictos no deseados, el sistema tiene la capacidad de advertir cuando un usuario está modificando el documento base. También se tiene la opción de bloquear el documento base para prevenir que otros usuarios lo editen.

Otra de las ventajas de Quilt es que soporta la definición de roles sociales, los cuales pueden definir una jerarquía de roles con derechos respecto de ciertas acciones en ciertas acciones en un documento compartido y anotaciones. Por ejemplo, una jerarquía de roles puede tener un orden parcial *lector* < *comentarista* < *coautor*, los cuales especifican que si un derecho es otorgado a un *lector* entonces también es otorgado a *comentarista* y a *coautor*. Sin embargo, si un derecho es otorgado a un *comentarista* no es necesariamente otorgado a un *lector* pero si a un *coautor*. Las unidades sobre las cuales se puede otorgar derechos son *documento base*, *revisión sugerida*, *comentario público*, *mensaje dirigido*, *comentario privado* e *historia*. Los derechos son *crear*, *modificar*, *borrar*, *borrar*, *adjuntar comentario*, *adjuntar mensaje*, *adjuntar comentario privado* y *leer*.

El estilo de colaboración definido por la herramienta es una asociación (unidad, derecho) para un rol en la jerarquía o para ningún rol. La colaboración es creada por un usuario, tiene un nombre y está constituida por un documento, un conjunto de usuarios, cada uno de los cuales está asociado a un rol (muchos usuarios pueden tener el mismo rol), y el estilo de colaboración que define las asociaciones entre los derechos, unidades y roles. El creador puede definir un estilo de colaboración predefinido o definir uno propio.

3.5.7.2 GROVE

El GGroup Outline and View Editor (GROVE) ha sido desarrollado en el Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) alrededor de 1988 (Ellis, C. A. & Gibbs, S. J., 1989) (Ellis, C. A.; Gibbs, S. J. & Rein, G. L., 1990) (Ellis, C. A.; Gibbs, S. J. & Rein, G. L., 1991). El propósito del

prototipo fue explorar las alternativas de implementación de una “herramienta multiusuario en tiempo real” y recolectar observaciones de su uso.

Las conferencias GROVE son iniciadas por un usuario, el cual especifica el archivo o documento que va a ser editado. Básicamente, cualquier usuario con acceso al archivo puede participar en la conferencia haciendo clic en el icono del archivo. Los documentos compartidos GROVE están limitados a simples esquemas, sobre los cuales se pueden realizar operaciones simples. De manera distinta a Quilt, que notifica a los usuarios de los cambios hechos por otros usuarios cuando son “confirmados”, GROVE utiliza el paradigma WYSIWIS (Stefik, M. et al, 1987). Notifica a los participantes de cada operación individual, por ejemplo la inserción o el borrado de caracteres. De esta forma no se utiliza el bloqueo de documentos, pero permite operaciones concurrentes y conflictivas. Para mantener los tiempos de notificación y respuesta mínimos, utiliza un algoritmo especial que explota las transformaciones operacionales para mantener la consistencia (Ellis, C. A. & Gibbs, S. J., 1989).

Cada usuario tiene una presentación específica de los ítems le informan de su posibilidad de acceso al ítem. Por ejemplo, un usuario podría solamente ver su cursor sólo si tiene permisos. Así un usuario podría tener diferentes conjuntos de ventanas y en cada ventana ver solamente los datos accesibles. Además soporta el uso de ventanas privadas (sólo accesibles al creador), ventanas compartidas (accesibles solo a un grupo de usuarios) o públicas (accesibles a todos los participantes), que pueden ser creadas por cualquier usuario.

Los usuarios pueden dejar y unirse a las sesiones en cualquier momento. Cuando un usuario se vuelve a unir puede ver los cambios en las columnas, marcándose como noticias y visualizar las diferencias de una manera más cómoda y rápida.

El control de acceso se basa en la estructura del documento, que permite a cada una de las unidades de los esquemas definir los derechos. Por omisión, todos los usuarios tienen (acceso de lectura y escritura concurrente: sin embargo estos derechos se pueden otorgar o denegar a usuarios individuales.

3.5.7.3 SEPIA

Fue desarrollado en la división de Cooperative Hypermedia Systems en el Institute for Integrated Publication and Information Systems (IPSI) del Gesellschaft für Matematik und Dataverarbeitung (GMD) alrededor de 1992 (Haake, J. M. & Wilson, B., 1992) (Haake, A. & Haake, J. M., 1993) (Streiz, N. A., 1994). El sistema tiene soporte explícito de coautoría de documentos débilmente acoplada y fuertemente acoplada, así como el soporte del cambio entre ambos modos de trabajo (Haake, J. M. & Wilson, B., 1992).

Una evolución del sistema fue presentada en (Haake, A. & Haake, J. M., 1993) (Streiz, N. A., 1994) que incluye el soporte de versiones, donde un autor puede trabajar en una parte específica del documento, y separar el trabajo, de forma tal que muchos autores pueden trabajar en borradores separados de la misma parte del documento, sin interferirse.

Los diseñadores se enfocaron principalmente en usar hipertexto para soportar diferentes modos de colaboración, proveer soporte para las transacciones entre los modos y el soporte de la administración de versiones. A continuación describiremos los servicios de co-autoría que provee la herramienta (Haake, A. & Haake, J. M., 1993).

El documento compartido de SEPIA es un documento hipermedia que comprende nodos atómicos que contienen datos (textos, gráficos, imágenes o sonido), enlaces etiquetados y nodos compuestos (estructuras de agregación de nodos atómicos y compuestos relacionados con enlaces). Para garantizar la consistencia a nivel de documento, SEPIA emplea el bloqueo automático de nodos y enlaces cuando un usuario selecciona un nodo o un enlace. Los usuarios pueden emplear el bloqueo explícito entrando al modo de “trabajo aislado” para un nodo en particular. Cada usuario controla un puntero el cual puede ser visible a los otros usuarios, con el nombre del mismo adosado para su identificación.

Un nodo o enlace seleccionado se indica con un color: amarillo en el caso del usuario que lo seleccionó y rojo en el caso de los otros usuarios. Cuando se realiza un pedido, la identidad del usuario que seleccionó el nodo puede ser mostrada.

Cada nodo que es abierto por más de un usuario, una ventana separada se abre. Por omisión, los usuarios que abren el mismo nodo entran en el modo débilmente acoplado. En este modo, las operaciones en los nodos y enlaces son visibles a los otros usuarios, aunque el scrolling a través del contenido del nodo es independiente. Cuando los usuarios dejan un nodo en el modo débilmente acoplado y entran más tarde, por omisión, se muestra el estado actual. Dentro de un nodo débilmente acoplado, un subgrupo de un grupo de usuarios para ese nodo podría decidir entrar en el modo fuertemente acoplado para ese nodo. Como un usuario puede tener solamente una sesión fuertemente acoplada por nodo, múltiples subgrupos no solapados podrían existir por nodo, teniendo cada uno una sesión fuertemente acoplada por nodo. Dentro del modo fuertemente acoplado se aplica estrictamente el paradigma WYSIWIS. El comienzo de una sesión fuertemente acoplada también dispara la creación de una conferencia de audio entre los usuarios, así como también podría disparar una video conferencia (en ese caso se debe hacer de forma explícita).

El sistema también provee servicio de administración de versiones elaborado que se basa en el mantenimiento de una derivación de la historia. Los servicios de navegación de versiones permiten la búsqueda especificando varios atributos. Permite la comparación de versiones alternativas de un nodo con usuarios individuales y por navegación fuertemente acoplada por un número arbitrario de usuarios para mezclar ambas versiones en un documento nuevo.

El sistema no provee derechos u obligaciones particulares con respecto a las acciones de edición sobre los documentos. Sin embargo para fomentar la coordinación, se soporta el concepto de espacio de tareas, el cual permite a los usuarios coordinar derechos y obligaciones al vuelo. El espacio de tareas muestra el desarrollo de proyecto hasta un punto determinado en el tiempo. Los nodos en el espacio de tareas se corresponden a las versiones significativas del documento (o parte de él). Diferentes versiones sucesivas independientes pueden ser derivadas del documento; más tarde estas versiones podrían ser la base de una mezcla derivada de estas versiones.

3.5.7.4 COMEDIA

El Cooperative hyperMedia Editing Architecture (CoMEdia) fue desarrollado en el Fraunhofer Institute for Computer Graphics alrededor de 1991 (Hornung, C. & Santos, A., 1991) (Santos, A. & Tritsch, B., 1994) (Santos, A., 1995). En este caso los diseñadores se centraron en la integración del soporte de documentos multimedia compartidos, conferencias multimedia y el soporte de coordinación basado en roles sociales.

El documento compartido de CoMEdia es un documento hipermedia compuesto por capítulos, cada uno contiene un medio. En la versión descrita en (Santos, A., 1995) se soportan los siguientes medios: textos, imágenes, gráficos, audio y video.

El sistema soporta dos tipos de bloqueos (aunque solamente uno se puede usar por sesión) que garantizan la consistencia del contenido de un documento. El bloqueo por partes es una forma de bloqueo explícito que garantiza el acceso de escritura exclusivo a una parte definida por el usuario del documento. El bloqueo por posición, por otra parte, es una forma automática de bloqueo: el sistema bloquea la parte mínima de un documento para realizar una operación de edición particular para un usuario.

El sistema siempre muestra la versión más reciente del documento compartido. Tanto las ventanas como el scrolling son individuales. También es posible que el puntero de un usuario sea visible por todos los usuarios o un subgrupo de ellos. El sistema además tiene la característica “follow” que permite al usuario ver como esclavo la vista de otro usuario. Para cada comunicación directa entre usuarios, COMEDIA provee una telepointer, anotaciones, audio y video conferencia. Los usuarios pueden tomar (y más tarde soltar) el telepointer compartido para dirigir la atención del grupo a porciones particulares del documento. COMEDIA soporta tres tipos de anotaciones: anotaciones

privadas, comentarios públicos que consisten de texto, gráficos o de un hipervínculo a una parte de un documento a la que se refieren. Cuando los usuarios prefieren hacer mensajes directos, utilizan la característica de la “comunicación fuera del documento”, la cual provee una ventana de Chat separada para cada par de usuarios.

El soporte de la coordinación se basa en roles sociales predefinidos, a saber: el *jefe*, *autor*, *comentarista* y *lector*. Sólo puede existir un *jefe*, un rol que es asignado al primer usuario que selecciona el rol. Los roles expresan derechos para realizar acciones. Un lector puede leer un documento y usar anotaciones privadas y comunicaciones intra-grupo (comunicación fuera del grupo, audio conferencia y video conferencia). Un comentarista tiene todos los derechos de un lector más el derecho a hacer comentarios públicos. Un autor tiene todos los derechos de un comentarista, más el derecho a editar el documento y pedir información acerca del estado del grupo y otros usuarios. El jefe tiene todos los derechos de un autor, más el derecho de cambiar los roles, editar los parámetros de una sesión particular, deshabilitar la entrada de autores particulares, y manipular (cargar, grabar) el documento multimedia compartido como un todo.

3.5.8 SISTEMAS HIPERMEDIA MULTIUSUARIO

El concepto de hipertexto, es decir, documentos no-lineales que consisten de nodos interconectados mediante enlaces, ha inspirado y permitido la creación de un abanico de aplicaciones groupware.

Algunas aplicaciones de coautoría están basadas en la naturaleza de partición de los documentos hipertexto, los cuales pueden ser utilizados como base a la partición de tareas de autoría. La WWW puede ser utilizada como un sistema de coautoría simple donde cada usuario es responsable de escribir una parte de un documento hipertexto. Las actualizaciones pueden verse tan pronto como sean grabados y los usuarios pueden trabajar simultáneamente en cada nodo.

Algunos sistemas utilizan la característica de enlace a anotaciones y revisiones al documento principal, como Quilt (Fish, R. S. et al, 1988) (Leland, M. D. P., Fish, R. S. & Kraut, R. E., 1988), Coautor (Hahn, U. et al, 1991) y SEPIA (Haake, J. M. & Wilson B., 1992). Además de proveer enlaces a las anotaciones, Coautor y SEPIA soportan otros tipos de enlaces entre nodos en un documento hipertexto. Por ejemplo, relaciones de planificación y jerárquicas entre nodos, que posibilitan diferentes vistas del mismo documento hipertexto.

Los sistemas de anotación públicas como NCSA Hypernews (LaLiberte, D. & Braverman, A., 1995) ComMentor y otros sistemas de conferencias Web, usan la infraestructura de la WWW como base de los sistemas de conferencia de computadoras: los mensajes que son enviados a una conferencia Web están adosados a los enlaces de la página Web. En los sistemas públicos de anotaciones, la conferencia puede ser adosada a una serie de anotaciones a una página Web existente.

3.5.9 ENTORNOS VIRTUALES COLABORATIVOS

Los entornos virtuales colaborativos (Greenhalgh, C., 1997) comprenden aplicaciones como los juegos multi-jugadores y las simulaciones de campos de batalla distribuidas.

Los juegos, como se verá más adelante son una forma de interacción muy atractiva y generan un nivel de motivación muy alto. Este puede ser un gran recurso a la hora de implementar técnicas de aprendizaje informal.

En el campo de los juegos, podemos dar muchos ejemplos en los que la colaboración es un punto esencial para cumplir los objetivos. Los ejemplos más significativos en este campo se pueden ver en los juegos de estrategia en primera persona que se juegan en Internet.

Por ejemplo, el juego “Enemy Territory” se enfrentan dos equipos de jugadores. Casi siempre uno de ellos “defiende” y el otro “ataca”.

El objetivo del juego, para los que atacan es cumplir con una serie de metas, por ejemplo: Destruir dos cañones que se encuentran dentro de una fortaleza. En este caso para poder llegar a destruir los

cañones, es necesario cumplir con otros objetivos, por ejemplo entrar en la fortaleza demoliendo parte de la fechada. Para ello cuentan con un tiempo limitado. Por otro lado, el objetivo del juego para los que defienden, es evitar que el otro equipo cumpla con sus objetivos en el tiempo previsto.

Los jugadores de ambos equipos toman roles, los cuales se pueden cambiar durante la partida, sin embargo mientras están “vivos” no pueden cambiar de roles. Para poder cambiar de rol entran en el “limbo” en el cual pueden elegir su rol y sus armas. Los roles disponibles para ambos bandos son:

- **Soldado:** No tiene características especiales, sin embargo puede llevar un arma pesada y puede disparar con “panzers” (que permite la neutralización de los tanques, por ejemplo). Notar que es el único que puede portar esta arma.
- **Medico:** Tiene por característica especial la provisión de medicamentos a los miembros del equipo y también tiene la posibilidad de “revivir” a los “heridos”.
- **Operador de campo:** Tiene la posibilidad de distribuir municiones a los del equipo y llamar a la artillería aérea (mediante una granada de humo indica el punto de ataque a los aviones).
- **Espía:** El espía puede utilizar rifles con mira telescópica y puede disparar con precisión a distancia, además tiene la habilidad de poder “cambiarse de ropa” y utilizar el uniforme del enemigo y de esa forma mimetizarse entre los enemigos para, por ejemplo, abrir puertas que sólo puede abrir los que pertenecen a ese bando. Además puede detectar las minas personales puestas por los ingenieros.
- **Ingeniero:** El ingeniero tiene la posibilidad de depositar bombas para, por ejemplo destruir paredes o cañones. Además posee armas especiales, como las minas personales. Los ingenieros, además, pueden desactivar minas.

Un aspecto importante del juego es que cada vez que alguien muere es penalizado por 30 segundos y queda fuera de juego durante ese tiempo. Así cuando alguien cambia de rol tiene que esperar ese tiempo.

Para poder cumplir los objetivos los usuarios deben “coordinarse”, por ejemplo para defender o atacar un objetivo. Deben “cooperar”, por ejemplo, un médico puede evitar que alguien muera y tenga que esperar para volver a jugar o “cubrir” a un ingeniero para que pueda depositar la bomba y cumplir con el objetivo. Para todo esto es imprescindible la “comunicación”, para ello se pueden escribir mensajes en un Chat a 3 niveles, personales, de bando o de juego. Para agilizar estos Chats se utilizan atajos, algunos predefinidos como “¡Necesito un Médico!” o “Necesitamos un ingeniero”. Además existe la posibilidad de usar voz entre los compañeros de equipo.

En este caso, tanto la estrategia como la coordinación de los equipos son fundamentales para poder cumplir con los objetivos. Se ha experimentado que los equipos que están organizados y coordinados tienen muchísimas posibilidades de ganar la partida en tiempos asombrosos respecto a los que no tienen experiencia jugando juntos, aunque la experiencia de ambos bandos sea pareja a nivel individual.

Además, este tipo de juegos presentan características más que interesantes tanto para aprender como para aplicar, por ejemplo en la concepción de equipos ad-hoc, organización y coordinación de tareas.

3.5.10 SISTEMAS DE PLANIFICACIÓN DE GRUPOS

La planificación de las reuniones en grupo es una de las tareas de que se debería beneficiar el soporte de computadoras. En particular encontrar tiempo libre en varias planificaciones personales parece que puede ser una tarea que puede ser llevada a cabo de manera más eficiente por un sistema groupware.

Uno de los primeros sistemas para soportar la planificación de grupos es RTCAL (Sarin, S. & Greif, I., 1985), que es una extensión del sistema de calendario personal de PCAL usado en el MIT. Permite a un número de usuarios alinear su calendario electrónico y planificar una reunión, el cual es soportado por un mecanismo de voto. No tiene una función para encontrar tiempo libre. Sin embargo, Microsoft Schedule+, Lotus Calendar y Novel Groupware la incluyen. Estos sistemas se basan en la

infraestructura del e-mail. De esta forma no se requiere que los participantes estén presentes durante el proceso de planificación; involucra el intercambio de una serie de mensajes especiales, como invitaciones, confirmaciones, y declinaciones.

3.5.11 SISTEMAS DE AUDIO CONFERENCIA

El sistema de telefonía debe ser caracterizado como el sistema groupware más antiguo, ya que permite a dos, o más personas que están geográficamente separados interactuar por voz a la distancia.

La mayoría de los sistemas anteriormente mencionados asumen algún tipo de comunicación por voz. Algunos sistemas como Netscape Conference and NetMeeting proveen conferencias de audio.

La telefonía IP es otro de los grandes avances de la tecnología y se ha puesto de moda últimamente. Las aplicaciones como Skype (Skype) son muy populares ya que incluso permiten comunicar usuarios con teléfonos fijos o móviles. Estas aplicaciones también permiten la conferencia de audio, en el que más de un usuario puede participar al mismo tiempo (actualmente hasta 5).

Tomaremos como referencia de sistema de audio conferencia el Skype y observaremos las características de este sistema:

- Agregar tanto contactos de la red Skype como contactos que no estén en la red (por ejemplo para hablar por teléfono fijo o móvil).
- Se pueden importar contactos
- Ver los contactos de Outlook.
- Provee emoticons en los Chats
- Hacer conferencias de Chat.
- Permite hacer video llamadas
- Llamadas por voz en conferencia.
- Establecer las opciones de perfil y personalizar el cliente.
- Transferencia de archivos.
- Enviar dinero.
- Realizar Chat públicos
- Realizar conferencias de Audio públicas
- Reenvío de llamadas
- Llamar a contactos en teléfonos móviles o fijos
- Organizar grupos

Aunque las comunicaciones por voz son muy ágiles, no reemplazarán al Chat, ya que el mismo permite un medio de comunicación más discreto y preciso que la voz. Por ejemplo, los comentarios privados tienen una mejor recepción y privacidad siendo expresados por medio de un Chat que por medio de voz. Además, números o palabras clave son mucho más fáciles de expresar por Chat que por voz. Por ello, la mayoría de las herramientas de conferencia de voz ofrecen Chat y la mayoría de las aplicaciones de Chat ofrecen servicios de conferencia de audio.

Otro punto importante a tener en cuenta en el caso de las conferencias de voz, es que si bien pueden quedar documentadas en función de las grabaciones de las conversaciones, en realidad es muy difícil su revisión o búsqueda de puntos clave de una conversación.

También, un punto débil de las conferencias de voz la imposibilidad de tener diferentes conversaciones en simultáneo. Ésta es una desventaja respecto de las conferencias de Chat en las que las personas pueden tener varias conversaciones al mismo tiempo.

Por los motivos expuestos anteriormente, las conferencias de Chat siguen siendo relevantes en el campo y posiblemente no podrá ser reemplazado por las conferencias de audio en el corto plazo.

3.5.12 SISTEMAS DE VIDEO CONFERENCIA

Desde la introducción de la video telefonía y el prototipo mostrado del producto Picturephone por AT&T en la Feria Mundial de 1964 (Egido, C., 1988) los diseñadores han estado experimentando con herramientas que manipulen video de forma cooperativa.

Algunos ejemplos aplicados al groupware que surgen como pioneros son:

- Sistemas como el CRUISER (Root, R. W., 1988) y Montage (Tang, J. C.; Isaacs E. A. & Rua, M., 1994) permiten ojear las oficinas de las personas para saber si hay alguien para conversar.
- Inria Videoconferencing System (IVS) y CAVECAT ponen en la pantalla a los compañeros de trabajo en pequeñas ventanas
- Sistemas como el VideoWindows (Fish, R. S., Kraut, R. E. & Chafonte, B. L., 1990) usa pantallas gigantes permanentes para fomentar la interacción casual
- Sistemas como el Commune (Minneman, S. & Bly, S. A., 1991), MERMAID (Watabe, K. et al, 1990) y ClearBoard (Ishii, H.; Kobayashi, M. & Grudin, J., 1992) proveen la integración entre los componentes de video y el componente de espacio de trabajo compartido de un sistema de conferencia multimedia. ClearBoard, por ejemplo provee la integración de dos personas dibujando sobre la misma pizarra en un vidrio transparente que tiene la imagen del otro usuario debajo. Ver Ilustración 3-6.

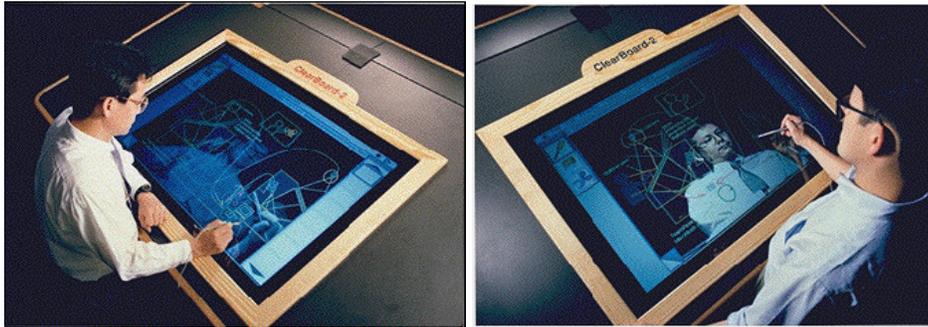


Ilustración 3-6 Demo de ClearBoard

- Un paso más allá es la implementación de video conferencias 3D, las cuales pueden ser vistas por medio de anteojos especiales y dar la sensación de estar en un espacio compartido.

Facilitados por las tecnologías ATM e ISDN, la compresión de imágenes y una amplia gama de productos de videoconferencias esta tecnología se ha vuelto muy popular ya que los costos de utilización y de mantenimiento son muy accesibles al ciudadano promedio. Sin embargo, existen tres tipos de generaciones, basados en su apariencia:

- Sistemas de videoconferencias basados en salas: Consisten de salas dedicadas, las cuales tienen pantallas grandes, cámaras y micrófonos. Típicamente interconectan dos salas en las que un grupo de personas pueden ver al otro grupo en la pantalla de la videoconferencia.
- Sistemas de videoconferencias móviles: La diferencia con el anterior es que se puede “mudar” de sala si fuera necesario.
- Sistemas de video conferencia de escritorio: Este sistema permite a los usuarios de ordenadores poder utilizar esta herramienta ya sea en equipos portátiles como en equipos de escritorio. CU-SeeMe, White Pine Software, PictureTel, ProShare, ShowMe, InPerson, NetMeering etc.

3.5.13 SISTEMAS DE GESTIÓN DOCUMENTAL

3.5.13.1 BSCW (Basic Support for Collaborative Work)

El sistema de espacio compartido BSCW (BSCW) (Penichet, V. M. R., 2003) facilita el intercambio sin esfuerzo de información entre espacios de trabajo compartidos desde cualquier ubicación y a cualquier momento. La herramienta se basa en el concepto de espacios de trabajo auto-administrados y flexibles, además de administración de acceso basado en roles (Ilustración 3-7).

Los usuarios pueden guardar documentos, coordinar citas con colegas y administradores de proyectos, BSCW ofrece varios mecanismos para la transferencia de documentos, almacenamiento estructurado de documentos, funciones de gestión de documentos en multi-facetas e interfaz de usuario multi-lenguaje.

Entre las características que provee el sistema se encuentran:

- **Autenticación:** El acceso a los espacios de trabajo compartidos de BSCW se lleva a cabo con un identificador de usuario y una contraseña.
- **Gestión de versiones:** La gestión de diferentes versiones de documentos optimiza el procesamiento de documentos en los espacios de trabajo compartidos.
- **Transferencia de documentos:** Los usuarios pueden elegir de una variedad de mecanismos de transferencia de documentos, desde un simple arrastrar y soltar a enviar documentos al sistema.
- **Mecanismo de bloqueo de documentos:** Los documentos pueden estar temporalmente bloqueados para denegar el acceso de escritura a otros usuarios.
- **Foros de discusión:** Foros basados en hilos, administrado y presentado por el sistema en un formato directo y conciso, ofreciendo a los usuarios una plataforma para iniciar y conducir discusiones.
- **Anotaciones:** Los documentos pueden tener anotaciones relacionadas por múltiples usuarios.
- **Notificación de eventos:** El sistema provee múltiples opciones para mantener a los usuarios al día sobre los eventos del espacio compartido, desde el uso directo de e-mails hasta deportes diarios. Los usuarios pueden especificar el método de notificación y de qué eventos quiere tener noticia.
- **Derechos de acceso personalizados:** Los documentos individuales pueden ser definidos para que usuarios específicos tengan acceso de lectura o para que el acceso sea anónimo. Los derechos de acceso pueden ser establecidos por cualquier usuario y a cualquier nivel de datos.
- **Facilidades de búsqueda:** Los objetos del espacio de trabajo pueden ser ubicados en base al contenido o en base a otros atributos como el autor, la fecha o la última modificación. Además, las búsquedas pueden ser importadas directamente al espacio de trabajo. El sistema soporta la búsqueda basada en contenido en diferentes formatos.
- **Funciones de archivado:** Permite almacenar documentos en un repositorio para poder intercambiarlos entre el cliente y el servidor.
- **Envío de documentos:** Los documentos pueden ser enviados directamente desde el espacio de trabajo.
- **Interfaces:** Existen un conjunto de interfaces disponibles para que el BSCW se enlace con sistemas externos. Entre otras, el sistema ofrece plataformas de colaboración sincrónicas como el audio y video conferencia. Las interfaces de servicios de conversión ofrecen la capacidad de convertir los documentos en diferentes formatos.
- **Interfaces de usuario individuales:** Los usuarios pueden personalizar la interfaz de acuerdo a las necesidades y generar su propio perfil.
- **Encuestas online:** Las encuestas pueden ser utilizadas para obtener feedback en temas específicos. Los usuarios pueden iniciar encuestas para solicitar las opiniones de los miembros del grupo en las cuestiones actuales, evaluarlas y presentar los resultados de forma visual con gráficos.

- **Listas de contactos:** Provee la información de los contactos actualizada a todos los miembros del grupo. Mediante las listas de contactos en el espacio de trabajo compartido, información como las direcciones de los clientes pueden ser fácilmente compartidas. Esta información puede ser importada y exportada utilizando el estándar vCard.
- **Acceso móvil:** Se provee el acceso a los espacios de trabajo compartidos por medio de dispositivos móviles como PDA o SmartPhones con WAP e interfaces de exploradores Web móviles.
- **Editor de HTML integrado:** Un editor integrado permite la edición de documentos Web (en formato HTML) directamente en el la utilidad de administración de documentos.
- **Servicio de citas y recuerdos:** El componente de calendario tiene la característica de recordatorio de citas.

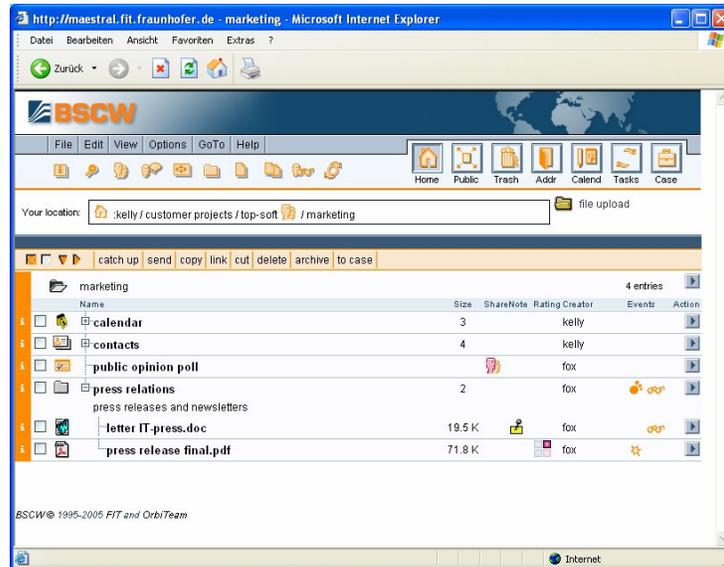


Ilustración 3-7 Interfaz del BSCW

3.5.13.2 SharePoint Portal Server 2003

SharePoint Portal Server 2003 (Ilustración 3-8) permite el desarrollo de un portal inteligente que conecta usuarios, equipos y conocimiento para que las personas puedan compartir información relevante que les permita trabajar de una forma más eficiente. SharePoint Portal Server 2003 proporciona una solución que integra la información procedente de varios sistemas en uno solo, mediante la integración de aplicaciones y de inicio de sesión único, utilizando herramientas flexibles de implementación y administración. El portal facilita la colaboración mediante la activación de las capacidades de agregación, organización y búsqueda de personas, equipos e información. Los usuarios pueden encontrar información relevante de una forma rápida mediante la personalización del contenido y el diseño del portal, y la audiencia de destino. Las organizaciones podrán dirigir información, programas y actualizaciones a las audiencias según sea su función dentro de la organización, el equipo al que pertenezcan, sus intereses, grupo de seguridad o cualquier otro criterio de pertenencia que se pueda definir.

SharePoint Portal Server 2003 utiliza los sitios de Microsoft Windows SharePoint Services 2003 para crear páginas de portal para personas, información y organizaciones. El portal también extiende las capacidades de los sitios de Windows SharePoint Services con herramientas de organización y administración, y permite que los equipos publiquen en los sitios información para toda la organización.

Los objetivos principales de SharePoint Portal Server 2003:

- Información:** SharePoint proporciona un punto de acceso único para varios sistemas como, por ejemplo, los programas del sistema de Microsoft Office, los sistemas de inteligencia empresarial y de administración de proyectos, incluyendo programas de otros fabricantes y específicos del sector. El portal se basa en una arquitectura distribuida y escalable que proporciona herramientas flexibles de implementación y administración que le permitirán crecer con las necesidades. Los usuarios pueden extraer y reutilizar información importante y puntual procedente de sistemas e informes, así como identificar y tener acceso a los documentos y proyectos. El portal incluye una tecnología de búsqueda desarrollada por Microsoft Research que permite realizar búsquedas rápidas en recursos compartidos, servidores Web, carpetas públicas de Microsoft Exchange Server, Lotus Notes y sitios de Windows SharePoint Services. Además puede organizar los documentos y la información por temas y examinar el contenido de interés. Cuando se agregue nueva información o se modifique la información existente, recibirá una notificación de alerta que le ayudará a usar los datos mejor.
- Conexión de espacios y personas:** El sistema proporciona un entorno de colaboración que permite agregar, organizar, encontrar y proporcionar sitios de SharePoint a cualquier usuario. Los sitios de SharePoint para equipos, documentos y reuniones también se pueden hacer extensibles a otros usuarios fuera de la organización, aumentando el alcance y la eficacia de los métodos de colaboración existentes. Además el portal facilita la colaboración proporcionando una forma de compartir contenido y documentos a personas individuales o equipos. Las versiones de documentos, el flujo de trabajo de aprobación, la protección y desprotección, la generación de perfiles de documentos y la publicación facilitan la colaboración a través de documentos, proyectos y tareas. Adicionalmente, el portal permite encontrar fácilmente a las personas o los equipos existentes, así como disponer de ellos —en lugar de tener que volver a empezar desde cero con cada proyecto.
- Información dirigida y hecha a medida:** Esta aplicación permite personalizar el portal. El contenido relevante como, por ejemplo, los programas de Office, los servicios Web, las noticias, las ventas y otros datos, se envía al portal a través de elementos Web. Los departamentos de IT pueden programar los elementos Web mediante la tecnología .NET. Los usuarios autorizados pueden agregar elementos Web a los portales desde galerías de elementos Web. Además, se pueden "bloquear" áreas de páginas o elementos Web determinados de forma que las organizaciones puedan distribuir la información importante para todos los empleados a través del portal. Los usuarios pueden disponer de páginas personales en el portal, denominadas Mi sitio, desde donde podrán organizar la información, los programas y los sitios de SharePoint a los que tienen acceso a lo largo del día.

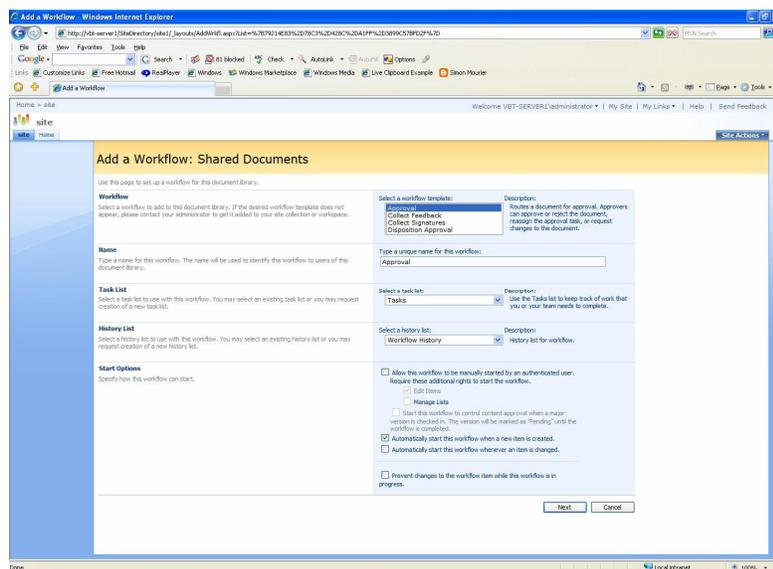


Ilustración 3-8 SharePoint Portal 2003

3.6 WEB 2.0 Y EL SOFTWARE SOCIAL

La Web 2.0 se refiere a una supuesta segunda generación de servicios basados en Internet, tales como los sitios de redes sociales, las Wikis, las herramientas de comunicación y las folksonomies. Estos conceptos permiten a las personas **colaborar**, **comunicarse** y **compartir información** online de formas que no estaban disponibles previamente (Wikipedia Web_2).

En general la frase “Web 2.0” fue empleada como un sinónimo de “red semántica”. La combinación de los sistemas de red social con folksonomies basadas en etiquetas, derivaron en blogs y wikis que son una base para un entorno semántico. Sin embargo la Web 2.0 carece de la efectividad de una Web semántica pero representa un paso en ese sentido (Wikipedia Web_2).

El concepto de “Web 2.0” comenzó a forjarse en una sesión de brainstorming de una conferencia entre O’Reilly y Media Live Internacional. Dale Dougherty notó que nuevas aplicaciones Web de determinadas características estaban surgiendo con sorpresiva regularidad (O’ReillyNet).

Aunque todavía existe un gran desacuerdo acerca de lo que significa Web 2.0 estas personas formularon lo que significaba para ellos la Web 2.0 mediante el uso de ejemplos. En la Tabla 3-10 se la comparación entre aplicaciones características de la Web 1.0 (versión de la Web como se conoce actualmente) y el su correspondencia (o similar) en la Web 2.0.

WEB 1.0	WEB 2.0
DoubleClick	Google AdSense
Ofoto	Flickr
Akamai	BitTorrent
mp3.com	Napster
Britannica Online	Wikipedia
personal websites	blogging
evite	upcoming.org and EVDB
domain name speculation	search engine optimization
page views	cost per click
screen scraping	web services
publishing	participation
content management systems	wikis
directories (taxonomy)	tagging ("folksonomy")
stickiness	syndication

Tabla 3-10 Correspondencia de conceptos de la Web 1.0 a la Web 2.0

3.6.1 LA WEB COMO PLATAFORMA

Como muchos conceptos importantes, la Web 2.0 no tiene un borde definido, en vez de ello tiene un núcleo gravitatorio. En la Ilustración 3-9 se muestra un “mapa de memes” de lo que se desarrolló durante una sesión de brainstorming en el FOO Camp de O’Reilly Media. Aunque muestra muchas ideas, existe trabajo a realizar en él, aún.

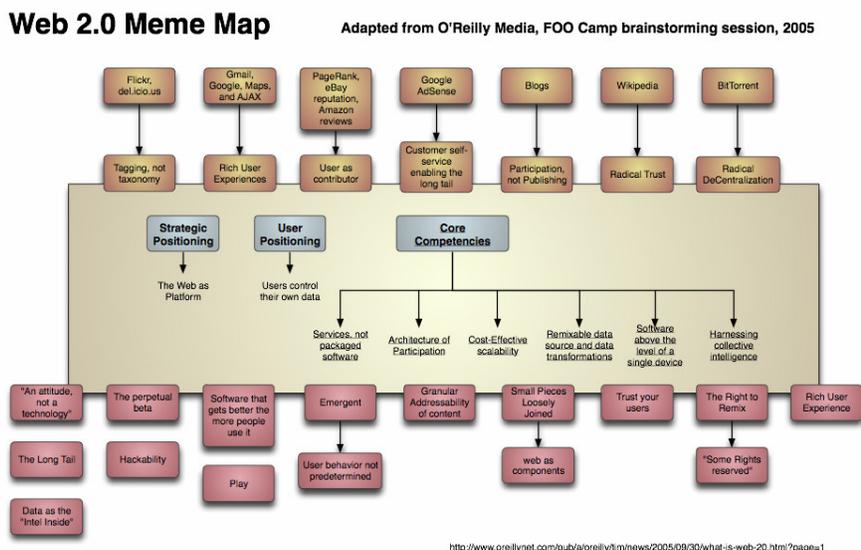


Ilustración 3-9 La Web como plataforma

Así para definir este concepto se comienza comparando varios productos (y / o servicios) para comprender las diferencias entre ambas “versiones” de la Web.

3.6.1.1 Netscape vs. Google

Si Netscape fue el estándar para la Web 1.0, Google es el estándar para la Web 2.0. Netscape enmarco a la Web como plataforma con el explorador Web como producto insignia; además promocionó una ventana para reemplazar el escritorio.

Google, en contraste, fue concebida como una aplicación Web nativa, nunca vendida o empaquetada, pero distribuida como servicio, con clientes que pagaban, directa o indirectamente, por el uso del servicio. No existen releases de software programados, solo el mejoramiento continuo. No tiene licencia por ventas, solo el uso. No es necesario portarlo a diferentes plataformas ya que se puede ejecutar en cualquier equipo. Además, no es solo una colección de herramientas de software, sino que además es una base de datos especializada. Sin los datos, las herramientas son inútiles: sin el software los datos son inmanejables. De esta forma, *el valor del software es proporcional a la escala y dinamismo de los datos que maneja.*

3.6.1.2 DoubleClick vs. Overture y AdSense

Double Click es un hijo de la era de Internet y fue un pionero de los servicios Web antes de que tuvieran nombre. Sin embargo, se ha limitado por su modelo de negocios ya que continúa con la visión de los noventa de publicar en vez de participar; son los sponsors, no los clientes, los que importan. Así Overture y AdSense, tiene más éxito en sus publicidades.

Así el éxito de Overture y AdSense viene de entender lo que Chris Anderson llama la “long tail”, el poder colectivo de los pequeños sitios hacen la masa del contenido Web. Double Click ofrece contratos de venta formales, limitando el mercado a los grandes sitios. Mientras que sus competidores proponen la introducción de avisos de forma amigable y con intrusión mínima en las páginas en prácticamente cualquier página Web. Así, *incrementa el auto-servicio del cliente y gestiona los datos algorítmicos para alcanzar a la Web completamente, hasta los bordes sin concentrarse solo en el centro (o cabeza).*

3.6.1.3 Akamai vs. BitTorrent

Nuevamente Akamai está optimizado para hacer negocios con la cabeza y no con la cola del mercado. En cambio BitTorrent, toman una aproximación más radical en la descentralización de Internet. Cada cliente es un servidor, los archivos son fragmentados y se pueden servir de múltiples ubicaciones, de forma transparente. El archivo más popular es el que se descarga más rápido. Así, *el servicio mejora automáticamente cuantas más personas lo usan*. Existe una “arquitectura de participación” implícita.

3.6.2 UNIENDO LA INTELIGENCIA COLECTIVA

La Web es un instrumento que tiene el poder necesario de unir la inteligencia colectiva:

El hiperenlace es el fundamento de la Web, cuando los usuarios añaden nuevos contenidos, y nuevos sitios, se ligan a la estructura de la Web con otros usuarios descubriendo y enlazando el contenido.

Yahoo! Ha concentrado sus negocios en crear muchos tipos de contenido, su rol como portal del trabajo colectivo de redes de usuario sigue siendo el núcleo de su valor.

El sistema de búsqueda de Google se basa en PageRank, un método que usa la estructura de enlaces Web en vez de usar solo las características del contenido de los documentos.

La ventaja competitiva de eBay viene de la masa crítica de compradores y vendedores, los cuales hacen nuevas entradas ofreciendo servicios similares.

En Amazon tienen un orden de magnitud basado en las invitaciones de revisiones en cada página y formas variadas de utilizar el usuario para producir mejoras en los resultados de búsqueda. Por ejemplo, siempre tiene una computación online de “el más popular” que no se basa solo en el más vendido, sino que influyen otros factores.

La Wikipedia, es una enciclopedia basada en la inusual noción que una entrada puede ser añadida por un usuario Web cualquiera. Esto es un cambio profundo en las dinámicas de la creación de contenido.

Sitios como del.icio.us y Flickr han sido pioneros en lo que se denomina “folksonomy” que es un estilo de categorización colaborativa de los sitios utilizando palabras clave escogidas libremente, regularmente denominadas etiquetas. El etiquetado permite las asociaciones solapadas que el cerebro utiliza.

Los productos como el filtrado de spam colectivo agregan las decisiones individuales de los usuarios de e-mail sobre lo que es y lo que no es spam.

Mucha de la infraestructura incluye tecnologías como Linux, Apache, MySQL y Perl, PHP o Python. Productos *open source* para la producción entre compañeros. Uno de los precursores de este tipo de desarrollos fue SourceForge donde cualquiera puede añadir un producto, y cualquiera puede descargarlo y usar el código.

Así, los efectos de la red derivados de las contribuciones de los usuarios es la clave para dominar el mercado de la era de la Web 2.0.

3.6.2.1 El blogging y la inteligencia de las multitudes

Un blog es una página personal en el formato de un diario que generalmente es organizado en forma cronológica. Allí se expresan comentarios personales que pueden ser visitados por los usuarios. Éstos usuarios pueden a su vez expresar sus ideas sobre el mismo y participar en las discusiones que puedan derivarse de él.

Los RSS son un avance más que significativo en la arquitectura fundamental de la Web. Permiten a cualquiera enlazar de forma viva a la Web, notificando de modificaciones de los enlaces o contenidos de una página. Un blog es un sitio que cambia constantemente, de esta forma, se pueden utilizar lo que se denominan “permalinks” para una página individual del blog y notificar de cada cambio. Es decir es más fuerte que un enlace o un bookmark, que solo es un enlace a la página. RSS no solamente se utiliza para notificar las entradas de un blog, sino que también actualiza otro tipo de actualización, datos de la bolsa, el tiempo y la disponibilidad de fotografías.

En la Wikipedia se tiene un ejemplo claro de lo que James Suriowecki llamó “la sabiduría de las multitudes” donde la unión de los blogs conformó una especie de inteligencia colectiva.

3.6.3 APLICACIONES MANEJADAS POR LOS DATOS

Las aplicaciones como Google, Yahoo, Amazon, eBay, etc., se centran en bases de datos. La gestión de estas bases de datos es el núcleo de las aplicaciones que casi se las define como aplicación “infoware”.

En la primera era, existieron muchos casos en los que el control de las bases de datos brindaba un control y un monopolio en la información de mercado de los que se obtenían substanciales beneficios (por ejemplo, VeriSign).

La introducción de Google Maps provee un laboratorio viviente competir con vendedores de aplicaciones y los proveedores de datos. El modelo de programación liviano de Google permite la creación de servicios de valor agregado que enlazan a Google Maps con otras fuentes de datos accesibles desde Internet. Este ejemplo hace pensar que dentro de pocos años, ciertas clases de datos se volverán los bloques de construcción de las aplicaciones Web 2.0. *La carrera se centra en ciertas clases de datos que serán el núcleo de las aplicaciones: ubicación, identidad, calendario de eventos públicos, identificadores de productos y espacios de nombres.*

3.6.4 EL FIN DEL CICLO DE RELEASE DE SOFTWARE

Una de las características distintivas de esta era de Internet es el despliegue de servicios y no de productos, imponiendo cambios en el modelo de negocios:

Las operaciones e vuelven el núcleo de la competencia: Los cambios en Google y Yahoo son diarios, los datos cambian continuamente y de forma dinámica. Estos cambios son influenciados por el contexto y la adaptación a los usuarios en forma particular.

Los usuarios ayudan al desarrollo: Dando un paso hacia la “beta perpetua” en las los usuarios son parte del desarrollo y nuevas características se introducen de forma mensual, semana o diaria.

Como ejemplo de este concepto se puede citar a Gmail en la que los usuarios son parte del proceso de prueba del producto.

3.6.5 MODELOS DE PROGRAMACIÓN LIVIANOS

Un ejemplo del éxito de este tipo de modelos es la provisión de servicios Web de Amazon.com, los cuales están disponibles de dos formas: utilizando SOAP (Simple Object Oriented Access Protocol) y utilizando datos simple XML vía HTTP usualmente llamado REST. El 95% del uso del servicio se hace a través de REST.

Otro ejemplo se ve en la interfaz simple de Google Maps con AJAX (Javascript y XML) que pudo ser fácilmente descifrada por los “hackers” promoviendo la integración con otros servicios.

De esta forma, soportar los modelos de programación livianos permite la creación de sistemas débilmente acoplados. Además, se piensa en la sindicación y no en la coordinación. Los servicios Web como RSS y REST no controlan que ocurre cuando llegan al otro extremo de la conexión. Finalmente, se piensa en el diseño para la “hackabilidad” y la “mezcla” así las barreras de adopción de los servicios permanecen bajas.

Cuando los componentes son abundantes se pueden crear valor agregado simplemente ensamblándolos en formas efectivas y novedosas, y de esta forma la integración se puede realizar mediante servicios que proveen terceros.

3.6.6 EL SOFTWARE POR ARRIBA DEL NIVEL DE UN SOLO DISPOSITIVO

El desarrollo de la Web como plataforma extiende la idea de sistemática de aplicaciones compuestas por múltiples computadoras. El software iTunes es el mejor ejemplo de este principio, la combinación iPod/iTunes es una de las primeras aplicaciones diseñadas para ser extendida a dispositivos móviles.

Esta idea se extendería a muchos dispositivos donde la Web se introduciría y se daría soporte a todos ellos y se interconectarían entre ellos mediante esta plataforma. Esto implica que las aplicaciones no se ejecutarían sobre computadoras de escritorio conectadas a la red, sino que también comprenden dispositivos móviles, o incluso servidores.

3.6.7 EXPERIENCIA DE USUARIO MÁS RICAS

Una de las características de la Web 2.0 sería la inclusión de aplicaciones basadas en Web con interfaces tan ricas como las de las aplicaciones de escritorio equivalentes.

- Una de las tecnologías que permiten este tipo de aplicaciones es AJAX que incorpora:
- Presentación basada en estándares XHTML y CSS
- Pantalla dinámica e interacción utilizando DOM (Document Object Model)
- Intercambio de datos y manipulación utilizando XML y XSLT
- Recuperación de datos en forma asíncrona utilizando XMLHttpRequest
- Javascript para unir todo

AJAX es el componente clave de las Web 2.0, Flickr y GMail lo utilizan para generar aplicaciones de mucha riqueza visual.

3.6.8 RESUMEN

Así las características principales y los conceptos que definen la Web 2.0 son:

- La transición de los sitios Web de silos de información aislados a fuentes de contenido u funcionalidad, así se convierten en plataformas de computación que sirven aplicaciones Web a los usuarios finales.
- A un fenómeno social que garantiza la distribución de contenido Web de comunicación abierta, descentralización de la autoría, libertad de compartir y re-uso.
- Organización y categorización de un profundo enlace de la arquitectura Web.

Un resumen de los conceptos clave se muestra en la Ilustración 3-10. Los términos están escritos en forma tal que se muestran en función de la relevancia de los mismos.

poder estudiar conceptualmente de una manera más cómoda las aplicaciones se agruparon por su función:

- Sistemas de conferencia por computadora
- Sistemas de Chat
- Sistemas de reuniones electrónicas
- Sistemas para compartir aplicaciones
- Pizarras compartidas
- Sistemas de coautoría
- Sistemas hipermedia multiusuario
- Entornos virtuales colaborativos
- Sistemas de planificación de grupos
- Sistemas de audio conferencia
- Sistemas de video conferencia
- Sistemas de gestión documental

Las aplicaciones Groupware pueden relacionarse con las aplicaciones sensibles al contexto de varias maneras. Por ejemplo, los sistemas de conferencia por computadora que se presentaron tienen asociado un ciberespacio a un tema. Sería muy factible plantearse que ese espacio virtual sea un espacio físico. Así, el espacio físico enriquecería el contexto en el que se realizan las contribuciones y se podría mantener el carácter asincrónico de la contribución.

En cuanto a los sistemas de Chat, podrían utilizarse señales como el ritmo cardíaco y la presión arterial para saber cuál es el estado de ánimo de la persona y enriquecer la percepción de presencia del usuario en el Chat.

Los sistemas para compartir aplicaciones podrían ser utilizados en conjunto con la computación ubicua de forma tal que por ejemplo, la ubicación de los usuarios defina las operaciones concurrentes que se pueden realizar y brindando la capacidad de adaptar la interfaz a las operaciones mutuamente exclusivas que se pueden realizar en paralelo. De esta forma, la ubicación serviría para coordinar las operaciones a llevar a cabo en una aplicación compartida.

En el caso de las pizarras compartidas, se pueden utilizar gestos para realizar los trazos de los dibujos y varias personas podrían estar colaborando para realizar un dibujo que luego puede ensamblarse fácilmente. Los gestos pueden ser conseguidos a partir de la utilización de sensores Dead-reckoning.

Los sistemas de coautoría podrían valerse de las técnicas de sensibilidad del contexto para realizar tanto la edición de los documentos (por ejemplo el reconocimiento de gestos como en el caso anterior) como nuevas formas de interacción para realizar bloqueos y coordinar las acciones de los usuarios.

Ahora bien, también las aplicaciones de computación ubicua o sensibles al contexto pueden valerse de los roles de los usuarios, por ejemplo para adaptarse a las necesidades. Además, podría adaptarse a las necesidades del grupo en función de los roles. Es decir, si un jefe y un subordinado están por entablar una reunión podría utilizarse una aplicación o faceta de la aplicación; sin embargo si se reúnen dos pares, la aplicación o faceta no serían las mismas que en el caso anterior.

Tanto los sistemas de audio conferencia como los de video conferencia podrían valerse de los diferentes aspectos de la sensibilidad al contexto para poder establecer un entorno más real y acorde a una situación particular. Por ejemplo, se podría detectar el movimiento de un par de personas, identificarlas y hacer que esa comunicación sea privada; más concretamente, si dos personas se levantan de la silla, esa conversación podría ser privada y no transmitirse.

De la misma manera que en los sistemas sensibles al contexto existían aplicaciones que asociaban un conjunto de archivos a una ubicación, podría utilizarse un sistema de gestión documental para

procesar esa información y así enriquecer la interacción y la posibilidad de colaboración entre las diferentes personas pertenecientes al espacio.

Finalmente se incluye un apartado acerca de la Web 2.0. Este apartado provee una visión general de los próximos pasos que podría seguir la Web. Esta introducción tiene por objetivo mirar un poco más allá y plantearse la posibilidad enriquecer los elementos físicos con información virtual de la Web.

Es indudable que la experiencia física jamás será suplida por la virtual, ya que todo lo virtual no deja de ser una simulación de la realidad, no la realidad misma. Sin embargo, podría plantearse la posibilidad de enriquecer los espacios físicos con información virtual.

Por ejemplo, supongamos el caso de una visita un museo, las piezas del mismo están en exhibición y se tiene la posibilidad de consultar información de la red en función de la pieza y de los elementos que puedan estar relacionados con ella, más allá de los datos almacenados en el servidor de la institución, por ejemplo asociando la pieza a la Wikipedia.

Sin embargo, si vamos más allá aún, podríamos incluso darle la posibilidad al usuario de poder aumentar la información en la Wikipedia por medio de relaciones y de propuestas que estén a su alcance en la visita.

Estos son algunos ejemplos de las posibilidades que brinda la unión de ambos mundos, el mundo virtual con el físico a través de enlaces virtuales entre las dos dimensiones, éste es el desafío que se plantea.

Sin embargo, el abanico de aplicaciones que se maneja es muy amplio, al igual que el dominio de las mismas. Para poder acotar el dominio de estas aplicaciones se introduce un nuevo tema, el aprendizaje. El aprendizaje será el caso de estudio de este trabajo en el que se aplicarán las técnicas de desarrollo de este trabajo.

4.1 INTRODUCCIÓN

Por naturaleza, el m-learning es una forma derivada del d-learning y del e-learning existente. Históricamente la educación a distancia tiene más de 100 años de experiencia y tradiciones. Su característica principal es la separación de la distancia y el tiempo entre los maestros y los estudiantes.

El e-learning ofrece nuevos métodos a la educación a distancia basados en la computadora y tecnologías de redes. Simultáneamente al e-learning las otras formas de d-learning siguen existiendo (por ejemplo el d-learning basado en satélites).

En la Ilustración 4-1 se muestra que m-Learning es parte de e-Learning y que su vez es parte de d-Learning. En la literatura hay diferentes definiciones de m-Learning. Algunas de ellas consideran m-Learning como el aprendizaje basado en redes inalámbricas o las basadas en Internet. Sin embargo en (Georgiev, T. et al, 2004) se indica que la definición debe incluir *la habilidad de aprender en cualquier lado a cualquier hora sin la conexión física a redes cableadas*. Así los medios válidos para conseguirlo son los dispositivos como las PDA, los teléfonos móviles y los Tablet PC. Además, deben tener la habilidad conectarse unos con otros, para presentar la información educacional y para realizar el intercambio de información entre los estudiantes y el profesor.

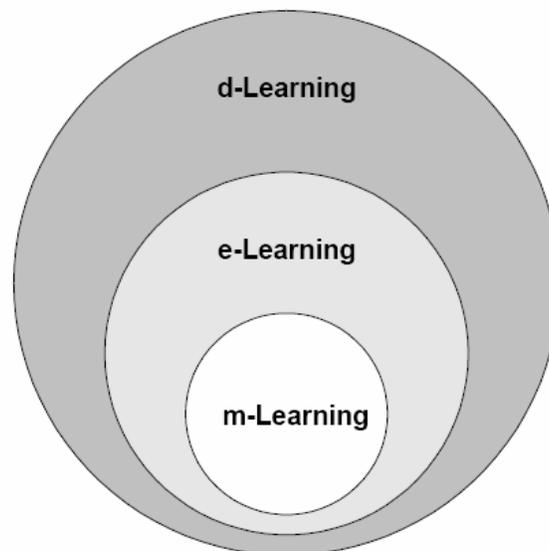


Ilustración 4-1 El lugar de m-Learning como parte de e-Learning y d-Learning

El e-learning tiene sus bases en CSCL y por lo tanto, para brindar una visión integral de los conceptos que son parte de este tema comenzaremos desde los mismos fundamentos.

Así que, primero daremos una visión general del CSCL, los conceptos relacionados y sus características principales. Una vez definido CSCL, procedemos a dar una vista muy superficial a las teorías del aprendizaje, las cuales nos brindarán el marco teórico necesario para comprender los mecanismos de aprendizaje existentes. El aprendizaje informal es uno de los conceptos emergentes que

nos abrirá una amplia gama de opciones dentro de la implementación de sistemas móviles de aprendizaje. Finalmente nos concentramos en dos temas más concretos, que son el aprendizaje informal en los escenarios de la ciencia y el aprendizaje en museos, centros de ciencia y galerías de arte en particular, mostrando el enlace entre la tecnología móvil o de computación ubicua con el mundo del aprendizaje.

Tenemos que tener en cuenta que este capítulo esboza un panorama general de los aspectos teóricos / prácticos relacionados con los sistemas colaborativos sensibles al contexto aplicados al aprendizaje y la función principal de este capítulo es brindar una base para comprender e interpretar los diferentes patrones que se presentan en la sección 5.7, que serán parte de la solución del trabajo propuesto.

4.2 CSCL

En esta sección expondremos los conceptos básicos y esenciales para poder comprender los orígenes del *trabajo colaborativo soportado por computadora* (CSCL).

La sección comienza con la definición del término desde el punto de vista de Bannon, el cual expresa dos perspectivas del mismo. Luego se brinda un poco de información acerca de sus orígenes en el trabajo de aprendizaje colaborativo y las redes de aprendizaje colaborativo en los que se destaca Findley.

Luego se hace una introducción a las metáforas de aprendizaje (adquisición y participación) cuyo objetivo es brindar una visión más amplia del aprendizaje como proceso. Luego se discuten algunos temas relacionados con CSCL específicamente que son muy interesantes desde nuestro punto de vista en particular a saber: la relación entre aprendizaje y escuela; la colaboración como parte del aprendizaje y finalmente el rol de la computación este escenario.

Como el caso de estudio donde se aplicarán los conceptos vertidos en los capítulos anteriores es el aprendizaje, se introducen de manera muy ligera las teorías del aprendizaje que nos servirán como herramienta para la comprender el dominio de los casos de estudio.

Una vez definidas, se procede a un campo en el cual haremos especial énfasis que es el de aprendizaje informal. En este campo parecen desarrollarse la mayoría de las aplicaciones m-learning, que describimos luego, aunque no es de forma exclusiva.

Para hacer un poco más concreta la aproximación se hace una reseña de un estudio que muestra las perspectivas del uso de las tecnologías móviles dentro del campo del aprendizaje informal en un escenario específico, las ciencias. Luego, se da un paso más allá en el estudio de estos escenarios y se evalúa la utilización de estas técnicas en el aprendizaje en museos, centros de ciencia y galerías.

El capítulo concluye con un resumen del contenido visto relacionando al aprendizaje con la colaboración y la computación ubicua, vistas en los capítulos anteriores.

4.2.1 DEFINICIÓN

Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) ha crecido como un área de investigación dentro de CSCW y el *aprendizaje colaborativo*. Desde el punto de vista de Bannon (Bannon, L. J., 1989) existen dos aproximaciones diferentes para definir lo que es CSCL.

Una perspectiva ve al término CSCL como un simple “término paraguas” que sirve para juntar los workshops y las diferentes experiencias y técnicas de investigación en un mismo lugar, en el que se puede discutir el trabajo realizado.

Una aproximación alternativa para entender que se significa CSCL y tratar de encontrar cuáles son los problemas que conciernen únicamente a esta área y la hace un problema de investigación en sí misma para los investigadores es entender el término de forma compuesta. De esta forma se construye

el término a partir de sus componentes. Por lo tanto, podemos preguntarnos ¿qué se entiende por Learning (L), por Collaborative Learning (CL), por Support for Collaborative Learning (SCL) y por Computer Supported for Collaborative Learning (CSCL)? Entonces, ¿cuál es el objeto de interés? – *Learning (Aprendizaje), más específicamente Collaborative Learning (Aprendizaje Colaborativo) y la forma de soportar ese Aprendizaje Colaborativo por medio de computadoras (Computer Supported).*

4.2.2 TRABAJO DE APRENDIZAJE COLABORATIVO

El concepto de trabajo de aprendizaje colaborativo fue presentado en los ochenta por el Dr. Charles Findley (Findley, C. A. & Wyer, J., 1987) (Findley C. A., 1987) (Findley C. A., 1988) (Findley C. A., 1989) (Findley C. A., 1989b) como parte de su investigación en tendencias y direcciones futuras en el aprendizaje. Así, el trabajo de aprendizaje colaborativo (Collaborative Learning-Work o CLW) se refiere al proceso, las metodologías y los entornos en los que los profesionales se comprometen en una tarea en común, en el cual los individuos dependen y son responsables uno de otros.

Muchas facetas del diálogo en el trabajo de aprendizaje con aumentadas o conducidas exclusivamente en un entorno virtual mediado por computadoras. El trabajo de aprendizaje colaborativo ocurre en el contexto de un grupo con una misión o propósito ya acordado. El trabajo involucra la estructuración y reestructuración del conocimiento contextual. El producto final es un mensaje, una representación externa o artefacto del conocimiento del grupo en un punto en el tiempo, el cual comunica el conocimiento del grupo.

El mensaje podría tomar la forma de programa de software, un informe, un documento de estrategias, un diagrama, un dibujo, etc. De esta forma, el trabajo de aprendizaje incluye el proceso cognitivo de asimilación (toma de información del entorno) reestructurándolo para que se adecue lo nuevo en lo antiguo, presentando la estructura e integrándolo (adecuando directamente la información en la estructura existente). Un aspecto muy importante del proceso es la resolución de conflictos entre las estructuras de conocimiento antiguas y nuevas, que pueden llevar a la innovación (Wikipedia Collaborative learning-work).

4.2.3 APRENDIZAJE EN REDES COLABORATIVAS

El Aprendizaje de redes colaborativas (Collaborative Networking Learning o CNL) es un método desarrollado por Charles Findley (Findley, C., 1989) también a mediados de los ochenta como parte de su trabajo en diseñar el aula de clase del futuro para el trabajador del conocimiento. Este método está estrechamente relacionado con el aprendizaje de trabajo colaborativo presentado anteriormente, pero orientado al aprendizaje en el aula.

El aprendizaje en redes colaborativas (CNL) es el aprendizaje que ocurre vía diálogo electrónico entre alumnos auto-dirigidos, alumnos y expertos. Los alumnos comparten un propósito común, y depende de cada uno que el grupo tenga éxito. El CNL ocurre en grupos interactivos en los cuales los participantes se comunican y negocian activamente los significados unos con otros dentro de un marco contextual el cual puede ser facilitado por un líder, profesor o mentor online. Existen tres consideraciones que motivan el enfoque de CNL:

4.2.3.1 CNL es una práctica educacional completa

Los investigadores y educadores han contrastado actividades colaborativas de dos categorías: competitivas e individualistas. Las actividades competitivas, por ejemplo, incluyen aquellas en las cuales una persona puede ganar, o donde los alumnos compiten por grados, rangos, o estatus; en vez de que todos los miembros se enfoquen en adquirir una maestría o competencia. Las actividades individuales, por ejemplo, incluyen el trabajo en aislamiento sin interacción con otros, o cuando el aprendiz interactúa solo con una manual, en vez de hacerlo con todos los miembros y compartir ideas unos con otros. La conclusión de las metas de investigación de los entornos de aprendizaje es que las actividades dirigidas por objetivos colaborativos o cooperativos facilitados por expertos calificados lleva un mejor aprovechamiento; lo cual a su vez lleva a una mayor productividad.

4.2.3.2 CNL es una práctica de negocios completa

Mucho trabajo en la era de la información de las empresas involucra tareas colaborativas orientadas a los equipos. Los trabajadores comparten esa información unos con otros para cumplir las tareas comunes en pequeños grupos. Los profesionales comparten información, y aprenden de la especialización, unos de otros para llegar a un consenso en un problema común. El ensamblaje de las líneas de trabajo incrementan la productividad cuando los trabajadores aprenden unos de otros en cómo las partes individuales de una tarea se relacionan para producir el todo. El Lifelong learning en el espacio de trabajo se vuelve una necesidad en lugar de un ideal. Facilitando los métodos de aprendizaje colaborativo se puede ayudar a los trabajadores a adquirir individual y colectivamente la rapidez a los cambios en el conocimiento que se produce en los espacios de trabajo de alta tecnología.

4.2.3.3 La colaboración es una condición de aprendizaje en el espacio de trabajo de la información

Mientras que un trabajador en la era industrial de la fábrica aprendió como manipular los objetos y memorizar las acciones, el trabajador en la organización moderna aprende a pensar, aprende a aplicar la información a una tarea. Los trabajadores necesitan comprometerse con las actividades que les permiten aproximarse a los problemas desde diferentes puntos de vista, probando asunciones, redefiniendo significados, etc., para desarrollar nuevos puntos de vista. Los trabajadores no solo necesitan encontrar el significado de la información sino que además para poder llevar a cabo sus trabajos deben compartir esa información con otros trabajadores (Wikipedia Collaborative Networking Learning).

4.2.4 METÁFORAS DE APRENDIZAJE

El desarrollo de esta sección se basa en “On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One” (Sfard, A., 1997).

Michael Reddy en el artículo “The Conduit Metaphor” indicó la utilización de las metáforas y su rol (Reddy, M., 1978). Usando como ejemplo la noción de comunicación, mostró como el lenguaje que utilizamos para hablar de conceptos nos lleva sistemáticamente a otros, aparentemente no relacionados con el dominio; concretamente, en un ejemplo, la proyección figurativa era del dominio de la comunicación al transporte. Desde entonces, la correspondencia conceptual sistemática se conoce como las metáfora conceptual, las cuales se volvieron objetos de investigación muy populares (Johnson, M., 1987) (Lakoff, G., 1987) (Lakoff, G., 1993) (Lakoff, G. & Johnson, M. 1980) (Saks, 1978).

La idea de que el nuevo conocimiento germina en el conocimiento antiguo ha sido promovida por todos los teóricos del desarrollo intelectual, desde Piaget hasta Vygotsky e incluso por los científicos cognitivos contemporáneos.

De acuerdo con (Scheffler, I., 1991) “La línea, incluso en la ciencia, entre la teoría seria y la metáfora es delgada – si se puede dibujar”. No hay un punto obvio en el cual podemos decir. “Aquí las metáforas terminan y las teorías comienzan”.

De acuerdo con (Sfard, A., 1997) existen dos metáforas en el aprendizaje: la metáfora de adquisición y la metáfora de participación.

4.2.4.1 La metáfora de adquisición

El Diccionario Collins English Dictionary define *learning* como “*the act of gaining knowledge*”, es decir define aprendizaje como el acto de obtener conocimiento. Desde el tiempo de Piaget y Vygotsky, el crecimiento de conocimiento en el proceso de aprendizaje ha sido analizado en términos del *desarrollo de conceptos*. Los conceptos son unidades básicas de conocimiento que pueden ser acumuladas, gradualmente refinadas, y combinadas para formar estructuras de conocimiento más ricas. En tanto que la *adquisición de conocimiento* se basa en la idea de que el aprendiz es una persona que construye el significado de los conceptos.

Las formas del lenguaje de “*adquisición de conocimiento*” y de “*desarrollo de conceptos*” tienden a hacer pensar que la mente humana es un contenedor que puede ser llenado con ciertos materiales donde el propietario es el aprendiz.

Así, la idea de aprender como la de ganar posesión sobre una cosa ha perdurado en un amplio espectro de frameworks, desde el constructivismo moderado al radical y luego desde las teorías de la interacción a la sociocultural.

Tanto los enfoques del “*desarrollo de conceptos*” como el de “*adquisición de conocimiento*” implícitamente están de acuerdo con que el proceso de aprendizaje puede ser conceptualizado en términos de una *metáfora de adquisición*.

4.2.4.2 La metáfora de participación

El investigador habla de aprendizaje como una participación periférica legítima (Lave, J. & Wenger, E., 1991) o como un entrenamiento del pensamiento (Rogoff, B., 1990). La idea de aprendizaje se transforma de tener o poseer algo a la de ejecutar una acción. El aprendiz debe ser visto como una persona interesada en participar en cierto tipo de actividades, en vez ser vista como una persona que acumula posesiones privadas. Aprender una materia se concibe el proceso de volverse miembro de una cierta comunidad. Así, aprender debería verse como el proceso de volverse parte de un todo más grande.

La metáfora de la adquisición tiene la principal desventaja de que si no es apropiadamente controlada, lleva a una literal translación de creencia de las propiedades materiales en el aprendizaje que pueden ser muy contraproducentes.

4.2.4.3 Peligros de elegir solo una

En el artículo (Sfard, A., 1997) se explican los peligros y las consecuencias de elegir una sola de las metáforas de aprendizaje. En el artículo expresa la necesidad de combinarlas y de aplicarlas en función del contexto.

En los grupos pequeños suele ser mejor aplicar la metáfora de participación, sin embargo en el caso de intercambio de información a nivel superior, es mejor utilizar una metáfora de adquisición. Por ejemplo, un problema a nivel de organización debería utilizar la metáfora de participación, mientras que un nivel inter-organización (en competencia) debería utilizarse la metáfora de adquisición.

4.2.5 APRENDIZAJE VS. ESCUELA

Bannon en su artículo (Bannon L. J., 1989) expresa que hay demasiado interés centrado en el aprendizaje soportado por computadoras en las escuelas. Sin embargo, dado el debate de “cuán efectivos o inefectivos” son esos establecimientos son para producir “aprendizaje”, surge la tentación de resistir la igualación de los conceptos de “aprendizaje” con el de “escuela”. Una de las razones principales es que mucho del aprendizaje ocurre fuera del aula de clases y es donde el CSCL podría tener un impacto significativo.

Este debate acerca del rol de las instituciones educativas en “educar” a la gente ha re-enfocado la atención en la importancia de las prácticas sociales de la gente en el trabajo, (Lave, J., 1988). Esto es parte de una crítica de la comprensión acerca de cómo ocurre el aprendizaje, la cual desacredita los paradigmas de instrucción más antiguos, por ejemplo, (Gagne, R. M., 1968), que enfatiza la “situación” del aprendizaje humano (Winograd, T. & Flores, C. F., 1986). La alternativa cuestiona la separación de la educación “formal” e “informal”, y enfatiza la importancia del “entrenamiento” en el aprendizaje (Lave, J., 1977). Esto incluye las actividades “fuera de clases” como parte integral del contexto social en el cual ocurre el aprendizaje (Cole, M. & Griffin, P., 1987)

4.2.6 EL APRENDIZAJE COMO UNA ACTIVIDAD COLABORATIVA

También en (Bannon L. J., 1989) se enfatiza que en este tema existe una especial atención hacia los trabajos empíricos (Leontiev, A. N., 1978), los cuales se basan en un marco teórico, por ejemplo

(Vygotsky, L., 1978). En este trabajo un concepto clave es la idea de Vygotsky acerca de la “zona de desarrollo próximo” (ZDP) como el sitio donde ocurre el aprendizaje. La zona está formalmente definida como “*la distancia entre el nivel de desarrollo actual determinado por la resolución de problemas independientes y el nivel de desarrollo potencial determinado a través de la resolución de problemas bajo la guía de adultos o en colaboración de compañeros más capaces*” (Vygotsky, L., 1978, pág. 86). El concepto acentúa la importancia del estudio del aprendizaje como proceso colaborativo. Ese proceso puede llevarse a cabo por medio del soporte de computadoras para proveer **nuevos contextos** en los cuales este aprendizaje colaborativo podría tener lugar, como ejemplos (Newman, D.; Griffin, P. & Cole, M., 1989).

En este campo, los estudios sobre la perspectiva teórica adoptada y el paradigma de investigación utilizado difieren radicalmente. Por ejemplo, ¿qué o quién está colaborando con quién, y bajo qué condiciones? El abanico de significados parece muy amplio:

- Para algunos consiste de la colaboración individual, sin ninguna otra persona, pero sí con un sistema de computadoras
- Para otros es el estudio de 2 sujetos de estudio elegidos de forma aleatoria que colaboran en una tarea artificial, que son elegidos por el experimentador a través de una computadora.
- En otros casos se estudian los compañeros de clase, quienes tienen por lo menos algunas experiencias de forma conjunta.
- También otras investigaciones se enfocan en cuánto los individuos aprenden y se coordinan entre sí para llevar a cabo acciones a través de la computadoras por períodos relativamente largos (meses).

4.2.7 EL ROL DE LA COMPUTADORA

Otro aspecto que se trata en (Bannon L. J., 1989) es el rol de la computadora en este campo puede ser el de mejorar las estrategias de resolución de problemas, para hacer concreto el proceso de aprendizaje, puede hacer visible lo invisible, puede ayudar a crear entornos de aprendizaje funcionales, etc.

Existen varios niveles en los que se puede usar la computadora. El nivel más básico es el de la utilización de la computadora como una simple herramienta de recolección de datos. También puede verse como un “tutor” con el cual los alumnos interactúan, o incluso colaborar. Dentro de este uso se pueden discernir dos tipos de actividades de interacción: la primera se en la Instrucción o Aprendizaje con ayuda de la computadora (Computer-Aided Instruction – CAI ó Computer-Aided Learning – CAL) la cual toma forma de ejercicios prácticos y ciertamente no forma parte de un contexto de “aprendizaje colaborativo”; la otra es una forma inteligente (CAI) donde la computadora se comporta como un tutor que ayuda al estudiante en el entendimiento de un problema de dominio destacando los errores en el modelo conceptual de los estudiantes que evidencian en sus respuestas a los problemas, por ejemplo (Sleeman, D. & Brown, J. S., 1982); finalmente existe otro punto de vista en el que la computadora ayuda a los estudiantes a comunicarse y a colaborar en actividades conjuntas, brindando asistencia en la coordinación de procesos.

4.3 TEORÍAS EMERGENTES DE CSCL

En este apartado se expone un brevísimos resumen de las teorías del aprendizaje que están relacionadas de una forma u otra con el CSCL.

Como el objetivo de este trabajo no está centrado en el aprendizaje, sino que se centra en el desarrollo de aplicaciones, se presenta este resumen que se basa en el trabajo (Hsiao, W. D. L., 2000) que expone las características principales de cada una de las teorías. Sin embargo, no sería correcto obviar el mismo ya que para poder implementar aplicaciones en un dominio determinado es necesario conocerlo lo mejor posible y la intención de este pequeño esbozo es justamente esa, brindar un panorama general acerca de un dominio de aplicación en particular, más allá del contexto informático puramente.

4.3.1 LA TEORÍA SOCIOCULTURAL DE VYGOTSKY

Esta teoría enfatiza que la inteligencia humana se origina en nuestra sociedad o cultura; y que la ganancia cognitiva individual ocurre primero en forma interpersonal (interacción con el entorno social) que en forma intra-personal (internacionalización).

En relación a ello, en (Miller, S. M., 1995) realizó un estudio de cómo el entorno social puede influir en el pensamiento y el aprendizaje de los estudiantes. Así, condujo un estudio de cuatro años en el cual se motivaba a los estudiantes a pensar en forma crítica en una clase. Un año más tarde los estudiantes internalizaron las estrategias de discusión y reflexión. La adoptaron las estrategias aprendidas en esa clase a otras clases dependió en contexto social de la clase. De esta forma, el estudio muestra cómo un entorno social puede influir en el aprendizaje y el pensamiento de los estudiantes.

Por otro lado Forman y Cazden observan el desenvolvimiento de los estudiantes resolviendo problemas colaborativos. Los resultados dieron razón a las dos fases del proceso social de Vygotsky. En la fase inicial de la resolución del problema, los estudiantes se motivan, ayudan y guían mutuamente. En la segunda fase, los estudiantes sacan sus propias conclusiones basados en la evidencia experimental, y resulten sus conflictos articulando argumentaciones. Así, concluye que los estudiantes ganan nuevas estrategias a través de la colaboración de compañeros mediante el discurso interpersonal.

Otro aspecto de la teoría de Vygotsky que el potencial del desarrollo cognitivo está limitado a un cierto espacio de tiempo, llamado Zona de desarrollo próximo (ZDP). Vygotsky define la ZDP como una región de actividades en las que los individuos pueden navegar con ayuda de compañeros, adultos o artefactos más capaces. En la visión de Vigotsky, la interacción entre pares, el andamiaje o estructura y el modelado son formas que facilitan el crecimiento cognitivo individual y la adquisición de conocimiento.

La ZPD puede componerse de diferentes niveles de experiencia de los individuos y puede incluir artefactos como libros, computadoras y equipo científico.

4.3.2 LA TEORÍA DEL CONSTRUCTIVISMO

Según (Sherman, L. W., 1995) las vistas del constructivismo no son “acerca” del mundo, sino que se “construyen” del mundo. El conocimiento no es un objeto fijo, es construido por un paso individual de la experiencia propia del objeto.

La aproximación constructivista del aprendizaje pone énfasis en proyectos desafiantes y auténticos que incluyen a los estudiantes, los maestros y los expertos en la comunidad del aprendizaje. De esta forma, este modelo de aprendizaje enfatiza la construcción del significado de las cosas a través de participaciones activas en contextos situados política, histórica, cultural y socialmente.

En resumen, la teoría del constructivismo contemporánea del aprendizaje está de acuerdo en que los individuos son agentes activos que se comprometen en la construcción de conocimiento propio, integrando nueva información en su esquema, asociándola y representándola de una forma significativa.

Este entorno de aprendizaje guiado centrado en el estudiante es considerado, es el más apropiado para dominios poco estructurados o de aprendizaje de alto nivel.

4.3.3 APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS / INSTRUCCIÓN ANCLADA

El aprendizaje basado en problemas (PBL) o aprendizaje anclado es una aproximación centrada en el estudiante y contextualizada para enseñar. En esta aproximación el aprendizaje comienza con un problema a ser solucionado, en lugar un contenido a ser manejado. Esta aproximación es consistente con los nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que sugieren que el énfasis de la instrucción necesita ser cambiado de una enseñanza basada en la transmisión de conocimiento a un aprendizaje menos dependiente del maestro.

El concepto instrucción anclada fue estimulado por el “problema de conocimiento inerte” el cual establece que el conocimiento puede ser recordado solamente cuando se le pregunta al individuo explícitamente en el contexto en el que el conocimiento fue aprendido. De esta forma, se enfatiza la importancia de crear un ancla o foco que genere interés que permita a los estudiantes identificar y definir problemas; y prestar atención a su propia percepción, de forma tal que puedan comprender esos problemas (Bransford J. D. et al, 1990).

Las metas del PBL incluyen:

- Desarrollo del entendimiento científico a través de casos del mundo real
- Desarrollo de estrategias de razonamiento
- Desarrollo de estrategias de aprendizaje auto dirigidas. Tema muy relacionado con el Lifelong Learning (Oshima, J.; Bereiter, C. & Scardamalia, M., 1995)

4.3.4 COGNICIÓN DISTRIBUIDA

El concepto de cognición distribuida enfatiza la interacción entre el individuo, el entorno y los artefactos culturales. Expresa que el desarrollo y el crecimiento de las cogniciones de los individuos no deberían ser eventos aislados, sino que deberían ser un proceso recíproco.

El proceso comienza de las mentes de los individuos, a través de la guía y enseñanza recíproca entre ellos, o la adquisición mediante herramientas. Esto lleva a cambios en los subsecuentes desempeños conjuntos y produce competencias mejoradas que luego pueden ser distribuidas y residir en los individuos.

Por ejemplo, en un grupo de interacción bien balanceado, las competencias de grupo podrían jugar un papel dominante. En la presencia de herramientas poderosas, las herramientas podrían ayudar a guiar. En ausencia de de las dos fuentes, la competencia del individuo dominaría.

4.3.5 TEORÍA DE LA FLEXIBILIDAD COGNITIVA

(Spiro, R. J., et al., 1988) sugiere que la gente adquiere conocimiento en dominios difícilmente estructurados mediante la construcción de múltiples representaciones y enlaces entre las unidades de conocimiento. Esto puede ser conseguido mediante el diseño de documentos hipertexto que presentan múltiples casos, donde conceptos similares son enlazados a través de los casos (Spiro, R. J. & Jehng, J. C., 1990). Los estudiantes visitan, y aún más importante re-visitan, el mismo caso o concepto en una variedad de contextos.

En (Spiro, R. J. et al, 1995) se ilustra cómo aplicar las teorías de la flexibilidad cognitiva y el constructivismo para diseñar la instrucción en dominios difícilmente estructurados que promueven la adquisición de conocimiento avanzado.

4.3.6 ENTRENAMIENTO COGNITIVO

El entrenamiento cognitivo es un término para el proceso de instrucción en el que los maestros proveen y soportan a los estudiantes con ayudas; y los estudiantes desarrollan estrategias cognitivas. Esta cultura permite a los compañeros a aprender a través de sus interacciones, para construir historias acerca de experiencias comunes y compartir el conocimiento de construir experiencias con el grupo.

La discusión colaborativa que ocurre en CSCL es importante para el estudiante que aprende porque activa el conocimiento previo que facilita el procesamiento de nueva información. CSCL está diseñando para ayudar a los estudiantes a adquirir conocimiento cognitivo y metacognitivo mediante la observación y la práctica guiada (Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S., 1989).

4.3.7 COGNICIÓN SITUADA

La cognición situada, un nuevo paradigma de aprendizaje, enfatiza el aprendizaje, el liderazgo, la colaboración, la práctica múltiple, la articulación de las habilidades de aprendizaje, las historias, y la

tecnología (Brown, Collins & Duguid, 1989). Así surge el concepto de “Comunidad de práctica”, que enfatiza la construcción de significados en una unidad social (Roschelle, J., 1995).

El aprendizaje situado ocurre cuando los estudiantes trabajan en tareas auténticas que tienen lugar en un escenario del mundo real (Winn, W., 1993). Sin embargo, la diferencia entre la aproximación de *metacognición* del aprendizaje y la creencia situada del aprendizaje es que el aprendizaje situado usualmente es sin intención en vez de ser con un propósito.

Como establece Lave en 1991 el aprendizaje es una función de la actividad, el contexto y la cultura en la cual ocurre, el cual contrasta con la mayoría de los aprendizajes de aula, el cual es abstracto y fuera de contexto.

La colaboración puede llevar a la articulación de estrategias que pueden ser discutidas a su tiempo, para mejorar la generalización del aprendizaje situado de los estudiantes.

4.3.8 APRENDIZAJE AUTORREGULADO / METACOGNICIÓN

En (Flavell, J. H., 1976) se inventó el término metacognición y lo definió como el conocimiento de uno a respecto a la cognición propia, también como control y monitor de la cognición propia. Los términos aprendizaje autorregulado y metacognición son intercambiables.

Un aprendiz autorregulado percibe cuando sabe un hecho o cuando tiene una habilidad y cuando no. Así el individuo ve la adquisición de conocimiento como un proceso sistemático y controlable donde él es el iniciador del proceso de aprendizaje.

Para motivar este tipo de aprendizaje, los maestros o instructores pueden ayudar a los estudiantes a establecer metas alcanzables y proveer feedback resaltando el progreso a través de las metas. (Gerald Grow's SSDL model, 1996).

De esta forma, equipar a los estudiantes con estrategias autorreguladas les proveerá las técnicas necesarias para volverse aprendices independientes en pensamiento de por vida. (Dede, C. & Palumbo, D., 1991) indican que el desarrollo de sistemas de instrucción constructiva debería basarse en la psicología del aprendizaje y en la transferencia, en vez de hacerlo en factores humanos y tecnológicos. También apoyan que el desarrollo de sistemas constructivos debería soportar el desarrollo de la metacognición y de las habilidades de resolución de problemas.

4.3.9 RESUMEN

En esta sección se presenta la Tabla 4-1 con un resumen de las características más importantes relacionadas con el CSCL de las teorías de Aprendizaje.

TEORÍAS DE CSCL	DESCRIPCIÓN
Teoría SOCIOCULTURAL de Vygotsky	La inteligencia se origina en nuestra sociedad o cultura. La ganancia cognitiva ocurre primero en forma interpersonal y luego en forma intra-personal. Define ZDP como el espacio de tiempo al cual está limitado el desarrollo cognitivo con otros compañeros, adultos o artefactos más capaces. La ZDP intenta soportar el aprendizaje intencional
Teoría del constructivismo	El conocimiento no es un objeto fijo, es construido por un paso individual en la experiencia del objeto.
Aprendizaje Basado en problemas (PBL)	El aprendizaje comienza con un problema a ser solucionado en lugar del contenido a ser manejado
Cognición distribuida	Enfatiza la interacción entre el individuo, el entorno y los artefactos culturales. Comienza en las mentes de los individuos Enseñanza recíproca, guía mutua, o mediante herramientas Los cambios de desempeños conjuntos y las mejoras luego se distribuyen entre los individuos.
Teoría de la flexibilidad cognitiva (Spiro et al., 1988)	Sugiere que la gente adquiere conocimiento en dominios difícilmente estructurados mediante la construcción de múltiples representaciones y enlaces entre las unidades de conocimiento.
Aprendizaje cognitivo	Los maestros proveen y soportan a los estudiantes con ayudas y los estudiantes desarrollan estrategias cognitivas. Los compañeros aprenden a través de sus interacciones, para construir historias sobre experiencias comunes y construir experiencias de grupo.
Cognición situada	“La comunidad de práctica”, un concepto que emerge de la cognición situada, enfatiza el compartir y hacer, construir el significado en una unidad social (Roschelle, 1995). El aprendizaje situado sucede cuando los estudiantes trabajan en tareas auténticas que se llevan a cabo en escenarios del mundo real (Winn, 1993). Usualmente es sin intención.
Aprendizaje autorregulado / Metacognición	Flavell, definió metacognición como el conocimiento de uno a respecto a la cognición propia, también como control y monitor de la cognición propia. Un aprendiz autorregulado percibe cuando sabe un hecho o cuando tiene una habilidad y cuando no. El aprendiz es el iniciador del proceso de aprendizaje. Los maestros o instructores pueden ayudar a los estudiantes a establecer metas alcanzables y proveer feedback resaltando el progreso a través de las metas. Equipar a los estudiantes con estrategias autorreguladas les proveerá las técnicas necesarias para volverse aprendices independientes en pensamiento y de por vida. (Dede, C. & Palumbo, D., 1991).

Tabla 4-1 Resumen de las teorías del Aprendizaje en CSCL

4.4 APRENDIZAJE INFORMAL

Se entiende por Aprendizaje informal (o Informal Learning) al aprendizaje desorganizado y no formalmente definido en el hogar o en el trabajo. Las características principales son:

- No tiene lugar en establecimientos de educación llevándose a cabo en la vida normal o en la práctica profesional.
- No tiene currículum y no está organizado profesionalmente en vez de ello, se origina accidentalmente, esporádicamente, y en ciertas ocasiones, dependiendo de los requisitos prácticos de las situaciones.

- No está sistemáticamente planeado pedagógicamente de acuerdo a materias, exámenes u orientado a calificaciones, sino que es inconscientemente incidental, relacionado a los problemas de forma holística, y relacionado a la gestión de situaciones.
- Es experimentado directamente en su función “natural” como una herramienta para vivir y sobrevivir.

El concepto de aprendizaje informal, ya utilizado por Dewey en una etapa inicial y luego por Knowles, ha experimentado un renacimiento, especialmente en el contexto de políticas de desarrollo. Al principio, el aprendizaje informal fue delimitado del aprendizaje formal de escuela y el aprendizaje no formal, en cursos (Coombs, Ph. & Achmed, H., 1974). Desde el punto organizacional los procesos de aprendizaje informales no están formalmente organizados y no están financiados por instituciones (Watkins, K. & Marsick, V., 1990, p. 12 et seq.). Una aproximación más amplia es la de Livingstone que está orientada hacia el aprendizaje autodidáctico y auto dirigido y enfatiza en la autodefinición del proceso por parte del estudiante (Livingstone 2002, p 68 et seq).

La forma de aprendizaje de la gente en sus trabajos es informal en un 80%. (El instituto de investigación en aprendizaje, 2000, Menlo Park). Los trabajadores aprenden mucho más de mirar a otros, prueba y error, preguntando a colegas, pidiendo ayuda que el entrenamiento formal (Wikipedia Informal Learning).

Sin embargo, definir aprendizaje informal no es tan simple y está sujeto de un continuo debate (Tough, A., 1971) (Mocker, D. W. & Spear, G. E., 1982) (Livingstone, D. W., 2001) (Hawkey R., 2004) (Sefton-Green, J., 2004) (Vavoula, G., 2004).

Una visión un poco más completa se presenta en (Vavoula, G., 2004) y sugiere que el aprendizaje informal debería ser definido como un proceso de aprendizaje que ocurre autonómicamente y casualmente sin está atado a un currículo directivo o instrucción presentando una tipología:

- En el aprendizaje *formal intencional* las metas y el proceso de aprendizaje están explícitamente definidos por el maestro o la institución.
- En el aprendizaje *informal intencional* las metas y el proceso están explícitamente definidos por el aprendiz.
- En el aprendizaje *informal no intencional* las metas no están especificados de antemano., y no hay proceso de aprendizaje prescripto, pero se pueden desarrollar “*al vuelo*” cuando una ocasión de aprendizaje surge.

Existen también tipos de aprendizaje híbridos, por ejemplo aprender en museos y escuelas.

4.5 PERSPECTIVAS DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÓVILES EN ESCENARIOS DE APRENDIZAJE INFORMAL EN CIENCIAS

En esta sección se discutirá la posibilidad del uso de la tecnología móvil dentro del escenario de aprendizaje particular. En este caso, la forma de aprendizaje que se busca es el tipo de aprendizaje informal (cuya definición vimos anteriormente) y el escenario de aplicación es en ciencias.

La información que presentaremos se basa en un artículo (Scanlon E., Jones A. & Waycott J., 2005) donde la idea principal se basa en cómo los dispositivos móviles pueden ser utilizados en el aprendizaje informal en ciencia e investigación y cómo influye la teoría de la actividad en el asunto.

Los dispositivos móviles han sido descritos como “herramientas flexibles que pueden ser adaptadas para satisfacer las necesidades de una gran variedad de estilos de enseñanza y aprendizaje” (Curtis, M. et al, 2002 p30). Así, “*El aprendizaje móvil puede quizás ser definido como cualquier provisión de educación donde las tecnologías dominantes sean los dispositivos móviles o palmtops*” (Traxler J., 2005). En tanto que (Sharples, M.; Tylor, J. & Vavoula, G., 2005) destacan que la característica importante del aprendizaje móvil es que es el estudiante es que está en movimiento.

La perspectiva dominante del aprendizaje en la ciencia ha sido el constructivismo. En (Driver et al., 1999) se refleja un cambio en el núcleo de los cometidos del constructivismo donde “*el conocimiento no es transmitido del conocedor a otra persona, sino que es construido activamente por el aprendiz*”.

Los modelos contemporáneos del aprendizaje de la ciencia dependen en la metáfora de adquisición y participación (Sfrad, A., 1998). Tal como se explica en la sección Metáforas de aprendizaje; la *metáfora de adquisición* está asociada con las vistas tradicionales del aprendizaje, donde el conocimiento es adquirido; mientras que la *metáfora de la participación* está concebida con una teorización más radical sobre el aprendiz y la colaboración. Así, la *metáfora de la participación* es útil cuando se tiene en consideración el área del aprendizaje informal en particular. Cambiando la idea de que el conocimiento se *posee*, a que el conocimiento se *adquiere* como una práctica natural.

Sin embargo, para poder implementar estas metáforas dentro del marco del aprendizaje informal Sefton-Green argumenta que “se necesita trabajar dentro de varias ubicaciones de currículos para desarrollar enlaces de experiencias fuera de la escuela”.

Respecto al uso de dispositivos móviles para el aprendizaje de la ciencia (Sharples, M.; Taylor, J. & Vavoula, G., 2005) han argumentado recientemente que las teorías existentes del aprendizaje no son suficientes para tener en cuenta el aprendizaje móvil ya que tienden a asumir que el aprendizaje está basado en el hogar o el aula de clase – y aunque algunas teorías consideran el hecho que estar fuera del aula, no consideran la movilidad de los aprendices.

Dentro de este contexto, existen 3 facetas a tener en cuenta en el aprendizaje móvil que son particularmente significativas: *los aprendices se mueven físicamente, una gran cantidad del aprendizaje toma lugar fuera de situaciones formales de aprendizaje y la naturaleza ubicua del aprendizaje*. Así (Sharples, M., 2005) sugiere una aproximación conversacional para un framework de aprendizaje móvil basado en la teoría de (Pask, G., 1976).

La movilidad y la portabilidad tienen el potencial de hacer cambios en las formas de acceso e interacciones en el aprendizaje de la ciencia. Las consecuencias de estos cambios son: la mejora en la comunicación y la posibilidad de colaborar en actividades prácticas o en el campo de la ciencia. Como ejemplos podemos citar:

- El aprendizaje en museos (Proctor, N. & Tellis, C., 2003) donde se han hecho estudios del Exploratorium (Fleck, M. et al, 2002)
- Acceso de noticias y reportes desde la PDA (Waycott, J., 2004).

De acuerdo con (Zurita, G. & Nussbaun, M., 2004) CSCL ofrece la posibilidad de proveer las condiciones esenciales para el éxito del aprendizaje colaborativo. Estas condiciones son “*la interactividad requerida para conseguir metas comunes; la posibilidad de discusiones sobre las metas; el soporte para los logros individuales y grupales; la coordinación de la participación de roles y reglas; y la sincronización y tareas compartidas*”.

Además, la utilización de dispositivos móviles permite la comunicación cara-a-cara espontánea (Hennessy, S., 2000) (Hennessy, S., Fung, P. & Scanlon, E., 2001) y el acceso a los documentos, animaciones de datos y herramientas de software; así como también a trabajo con semanas de anticipación (Staudt, C. & Hsi, S., 1999).

Dada la definición de (Vavoula, G., 2004) y la tipología que presenta, presentaremos un conjunto de ejemplos referidos al aprendizaje de tipo híbrido:

- **Pocketbooks:** Son una serie de investigaciones del uso de dispositivos portátiles en una escuela secundaria (Robertson, S. I. et al, 1995).
- **Dispositivos móviles en un escenario de museo:** Exploratorium utiliza dispositivos móviles en el museo de San Francisco (Fleck, M. et al, 2002). El proyecto investigó y evaluó las formas de utilizar dispositivos móviles para capturar y guardar los viajes de los visitantes en el museo. La intención es que los dispositivos no interfieran con la interacción de las

exposiciones. El dispositivo guarda información sobre las exhibiciones visitadas y crea un registro de la visita en la forma de páginas Web. Guardando la URL apropiada en el registro de la visita del usuario.

- **Dispositivos móviles en un escenario de campo y el potencial para naturalistas amateur:** El sitio Web de “The Royal Society for Protection of Birds (RSPB)” contiene una base de datos de los pájaros del Reino Unido el cual el aprendiz puede utilizar para encontrar información acerca de los pájaros (hábitat, identificación, etc.). Otro proyecto de la RSPB introdujo el Bird Track, parte del cual permite ayudar a los observadores a mantener sus observaciones y contribuir a un proyecto sobre los movimientos de migración de los pájaros mediante una página Web. De (De Crom, E. P. & De Jager, A., 2005) reportan que el uso de las PDA en los viajes es una alternativa los libros de viaje convencionales basados en papel. Archivos de información preparados pueden ser descargados y transferidos a la PDA y notas sobre el viaje pueden ser tomadas sobre el viaje.
- (Pascoe, J.; Ryan, N. & Morse, D., 2000) desarrollaron un software para el trabajador móvil en el campo con el uso de dispositivos móviles existentes y sensores. En particular investigan los requisitos de los trabajadores dedicados a la etología que usan PDA.

También existe una aproximación para entender el uso de la tecnología móvil utilizando la teoría de la actividad.

El trabajo de Vygotsky (Vygotsky, L. S., 1978) (Vygotsky, L. S., 1987) considera que el aprendizaje tiene tres características: involucra *un sujeto* (el aprendiz), *un objeto* (la tarea o actividad) y *una herramienta o artefactos*.

Los sistemas de actividad son un desarrollo de la teoría de la actividad (Engeström, Y., 1987) y es utilizada ampliamente para entender las organizaciones. Su principio central es que el comportamiento humano está situado en un contexto social que influye en sus acciones. Los significados de las acciones son mediados por las reglas de su comunidad y la división del trabajo dentro de la comunidad influye en las formas en que nos comportamos. Esta aproximación puede ser aplicada para investigar escenarios que involucran el uso de tecnología para mediar el aprendizaje de la ciencia.

En (Waycott, J., 2004) se ha desarrollado una forma en la que la tecnología móvil es adoptada por los aprendices, lo cual muestra la naturaleza de las formas que sigue el proceso. De esta forma se ve cómo los nuevos usuarios adoptan la tecnología móvil y la integran para satisfacer sus propios propósitos; y cómo estas tecnologías cambian la forma en que los aprendices hacen las cosas, modificando sus acciones y su entorno.

En el Museum Art Gallery: “La PDA introdujo muchas posibilidades y restricciones a la actividad de aprender en el museo. La posibilidad principal – el uso de contenido multimedia parece mejorar la actividad, expandiendo el tipo de información disponible a los visitantes. La opción de mensajes de texto, la cual se esperaba que introdujera una nueva posibilidad de actividad pareció una restricción, en vez de una mejora de la actividad. No ha emulado satisfactoriamente la dinámica y espontaneidad de la comunicación verbal de los visitantes. Además las de las dificultades técnicas, la interfaz nueva y llevar la herramienta; fueron restricciones a la actividad, causando quiebres temporarios y cambios de foco de la actividad a la herramienta en sí misma” (Waycott, J., 2005, p 205).

4.6 APRENDIENDO CON TECNOLOGÍAS DIGITALES EN MUSEOS, CENTROS DE CIENCIA Y GALERÍAS

En esta sección se describirás los aspectos relevantes desde el punto de vista del aprendizaje en un dominio concreto y particular del m-Learning.

En este caso, nos basamos en un informe llevado a cabo por Roy Hawkey del King’s Collage de Londres. En este informe se describen las experiencias en el campo concreto de la enseñanza en el escenario de los museos, centros de ciencia y galerías.

El objetivo principal de esta sección es presentar una base para poder relacionar la computación ubicua, a través de la sensibilidad al contexto y principalmente en la sensibilidad a la ubicación con el aprendizaje. Además, proveer los puntos de contacto específicos de este dominio con las redes de aprendizaje colaborativos.

Para ello primero se hace una introducción al concepto de museo y los diferentes puntos de vista que existen sobre el mismo. Luego se pasan a mostrar la importancia de estos escenarios como fuentes de motivación para los estudiantes y la importancia de esa motivación en relación al aprendizaje. Finalmente se relacionan las tecnologías móviles con las experiencias únicas que ofrece el museo en relación a los escenarios de aprendizaje tradicionales y para terminar, un conjunto de ejemplos tanto de aplicaciones *in-situ* como *Web* se exponen como ejemplos de este tipo de prácticas.

4.6.1 INTRODUCCIÓN

La visión *tradicional* de museo, según (Hawkey, R., 2001), está relacionada con la colección y conservación de artefactos exhibidos (detrás de un vidrio) para la inspiración y edificación del público visitante, acompañado de etiquetas de texto expresando las opiniones de expertos escritas en un lenguaje oscuro. Los educadores en los museos enseñaban a grupos de (principalmente) estudiantes en un aula adjunta al museo y ocasionalmente se atrevían a facilitar algún tipo de actividad de aprendizaje práctico.

En los ochenta, según (Miles, R. S. et al, 1982), las exhibiciones comienzan a cambiar. Los visitantes no aprenden por sí mismos y una nueva generación de exhibiciones “*con el visitante en mente*” emerge. Los objetos se vuelven secundarios al mensaje.

En los noventa, la audiencia se extiende más allá de los estudiantes y nacen las exhibiciones basadas en tecnologías digitales. 1994 es un año de transición y se incorporan al museo el audio guía. Hacia finales de los noventa, en (Anderson, D., 1999) se indica que hay una gran variedad de actividades de aprendizaje. Se comienzan a ofrecer servicios para los chicos, publicaciones y recursos para comunidades reducidas. Como consecuencia, Cameron indica la necesidad de alterar las prácticas para poder cumplir con las necesidades pedagógicas (Cameron, F., 2001).

Una definición de *museo* más amplia, lo define como lugar en dónde objetos importantes en el arte, historia o ciencia son estudiados, conservados y expuestos. Derivada de la definición anterior, definiremos *museo interactivo* como un amplio rango de instituciones que tienen dos propósitos principales:

1. La creación de nuevo conocimiento (investigación)
2. Su diseminación (educación).

No haremos distinción entre museo y galería, ya que incluimos a cualquier colección o exposición de acceso público. En este contexto, la tecnología digital y el aprendizaje juegan un rol sinérgico.

Así, las tecnologías digitales de comunicaciones e información comprenden: bases de datos y máquinas de búsqueda; la creación material en demanda y en relación al aprendizaje dentro de museos y galerías:

- World Wide Web
- Las simulaciones y los modelos
- Multimedia
- Micromundos y juegos
- Streaming
- Conferencias mediadas por computadora.
- Herramientas de visualización
- Tecnologías de presentación

De esta forma, el aprendizaje en museos requiere una interpretación amplia del término y no está confinada al logro de objetivos curriculares formales, pero si comprende la promoción de una amplia gama de comportamientos, habilidades, dispositivos y experiencias.

4.6.2 APRENDIZAJE EN MUSEOS

Existen dos filosofías de aprendizaje que se aplican al caso: la transmisión de conocimiento pasiva y el constructivismo activo.

De acuerdo a la audiencia puede ser formal o informal. En el caso de la *formal*, es equivalente a la que se imparte en escuelas siguiendo un currículo. En caso de ser *informal* no está atada a un aula y no existe currículo alguno. De acuerdo al lugar en donde se imparte, puede ser *on-site*, es decir dentro del espacio físico del museo, o *on-line*, es decir en el hogar del individuo, en el trabajo, etc.

El aprendizaje informal o de *libre elección* describe los tipos de aproximaciones al aprendizaje que están ligados al museo y en cualquier lugar fuera del sistema de escuela o colegio. De esta manera, el significado, las formas y propuestas del aprendizaje formal están en revisión continua.

Resnick afirma que es necesario transformar el currículo para enfocarse menos en las “*cosas a saber*” y más en las “*estrategias para aprender las cosas que no se saben*”. Como las nuevas tecnologías continúan acelerando nuestras vidas, aprender a ser un mejor aprendiz es mucho más importante que aprender a multiplicar fracciones o memorizar las capitales del mundo (Resnick, M., 2002).

Los museos y las galerías no deberían limitar su trabajo a la relación con el aprendizaje formal y deberían enfatizar los resultados del aprendizaje informal (MLA, 2004).

Respecto a las teorías de aprendizaje aplicadas a museos, existen reportes (Anderson, D., 1999); iniciativas (Resource, 2001), (MLA, 2004), libros (Hein, G., 1998), (Falk, J. & Dierking, L., 2000) y estudios de investigación (Hooper-Greenhill E. et al, 2003), (Moussouri, T., 2002).

De acuerdo con Boom, el aprendizaje ocurre en 3 dominios: *Cognitivo* (estrechamente relacionado con el aprendizaje formal), *Psico-motor*, *Afectivo* (más relacionado con los museos) (Boom, T., 2000).

A partir de ello, Gammon propone una taxonomía de 5 categorías de experiencias de aprendizaje en museos: conocimiento y entendimiento; *habilidades, valores y actitudes, diversión, inspiración y creatividad; y actividad, comportamiento y progresión* (Gammon, B., 2001).

Este análisis de las experiencias de aprendizaje tiene muchos puntos en común respecto a la teoría de múltiples inteligencias de Gardner: *lógico-matemática, lingüística, espacial, musical, kinaesthetic, inter-personal e intra-personal*. La experiencia en los museos puede estimular la mayoría de los diferentes tipos de inteligencia, mientras el aprendizaje en las aulas tradicionales tiende a concentrarse fuertemente en un rango limitado, principalmente lingüístico (Gardner, H., 1991).

En un análisis del aprendizaje informal, definido como “*intrínsecamente motivado, no lineal y auto conducido*” (Perry, D. L., 2002) resalta cuatro tipos de aprendizaje, la mayoría de los cuales están fuertemente ligados al dominio afectivo: *surgimiento de un interés, aprendizaje rezagado, aprendizaje visceral y aprendizaje envuelto*.

Finalmente, Kolb identifica cuatro dimensiones en el ciclo de aprendizaje: inmersión en una experiencia concreta, observaciones y reflexiones, formación inductiva o lógica de conceptos abstractos y generalización.

4.6.3 CONOCIMIENTO, OBJETOS Y APRENDIZAJE DE LIBRE ELECCIÓN

Basados en la idea de museo como repositorio de objetos, (Hein, G., 1995) (Hein, G., 1998) ha diferenciado dos teorías relacionadas con los museos: *la teoría del conocimiento y las del aprendizaje en el contexto del museo*. Entre teorías del aprendizaje existe una dicotomía: *la visión dónde el aprendizaje es simplemente añadido a una tabula rusa (recipiente vacío o limpio) o la visión en la que el aprendizaje es activamente*

asimilado en estructuras existentes del aprendizaje. Además, define dos tipos de constructivismo: *constructivismo del conocimiento* y *del aprendizaje* los cuales producen cuatro dominios que son mostrados en la Ilustración 4-2.

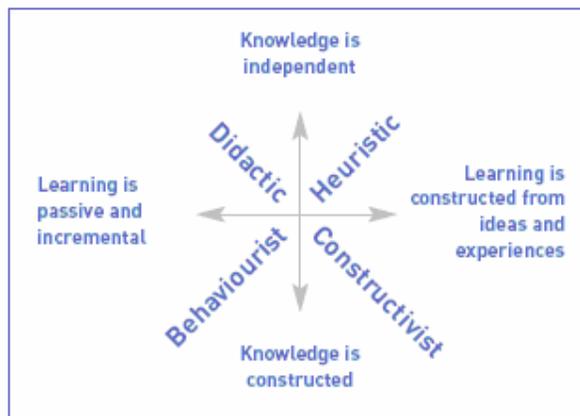


Ilustración 4-2 Modelo del conocimiento y el aprendizaje (Hein, 1995) (Hein, 1998)

Los objetos proveen un potencial de aprendizaje único en cualquier museo para promover el aprendizaje activo basado en la investigación. Esta postura propone aprender *de* los objetos en vez de aprender *acera* de ellos. La motivación es clave en un aprendizaje efectivo, las experiencias deben ser estimulantes, divertidas, relevantes y adecuadas al visitante.

En (Falk, J. & Dierking, L., 2002) se expresa que el aprendiz es visto como constructor activo del conocimiento, el contexto social, cultural y personal del aprendizaje se vuelve incrementalmente significativo (ver Tabla 4-2 Contextos aplicables al aprendizaje en museos).

PERSONAL	SOCIAL/CULTURAL	FÍSICO
Auto-motivado, emocionalmente satisfactorio, personalmente gratificante	Conocimiento compartido dentro de las comunidades	Aprendizaje situado
Significativo, elección y control, nivel apropiado	Aprendizaje de construcción de significado distribuido	Todo el aprendizaje es influenciado por la percepción del lugar
Aprendizaje no solo cognitivo	Narrativa potente	
El nuevo aprendizaje se construye sobre un contexto / marco existente		

Tabla 4-2 Contextos aplicables al aprendizaje en museos

En (Johnson, C. & Quin, M., 2004) se expone una lista de recomendaciones para las exhibiciones:

- Deben tener muchos puntos de entrada y no caminos específicos, comienzo o final
- Emplear un amplio rango de medios de aprendizaje activo
- Presentar una variedad de perspectivas
- Permitir a los visitantes comprometerse con los objetos (y las ideas) a través de un amplio rango de actividades y experiencias
- Proveer experiencias y materiales que estimulen la participación en los experimentos, las conjeturas y las conclusiones.

4.6.4 LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN EL APRENDIZAJE EN MUSEOS

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en principio, pueden ser utilizadas para distribuir material convencional. De esta forma, (Hawkey, R., 2001) expresa que aún en el sector de aprendizaje informal la noción de la necesidad de un currículo preestablecido es fuerte, y que el aprendizaje sigue siendo visto como la transferencia de conocimiento del experto al novato. Las TIC pueden ser utilizadas como vehículo para distribuir la información del estado del arte. Así (Anderson, D., 1999) percibe que el aprendizaje de museos puede volverse ubicuo, alcanzando cada hogar, espacio de trabajo e institución de educación.

El aprendizaje, sin duda es un proceso y un producto. Históricamente la sociedad ha puesto mayor atención en el producto, y más especialmente en su evaluación. Una de las consecuencias del e-learning es un cambio en el énfasis hacia el proceso (Hepple, S., 2000).

Geser expresa que como parte de su misión, los museos, usualmente tienen como meta brindar soporte a las actividades de la educación brindando acceso a sus recursos. Sin embargo, estos recursos, a menudo, son presentados como colecciones de objetos, que pueden ser útiles para el aprendizaje informal (Geser, G., 2003). En la misma perspectiva, también enfatiza la necesidad de incluir “*objetos de aprendizaje de alta calidad*”.

Desde el punto de vista de Giorgini y Cardinali, los componentes de los entornos de aprendizaje virtuales, Virtual Learning Environments (VLE), parecen estar mucho más relacionados con los sistemas de educación formal que con los del tipo informal que ocurre en un museo. Sin embargo, en vez de aceptar este desacuerdo, la evaluación es que las instituciones se deben adaptar, adoptando objetivos de aprendizaje más estrechos y otros mecanismos de evaluación (Giorgini, F. & Cardinali, F., 2003).

Un trabajo interesante, es el de (Shaples, M., 2000) que ha identificado la correspondencia entre las características del L3 y las tecnologías digitales (ver Tabla 4-3).

APRENDIZAJE LIFELONG	NUEVA TECNOLOGÍA
Individual	Personal
Centrada en el estudiante	Centrada en el usuario
Situada	Móvil
Colaborativa	Basada en redes
Ubicua	Ubicua
De por vida	Durable

Tabla 4-3 La correspondencia de la tecnología digital al aprendizaje Lifelong (Sharples, 2000)

En (Hawkey, R., 2001) se han sugerido formas en las cuales el aprendizaje con TIC es más cercano al informal. De esta forma, la motivación es intrínseca y la toma de decisiones (el contexto, la ubicación, el tiempo, el estilo de aprendizaje) está en control del aprendiz.

Además, (Hein, G., 1990) advierte que en contraposición a las rutinas del aula, las películas o los programas de televisión, los museos ofrecen a los visitantes la posibilidad de detenerse a voluntad, repetir, o ignorar lo que no les estimule y compartir los que parezca interesante.

En la Ilustración 4-3 se muestra un resumen de las tecnologías utilizadas en los museos para aprender (Hawkey, R., 2004):

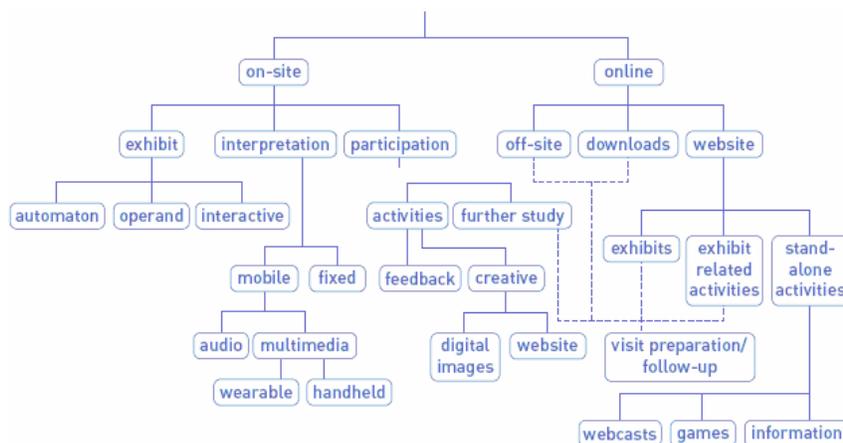


Ilustración 4-3 Taxonomía de las oportunidades de aprendizaje en museos

4.6.4.1 Aprendizaje In-Situ

Los objetos y el conocimiento asociado a ellos, son los puntos fuertes únicos de los museos. Aunque (Boom, T., 2000) expresa que la interactividad y los objetos aparentemente son mutuamente exclusivos, (Miles R. S. et al, 1982) indica que hay dos tipos de exhibiciones, las exhibiciones *dinámicas* y las exhibiciones *estáticas*. Ésta últimas están divididas en tres categorías: *automáticas*, *operativas* e *interactivas*.

Finalmente (Bradbourne, J., 2001) hace una distinción entre las exhibiciones (broadcasts hechos) y el aprendizaje informal que soportan una mejor interacción o una interacción más personal.

La participación es un punto importante en todo tipo de actividades sociales. Una de las formas más comunes de participación es la del voto. Ejemplos de diferentes tipos de participación se pueden observar en:

- In Touch: Permite al visitante crear su propia página y accederla luego de la visita.
- At Bristol, get connected: Los visitantes pueden comparar sus ideas en una gran variedad de tópicos.
- Bionet facilita la exploración y el debate acerca de los desarrollos actuales de la biotecnología.
- Victoria and Albert Museum: Permite a los estudiantes crear sus propias imágenes digitales
- Wish you were here: Los visitantes pueden utilizar una cámara digital y un programa de edición para crear postales.

La colaboración es un aspecto más que importante respecto de la educación. (Galani, A. & Chalmers, M., 2002) revelan en unos estudios innovadores que

Estudios innovadores reportan que existe una colaboración en tres caminos: colaboración entre aprendices reales (actualmente presentes en una exhibición), aprendices virtuales (online) y en un entorno de realidad virtual en 3D. Entre los ejemplos más destacados se encuentran:

- El proyecto STEM (www.sciencemuseum.org.uk/education/item) promueve la publicación de ideas por parte de los visitantes del museo físico o virtual, en un uso educacional del Museo Nacional de Ciencia e Industria en la Web (Bazley, M., 1998).
- El proyecto Keystone online del Franklin Institute, en el cual la actividad basada en la investigación y las oportunidades de desarrollo profesionales se combinan en un Sitio Web dedicado a facilitar la enseñanza de la ciencia basada en la investigación.

4.6.4.2 Personalización y movilidad

La flexibilidad es crucial para que los estudiantes puedan seguir sus propios caminos y puedan hacerlo en sus tiempos.

En (Shaples, M., 2000) se ha desarrollado la teoría del Longlife Learning mediante la tecnología de dispositivos móviles como PDAs o sistemas de vestir, considerando el hardware, software comunicaciones y diseño de interfaces. Entre las características de estos sistemas destaca:

- La alta portabilidad, así pueden estar disponibles a cualquiera que quiera aprender.
- Debe ser individual, adaptable a las habilidades del aprendiz, conocimiento y estilos de aprendizaje, y diseñado para soportar el aprendizaje personal, en vez del trabajo general de oficina.
- No obstructivo, de esta forma el aprendiz puede capturar las situaciones y recuperar conocimiento sin que la tecnología obstruya la situación.
- Disponible en cualquier lado, para permitir la comunicación entre maestros, expertos y compañeros.
- Adaptables a la evolución del conocimiento y las habilidades del aprendiz.
- Persistente, para manejar el aprendizaje a través del tiempo, de esta forma el aprendiz acumula los recursos y el conocimiento que estarán inmediatamente accesibles a pesar de los cambios en la tecnología.
- Útiles, de acuerdo a las necesidades para la comunicación, referencia, trabajo y aprendizaje
- Intuitivos de usar para personas que no tengan experiencia previa en la tecnología.

El artículo de Sparacino (Sparacino, F., 2002) describe un estudio en el museo del MIT, más específicamente en la exhibición de “Robots y Más Allá” donde el sistema intenta “entender el uso” y producir una salida basada en la interpretación de la intención del usuario en el contexto. Para ello se basa en el comportamiento (tiempo en determinados lugares, objetos visitados, etc.)

El proyecto “The Electronic Guidebook” en el Exploratorium de San Francisco hace uso efectivo de las PDA para poder hacer “Marcadores” de los materiales y visitarlos luego (Semper R. & Spasojevic, M., 2002). Un aspecto negativo aparece en dos dimensiones, mecánicas y cognitivas. La necesidad de sostener el dispositivo reduce las actividades relacionadas con las manos, mientras que la lectura demanda conversación inhibida.

El punto de vista del artículo (Hsi, S., 2003) describe la “investigación nómada” en el que los aprendices pueden manipular la información y conducir investigaciones mientras se mueven las exhibiciones físicas. De este tipo de aprendizaje, se sobresale peligro la reemplazar la interacción con gestos “mediada por conversaciones con otros y cognitivamente desafiantes”. Descartando este hecho, el cual requiere un diseño de instrucción cuidadoso; los aprendices pueden beneficiarse de su movilidad dentro de un contexto físico de objetos y exhibiciones sin sentirse socialmente o físicamente aislados.

World Borrada utiliza conexión inalámbrica y tecnologías de posicionamiento para extender las capacidades de la Web mediante la adjunción virtual de información y herramientas a ubicaciones específicas (Kirk, J., 2002).

Un aspecto muy importante es la provisión de audio como complemento a una visita física, que actúa como un “amigo”.

4.6.4.3 Aprendizaje en línea

En (Schaller, D. T. et al, 2002) se dirigió un estudio en el que se estudiaron las diferentes preferencias de los tipos de actividades de aprendizaje en línea.

- Juego creativo

- Tour guiado
- Referencias interactivas
- Puzzle/misterio
- Juegos de rol/historias
- Simulaciones

Dentro del estudio se ha encontrado una gran diferencia entre las preferencias de los adultos y de los niños. Los adultos saben lo que quieren aprender y lo quieren aprender de la forma más directa posible. Los niños responden positivamente a la oportunidad para la interacción y la elección dentro de un entorno basado en metas. También, existen dos tipos de aprendizaje en Web desde el punto de vista pedagógico: *el aprendizaje por descubrimiento* lleva a acertijos, a puzzles y misterios, con una solución correcta única. Mientras que el constructivismo soporta logros creados por el usuario que permiten una elección más personal y participativa. Ejemplos de sitios Web relacionados con museos:

- The British Library comenzó con el proyecto Electronic Beowulf en 1993, para incrementar el acceso a las colecciones mediante el uso de imágenes y la tecnología de redes.
- The British Museum tiene como principal recurso de aprendizaje Compass (<http://www.thebritishmuseum.org.uk/compass>) que es esencialmente una base de datos comentada en línea con alrededor de 5,000 objetos.
- (Loverance, R., 2001) resume el desarrollo de sitios Web de educación en Civilizaciones antiguas en:
 - Familiaridad o habilidades a transferir
 - Descubrimiento o experimentación
 - Confusiones de expectativas
- The Nacional Maritime Museum (www.nmm.ac.uk) busca la promoción del aprendizaje online como una extensión de las colecciones del museo.
- El museo Search Station (www.nmm.ac.uk/searchstation) es un producto más sofisticado y la recepción del mismo ha sido universalmente positiva (Smith, L., 2000).
- El Revealing Things del Smithsonian (www.si.edu/revealingthings), por ejemplo utiliza ThinkMap® para la provisión de interfaces dinámicas en las cuales el aprendiz tiene el control sobre el contenido y la narrativa.
- En Every Object Tell a Story, enfoca de manera personal la historia de un objeto el cual es un elemento esencial del proyecto Culture Online.
- The British Art Information Project (BAIP) está siendo desarrollado como parte de un nuevo Tate Britain.
- The 24 Hour Museum (www.24hourmuseum.org.uk/index.html) es un museo virtual que actúa como portal a otros museos.

4.6.4.4 Investigación propia relacionada

En la sección 2.5.4.4 se muestran un conjunto de aplicaciones que fueron realizadas en el grupo en torno al trabajo de investigación actual.

5.1 INTRODUCCIÓN

Luego de haber presentado un estado del arte de los temas que están relacionados con el dominio del trabajo, se introduce el tema de patrones de diseño que también formará parte del estado del arte, pero en este caso, de la solución que se propondrá en el capítulo 6 para encarar el diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.

En primer lugar se menciona el origen de los patrones de diseño en el mundo de la arquitectura y su paso al dominio de las ciencias de la computación. Después se realiza una pequeña reseña de los patrones de diseño en la programación orientada a objetos (primera disciplina de la informática en adoptar este concepto en programación). Se continúa con la descripción de los patrones el área de interacción persona-computadora (HCI) desde el punto de vista de varios entendidos en el tema. Después se pasa por la descripción de los patrones relacionados con Groupware y tecnologías móviles para terminar con los patrones más relacionados con el caso de estudio, el e-learning.

Como se puede observar, los patrones han sido desarrollados en muchas áreas de aplicación de forma satisfactoria y pretendemos valernos de ellos para poder desarrollar aplicaciones.

5.2 ORÍGENES Y CARACTERÍSTICAS

A finales de 1960 Christopher Alexander (Alexander, C. et al, 1977) (Alexander, C. 1979) y sus socios se embarcaron en la búsqueda de un nuevo método de arquitectura y planificación, estudiando cómo la gente interactuaba con espacios físicos. Varios años más tarde publicaron una serie de libros describiendo este método.

Así Alexander asume que la vida consiste principalmente en patrones de eventos y que la arquitectura que soporta estos patrones nos ayudan a sentirnos más “vivos” o “completos”. El dice que “un lenguaje de patrones no es nada más que una forma precisa de descripción de la experiencia de personal de la construcción” (Lombardi, V.).

Alexander grabó sus observaciones en un formato llamado “patrones de diseño” el cual resume el contexto del problema y su solución. Por ejemplo, un patrón de diseño “Apertura a la Calle” se ilustra con una fotografía y comienza con la esencia del patrón: “El sitio de la acción es una incentivo para la acción. Cuando la gente puede ver dentro de los espacios desde la calle su mundo se agranda y se hace más rico, hay más comprensión, y hay más posibilidades de comunicación”. Luego se presenta la solución “En cualquier espacio público del cual su éxito depende de la exposición a la calle, abrirlo, con una pared que se abra completamente, y si es posible, incluir alguna parte de la actividad del otro extremo del camino de los peatones, de forma de hacer un pasaje, y que la gente camine por ese camino”. Finalmente concluye el patrón con una lista de los patrones relacionados.

Respecto al nivel de abstracción de los patrones, Alexander indica que los patrones deben ser lo suficientemente concretos para ser utilizados como reglas, y suficientemente abstractos como para ser aplicados en incontables situaciones.

Un grupo de patrones relacionados se denomina “lenguaje de patrones”. Ejemplos que expone Alexander de estos patrones son “Valles de Agricultura” o “Calle de los Cafés”. Sin embargo, estos

lenguajes son sólo un ejemplo: se espera que cada sociedad los extienda para identificar sus propios patrones y utilizarlos para diseñar su entorno.

Basados en estas ideas, el concepto de lenguajes de patrones trascendió los límites de la arquitectura hacia las ciencias de la computación. La expresión más notable de este fenómeno en el software es el libro “Design Patterns” (Gamma E. et al, 1995).

Sin embargo, las técnicas de utilización de patrones de diseño no se limitaron a la comunidad del desarrollo y programación de aplicaciones, esta práctica se extendió hacia otros dominios de la informática como el diseño de interfaces de interacción persona ordenador (HCI); en los que podemos citar varios ejemplos: como (Tidwell J., 1999) en su trabajo “Common Ground: A Pattern Language for Human-Computer Interface Design” o la evolución de ese trabajo en “Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design” (Tidwell J., 2005) donde explica de forma abstracta formas de interactuar haciendo metáforas concretas; o las colecciones de patrones expuestas por Van Welie en (Van Welie, M., 2000) en la que organiza los patrones de acuerdo a una tipología de aplicación (Web, Escritorio, Móviles, etc.) que se pueden ver en (Van Welie, M., 2007); pero si se habla de patrones específicos en la Web en (Brochers, J., 2001) se puede ver una colección muy completa de ellos y finalmente podemos citar a (Tesoriero, R. et al, 2007d) en el que se exponen una serie de patrones de HCI para PDA relacionados con la navegación de espacios físicos.

Pero el HCI no es la única rama a parte de la programación en las ciencias de la computación que ha sido influenciada por los patrones. Existen patrones de diseño para aplicaciones groupware como los que se aplican al desarrollo de aplicaciones en (Schümmer, T., et al, 2005) o los proporcionados en la Web 2.0 por O’Reilly aunque tienen un nivel más abstracto, caracteriza esta nueva tendencia.

Dentro de la computación móvil podemos mencionar los patrones de Roth (Roth J., 2002) para su aplicación en entornos desconectados o los mencionados anteriormente centrados en HCI de (Tesoriero R. et al, 2007) y presentados en el informe técnico (Tesoriero R. et al, 2007).

En el campo del e-learning también se ha estado trabajando en función de los patrones, un ejemplo de ello se puede ver en (Rusman E., Lutgens, G & Ronteltap F, 2005).

5.3 DESIGN PATTERNS: ELEMENTS OF REUSABLE OBJECT-ORIENTED SOFTWARE

Como se ha mencionado anteriormente, una de las primeras incursiones de los patrones en el campo de las ciencias de la computación fue en la comunidad de programación.

La publicación más relevante en este tema fue sin duda Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software (Gamma, E. et al, 1995) en la que se describen soluciones a problemas habituales en el diseño de software. El libro se divide en dos partes, los primeros dos capítulos explorar las ventajas y dificultades de la programación orientada a objetos y el resto describe un conjunto de patrones de diseño. La publicación incluye también implementaciones en Smalltalk y C++. El libro describe que un patrón tiene cuatro elementos esenciales: el nombre, el problema, la solución y las consecuencias.

El **nombre** del patrón es una identificación que se puede utilizar para describir un problema de diseño, sus soluciones y sus consecuencias en una palabra o dos. Nombrar patrones incrementa el vocabulario de diseño y nos permite un nivel de abstracción mayor en el diseño. Este vocabulario permite comunicarnos con nuestros colegas por medio del discurso o la documentación.

El **problema** describe cuándo aplicar el patrón. Explica el problema y su contexto. Podría describir problemas específicos de diseño tales como de qué forma representar algoritmos u objetos. Podría

describir estructuras de clases u objetos que tienen un diseño inflexible o una lista de condiciones que se deben cumplir antes de aplicar el patrón

La **solución** describe los elementos que conforman el diseño, sus relaciones responsabilidades y colaboraciones. La solución no describe un diseño o implementación concreta o particular, porque el patrón es como una plantilla que puede ser utilizada en diferentes situaciones. Provee una descripción abstracta de un problema de diseño y cómo los objetos se disponen para solucionarlo.

Las **consecuencias** son los resultados de aplicar el patrón. Aunque las consecuencias están entre líneas cuando se describen las decisiones de diseño, es crítica la evaluación de las alternativas de diseño para entender los costos y beneficios de aplicar el patrón. Las consecuencias usualmente se ponen en función del espacio y el tiempo, aunque podrían estar incluidas las cuestiones del lenguaje y de implementación. Desde el punto de vista del diseño orientado a objetos se pueden citar el impacto en la flexibilidad, extensibilidad o portabilidad del sistema.

Para poder describir estos elementos de cada patrón de diseño se utilizan el siguiente formato:

- **Nombre del patrón y clasificación:** Representa de manera sucinta la esencia del patrón.
- **Intención:** Una oración corta que responde a las siguientes preguntas: ¿Qué hace el patrón de diseño? ¿Cuál es su razón o intención? ¿Qué característica o problema particular de diseño enfrenta?
- **Conocido también como:** Otros nombres para el patrón si existieran.
- **Motivación:** Un escenario que ilustra un problema de diseño y como las estructuras de clases y objetos en el patrón resulten el problema. El escenario ayudará a entender la descripción más abstracta del patrón.
- **Aplicabilidad:** ¿Cuáles son las situaciones en las cuales el patrón de diseño puede ser aplicado? ¿Cuáles son los ejemplos de diseños pobres que el patrón puede solucionar? ¿Cómo se pueden reconocer estas situaciones?
- **Estructura:** Un representación gráfica de las clases en el patrón utilizando notación estándar. Diagramas de interacción y colaboración entre objetos.
- **Participantes:** Las clases u objetos que participan en el diseño de patrones y sus responsabilidades
- **Consecuencias:** ¿Cómo lleva a cabo el patrón sus objetivos? ¿Cuáles son los resultados de utilizar el patrón? ¿Qué aspectos de la estructura del sistema deja variar independientemente?
- **Código de ejemplo:** Fragmentos de código que ilustran cómo implementar el patrón en C++ o Smalltalk.
- **Usos conocidos:** Ejemplos de patrones encontrados en sistemas reales. Se incluyen al menos dos ejemplos de diferentes dominios.
- **Patrones relacionados:** ¿Qué patrones de diseño está estrechamente relacionados? ¿cuáles son las diferencias importantes? ¿Con que otros patrones debería ser utilizado?

Además para poder organizarlos, los patrones se agrupan en categorías de acuerdo a al propósito: *de creación, estructurales y de comportamiento*. Los patrones *de creación* se encargan del proceso de creación de objetos. Los patrones *de estructura* sirven para lidiar con la composición de clases u objetos. Los patrones *de comportamiento* caracterizan las formas en las cuales los objetos o clases interactúan y distribuyen la responsabilidad.

La siguiente es una lista de patrones con su respectiva intención asociada:

- **Abstract Factory:** Provee una interfaz para crea familias de objetos dependientes o relacionados sin especificar su clase concreta.
- **Adapter:** Convierte la interfaz de una clase en otra interfaz cliente esperada. El Adapter permite a las clases trabajar juntas ya que de otra forma no sería posible debido a la incompatibilidad de interfaces.

- **Bridge:** Desacopla una abstracción de su implementación para que las dos puedan variar independientemente.
- **Builder:** Separa la construcción de objetos complejos de su representación de manera tal que el mismo proceso de construcción pueda crear diferentes representaciones.
- **Chain of Responsibility:** Evita el acoplamiento del envío de un pedido a su receptor dando a más de un objeto una oportunidad para manejar el pedido. La cadena recibe objetos y los pasa a través de la misma hasta encontrar al objeto que lo maneje.
- **Command:** Encapsula un pedido en un objeto, permitiendo la parametrización de los clientes con diferentes pedidos, colas de pedidos, y soportar la vuelta a tras de las operaciones.
- **Composite:** Compone objetos en estructuras de árboles para representar jerarquías de parte-todo. Composite permite a los clientes tratar objetos individuales y composiciones de objetos uniformemente.
- **Decorator:** Adjunta responsabilidades adicionales a un objeto de forma dinámica. Los Decorators proveen una alternativa flexible a la sub-clasificación extendiendo su funcionalidad.
- **Facade:** Provee una interfaz unificada a un conjunto de interfaces de un subsistema. Facade define una interfaz de alta nivel que hace al sistema más fácil de utilizar.
- **Factory Method:** Define una interfaz para crear un objeto, pero permite a las subclasses decidir cual clase instanciar. El Factory Method permite a una clase diferir la instanciación a las subclasses.
- **Flyweight:** Permite manejar un gran número de objetos de grano fino eficientemente.
- **Interpreter:** Dado un lenguaje, define una representación para su gramática a lo largo del intérprete que usa la representación para interpretar las sentencias en el lenguaje.
- **Iterator:** Provee una forma de acceder a los elementos de una objeto de agregación secuencialmente sin exponer su representación subyacente.
- **Mediator:** Define un objeto que encapsula cómo un conjunto de objetos interactúa. El Mediator promueve el desacoplamiento manteniendo los objetos para que no se reverencien mutuamente explícitamente, y permite variar su interacción independientemente.
- **Memento:** Sin violar el encapsulamiento, captura y externaliza el estado interno de un objeto para que el objeto pueda ser restaurado a su estado más tarde.
- **Observer:** Define una dependencia uno-a-muchos entre objetos de forma tal que cuando un objeto cambia su estado, todos sus dependientes son notificados y actualizados automáticamente.
- **Prototype:** Especifica los tipos de objetos a crear utilizando una instancia prototípica y crear nuevos objetos copiando este prototipo.
- **Proxy:** Provee un delegado o un lugar para otro objeto pueda accederlo.
- **Singleton:** Asegura que existe una sola instancia de una clase, y provee un punto global de acceso a ella.
- **State:** Permite a un objeto alterar su comportamiento cuando su estado interno cambia.
- **Strategy:** Define una familia de algoritmos, encapsula cada uno, y los hace intercambiables. Strategy permite a los algoritmos variar de cliente en cliente que lo use.
- **Template Method:** Define el esqueleto de un algoritmo en una operación, difiriendo algunos pasos en las subclasses. Template Method deja a las subclasses la redefinición de ciertos pasos de un algoritmo sin cambiar la estructura del algoritmo.
- **Visitor:** Representan una operación a ser realizada en los elementos de una estructura de objetos. El Visitor permite que una nueva operación sea definida sin cambiar las clases de elementos sobre la cual opera.

La tabla Tabla 5-1 Categorización de los patrones muestra la categorización de los patrones en cada grupo:

ALCANCE	PROPÓSITO		
	De creación	Estructural	De comportamiento
Objeto	Factory Method	Adapter	Interpreter Template Method
Clase	Abstract Factory Builder Prototype Singleton	Adapter Bridge Composite Decorator Facade Flyweight Proxy	Chain of Responsibility Command Iterator Mediator Memento Observer State Strategy Visitor

Tabla 5-1 Categorización de los patrones

Los patrones de diseño que se muestran en este catálogo pueden ser encontrados en otros catálogos en el que el enfoque está orientado a un lenguaje de programación. De esta forma los patrones se adaptan a los problemas particulares de un lenguaje de programación específico; por ejemplo Java (Cooper, J. W., 1988), C# (Metsker, S. J., 2004) o VB (Fischer et al, 2002).

5.4 INTERACCIÓN PERSONA ORDENADOR (HCI)

En este apartado se tratarán los patrones de diseño dentro del área de interacción persona ordenador.

Se comentan brevemente los patrones de Tidwell, en sus dos versiones de 1999 y 2005, además se presentan los patrones de Van Welie, tanto en su versión original, como en la versión Web de 2007.

5.4.1 COMMON GROUND: A PATTERN LANGUAGE FOR HUMAN-COMPUTER INTERFACE DESIGN

La intención de estos patrones es atacar el problema general de cómo diseñar un artefacto de interfaz software interactivo complejo. Estos patrones deberían ser utilizados por gente que diseña interfaces de usuario tradicionales. El lenguaje no intenta lidiar con los tópicos de implementación solo con el problema de diseño.

Los patrones se basan el ejemplo de la vida cotidiana y es muy probable que la mayoría de ellos hayan sido vistos con anterioridad. Sólo capturan la sabiduría en una forma práctica y aprensible. Así la meta final de este lenguaje de patrones es deliberadamente amplio: soportar la interacción de alta calidad entre una persona y un artefacto de software.

Los patrones se agrupan en dos grandes grupos los patrones primarios que definen los sub-lenguajes y los patrones en si mismos. Existen dos tipos de patrones primarios: los patrones relacionados con el contenido y los relacionados con las acciones. Ambos tipos tienen la característica que de ser “desdoblados” es decir van desplegando información o acciones a medida que es necesario. Los patrones primarios son la espina dorsal del lenguaje de patrones y se tienen los siguientes:

5.4.1.1 Patrones primarios relacionados con el contenido

5.4.1.1.1 *Narrative*

Los ejemplos incluyen trabajos de ficción, libros no ficticios, y artículos de noticias escritos en la forma de “pirámide”. Son usualmente lineales y verbales, pero el proceso de desdoblado puede trabajar de diferentes formas.

5.4.1.1.2 *High-Density Information Display:*

Mapas, tablas y gráficos van en esta categoría. Los usuarios podrían utilizarlos para obtener una vista general para encontrar detalles específicos.

5.4.1.1.3 *Status Display*

Un reloj de pared, el tablero de un automóvil, una pantalla de un VCR son formas de mostrar un estado. Se utilizan para monitorizar el estado de algo que cambia, el usuario debe ser capaz de encontrar información específica rápidamente y dar un vistazo general también.

5.4.1.2 **Patrones primarios relacionados con las acciones**

5.4.1.2.1 *Form*

Las devoluciones de impuestos y las órdenes de los catálogos con ejemplos típicos, los formularios interactivos son muy comunes en las interfaces de las computadoras. El usuario provee información pre-formateada, generalmente en forma lineal. Las acciones disponibles son pocas, y prescriptas.

5.4.1.2.2 *Control Panel*

Un interruptor de luz es un ejemplo muy simple, ofrece una extremadamente limitada elección de acciones; un control remoto de TV es más complejo; la sala de control de una central nuclear podría alcanzar el límite de la habilidad del ser humano para comprender su complejidad. Los paneles de control se utilizan para establecer el estado de una o más cosas. Las restricciones culturales usualmente ayudan a definir las acciones disponibles, pero hay un amplio rango de disponibilidad de acciones, así que el proceso de despliegue puede tener muchas formas.

5.4.1.2.3 *WYSIWYG Editor*

Una máquina de escribir o un procesador de textos, un programa de dibujo, o un diseñador de formularios como Visual Basic son ejemplos típicos. Ofrecen muchas posibilidades de acción al usuario de una vez, incluyen varios tipos de manipulación directa, y los resultados de estas acciones son usualmente inmediatos – y soportan el trabajo rápido, creativo e interactivo.

5.4.1.2.4 *Composed Command*

Todo el software manejado con líneas de comando, por ejemplo los sistemas operativos UNIX o los depuradores, están en esta categoría; de la misma forma que una persona le dice a otra que hay que hacer o una persona verbalmente se dirige a una computadora (como en Star Trek). Las acciones disponibles pueden ser extremadamente amplias, especialmente si se utiliza el lenguaje natural completamente. Este patrón es lingüístico mientras que el WYSIWYG es gráfico: ambos son altamente interactivos y manejados por el usuario, ambos ofrecen amplios rangos de acciones con técnicas de despliegue complejas, y usualmente proveen feedback instantáneo. Soportan tareas complejas.

5.4.1.2.5 *Social Space*

Incluye los equivalentes online de los espacios sociales reales. Newsgroups, listas de e-mail, salas de Chat, etc. Este patrón es inusual en un artefacto porque es simplemente un mediador entre la gente. Sin embargo, releva contenido (conversaciones que se llevan a cabo) y provee acciones (lo que los usuarios pueden hacer en ese espacio), pero en una manera estilizada.

5.4.1.3 **Patrones de despliegue de contenido o acciones**

- **Navigable Spaces:** Altamente interactivo, permite a los usuarios moverse a través del artefacto a su propio espacio, y en su propia dirección.
- **Overview besides Detail:** Permite a los usuarios trabajar en su propio espacio, pero presenta una vista estructurada de dos niveles de información o acciones.
- **Step-by-Step Instructions:** Prescribe un fuertemente limitado conjunto de acciones a los usuarios usualmente en una forma lineal, moviéndose progresivamente en los diferentes pasos.
- **Small Groups of Related Things:** Organiza de manera débilmente acoplada el contenido visual en grupos, usualmente en forma jerárquica, de forma que un usuario puede ver tanto la vista general como el detalle fino.

- **Series of Small Multiples:** Organiza el contenido visual en una sola (posiblemente larga) serie de imágenes, exponiendo las diferencias entre ellas enfatizando las continuidades básicas; puede ser utilizada para implementar High-Density Information Display.
- **Hierarchy Set:** Es una forma de implementar High-Density Information Display con una estructura de tipo árbol estricta.
- **Tabular Set:** Es una forma de implementar High-Density Information Display con una estructura de tipo tabla; los usuarios pueden ver la vista general y los detalles.
- **Chart or Graph:** Es una implementación High-Density Information Display con una estructura gráfica tanto para los detalles como para la vista general.
- **Optional Detail on Demand:** Permite a los usuarios obtener acciones o contenido escondido a su propia voluntad.
- **Disabled Irrelevant Things:** Bloquea ciertas acciones del acuerdo al estado actual del artefacto, usualmente manejado por la interacción del usuario.
- **Pointer Shows Affordance:** Revela temporalmente las acciones posibles de acuerdo al foco de atención específico del usuario.
- **Short Descriptions:** Revela temporalmente el contenido de acuerdo al foco de atención específico del usuario.

Finalmente se dará una lista de los patrones relacionados con cada uno de los lenguajes primarios:

5.4.1.4 ¿Cuál es la forma básica del contenido?

5.4.1.4.1 *Narrative*

- **Ejemplos:** El manual del usuario de un paquete de software, Artículos de noticias, Película o un show de TV, Mensaje de Voz, Pronóstico del tiempo, Reporte del tráfico, etc.
- **Contexto:** Existe la necesidad de transportar información al usuario, la información está estrechamente interrelacionada, pero es de diversos tipos, y hay algún tipo de subjetividad involucrada.
- **Problema:** ¿En qué forma debería la información ser mostrada al usuario?
- **Solución:** Transportar la información en lenguaje natural

5.4.1.4.2 *High-density Information Display*

- **Ejemplos:** Software de e-mail que muestra larga lista de mensajes guardados como Netscape o MS Exchange. Los Buenos Mapas, como los mapas topográficos USGS y los gráficos NOAA. Los diagramas de objetos grandes y detallados para el software orientado-a-objetos
- **Contexto:** Existe la necesidad de transportar información, de tipo homogéneo o interrelacionado de alguna forma, pero todo tiene una importancia equivalente.
- **Problema:** ¿en qué forma debería la información ser mostrada al usuario?
- **Solución:** Empaquetar tanta información como sea posible en una sola superficie de trabajo, siguiendo los conceptos de buen diseño gráfico, con una organización que refleje exactamente la estructura subyacente de la información.

5.4.1.4.3 *Status Display*

- **Ejemplos:** Barra de estado en las aplicaciones Windows. El horario del tren, el autobús o los aviones. La cabina de un avión. La pantalla de un CVR. El monitor de desempeño de la computadora.
- **Contexto:** El artefacto debe mostrar la información del estado de la información al usuario
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto mostrar de la mejor forma el estado de la información al usuario?
- **Solución:** Elegir pantallas bien diseñadas para mostrar la información. Juntarlas de forma que se enfatizen las cosas importantes, des-enfatizen las triviales, no obstruir o esconder nada, y prevenir la confusión de una parte de la información con otra.

5.4.1.5 ¿Cuál es la forma básica de las acciones del artefacto?

5.4.1.5.1 *Control Panel*

- **Ejemplos:** Los controles del horno o la estufa. La cabina de un avión. La sala de control de una planta de energía. Reproductor de CD físico o electrónico
- **Contexto:** El artefacto debe proveer una forma para el usuario cambie su estado o cambie algo.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto presentar de la mejor forma las acciones que el usuario puede tomar?
- **Solución:** Para cada función o variable de estado que es parte del modelo mental del usuario, elegir un control bien-diseñado que ejecute la función o muestre el valor de la variable; juntarlos en la forma en que los controles usados más comúnmente sean los más prominentes

5.4.1.5.2 *Form*

- **Ejemplos:** Los formularios de los impuestos. Los formularios de los pedidos de trabajo. El mecanismo de pedidos a través de catálogos. Pedir pizza por teléfono.
- **Contexto:** El usuario tiene que proveer información pre-formateada, usualmente respuestas cortas (no narrativa) a preguntas.
- **Problema:** ¿cómo debería el artefacto indicar que tipo de información debería ser suministrada, y extenderla?
- **Solución:** Proveer los "blancos" apropiados para ser rellenados, en los cuales claramente y correctamente se indique que información debería ser proveída. Visualmente indicar aquellos blancos editables consistentemente, por ejemplo con cambios sutiles en el color de fondo, así que el usuario puede ver de un vistazo que necesita llenar. Etiquetarlos claramente con etiquetas cortas que usen una terminología familiar al usuario; ubicar las etiquetas cerca de los blancos de forma razonable. Organizarlos en un orden que tenga sentido semánticamente, en vez de agrupar simplemente cosas por apariencia visual.

5.4.1.5.3 *WYSIWYG Editor*

- **Ejemplos:** Illustrator, PowerPoint, Macdraw y otros software de dibujo. Los editores de texto como Word, Word Perfect y Netscape Composer. Los constructores de interfaces gráficas de usuario como Visual Basic o JBuilder. Dibujos en papel. Disposición del periódico.
- **Contexto:** El artefacto es un entorno o herramienta en la cual otros artefactos pueden ser creado (particularmente aquellos con aspectos visuales).
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto presentar de la mejor forma lo que está siendo creado, o lo que el usuario necesita hacer para crearlo o cambiarlo?
- **Solución:** Siempre mostrar al usuario una exacta y actualizada representación del artefacto que se está creando; permitir al usuario interactuar directamente con él para poder agregarlo, borrarlo, modificarlo, etc.

5.4.1.5.4 *Composed Command*

- **Ejemplos:** interfaz de línea de comandos UNIX o DOS. SQL. Instrucciones de discurso a una interfaz. Un hombre diciéndole a otro lo que tiene que hacer. Los lenguajes de programación de scripting.
- **Contexto:** Las acciones posibles a ser llevadas a cabo con el artefacto pueden ser expresadas a través de comandos, los cuales pueden estar compuestos de partes más pequeñas, en una sintaxis de tipo lenguaje con reglas precisas y fáciles de aprender de forma tal que los usuarios quieran aprenderla.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto presentar las acciones que el usuario puede llevar a cabo?
- **Solución:** Proveer una forma de que el usuario directamente entre un comando, ya sea por medio de voz o por teclado.

5.4.1.5.5 *Social Space*

5.4.1.6 ¿Cómo el contexto o las acciones disponibles se despliegan al usuario?

5.4.1.6.1 *Navigable Spaces*

- **Ejemplos:** La Web y otros sistemas de hiperenlaces. Myst. Las exhibiciones de los museos o un conjunto de salas físicas. Un conjunto de aplicaciones en paquete.
- **Contexto:** El artefacto contiene una gran cantidad de contenido - demasiado para ser presentado razonablemente en una sola vista. Este contenido puede ser organizado en espacios conceptuales distintos o en superficies de trabajo que están semánticamente enlazadas unas con otras, de forma tal que es natural y significativo ir de una a otra.
- **Problema:** ¿Cómo se puede presentar el contenido de forma tal que el usuario puede explorar por su propia voluntad, en una forma coherente y que comprometa al usuario?
- **Solución:** Crear la ilusión que las superficies de trabajo son espacios, o lugares donde el usuario puede entrar y salir.

5.4.1.6.2 *Step-by-Step Instructions*

- **Ejemplos:** Asistentes. Instrucciones de instalación de todo tipo de aplicaciones, software, etc. Recibos. Manuales de reparación. Obtener dinero de un cajero electrónico.
- **Contexto:** Un usuario necesita realizar una tarea compleja, en un tiempo, conocimiento atención o espacio limitado. Alternativamente, la naturaleza de la tarea es paso a paso, y no tiene significado mostrar todas las posibilidades en una vez.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto desplegar las acciones posibles al usuario de forma tal que no lo apabulle o confunda, y en lugar de ello lo guíe a completar la tarea de forma exitosa?
- **Solución:** Hacer que el usuario pase por un paso a la vez, dando instrucciones claras en cada paso.

5.4.1.6.3 *Overview Beside Detail*

- **Ejemplos:** Windows Explorer y muchos otros sistemas de exploración de archivos. Sitios Web que contienen el "contenido del sitio" en un frame a la izquierda, y un frame que contiene la página actual a la derecha. Los lectores de e-mail que muestran una lista de mensaje en un lado y el contenido del mensaje seleccionado del otro lado. Muchas herramientas de visualización para jerarquías o mapas geográficos.
- **Contexto:** El artefacto contiene mucho contenido - demasiado para ser presentado razonablemente en una sola vista. Este contenido debe ser claramente dividido en un conjunto de objetos de alto nivel o categorías, tales como nombres de documentos y el contenido, contenedores y contenido, u objetos y sus propiedades, alternativamente, el contenido puede ser grande, continuo y muy detallado, el cual los usuarios tiene áreas específicas de interés.
- **Problema:** ¿Cómo se puede presentar esta gran cantidad de contenido de forma tal que el usuario pueda exportar su propio espacio, en una forma en la cual sea comprensible y lo comprometa?
- **Solución:** Mostrar todo el conjunto de objetos, o el conjunto de los datos sin detallar, en una parte del área de la pantalla, que actúe como una vista general del contenido. Cuando el usuario selecciona un objeto, categoría o área de interés dentro de esa vista general, inmediatamente se muestra su contenido relacionado - sus detalles - en el área restante. Cuando el usuario cambia de selección, actualiza el área de detalles para reflejar la selección actual.

5.4.1.6.4 *Small Groups of Related Things*

- **Contexto:** Hay muchos ítems o acciones para mostrar al usuario, alguna de las cuales están mucho más relacionadas que otras. Este contexto es extremadamente común, ocurre en patrones de alto nivel de este lenguaje, por ejemplo (High-density Information Display, Status Display, Control Panel, y Form).

- **Problema:** ¿Cómo deberían los ítems o acciones ser organizados?
- **Solución:** Agrupar los elementos estrechamente relacionados, anidándolos en jerarquías de grupos si fuera necesario.

5.4.1.6.5 *Series of Small Multiples*

5.4.1.6.6 *Hierarchical Set*

- **Ejemplos:** Windows Explorer. Diagramas de jerarquías de clases. Diagramas de familias de árboles.
- **Contexto:** Hay muchas cosas que mostrar al usuario, y ellas están interrelacionadas en forma jerárquica (o pueden ser puestas de esa forma). Estas vistas podrían ser mostradas en forma de High-density Information Display, o un Map of Navigable Spaces, u organizadas en forma de Stack of Working Surfaces.
- **Problema:** ¿Cómo debería la información ser organizada?
- **Solución:** Mostrar los datos en forma de árbol

5.4.1.6.7 *Tabular Set*

- **Ejemplos:** Hojas de cálculo. Tablas de precios de bolsa. Guías telefónicas.
- **Contexto:** Existen muchas cosas homogéneas a mostrar al usuario, cada una de las cuales tienen información adicional similar o sub-partes. A menudo es usado en un High-density Information Display.
- **Problema:** ¿Cómo debería ser organizada la información?
- **Solución:** Mostrar los datos en estructura de tabla.

5.4.1.6.8 *Chart or Graph*

- **Ejemplos:** Gráficos de líneas, de torta, de barras, de líneas de tiempo.
- **Contexto:** Muchos datos homogéneos para mostrarle al usuario, posiblemente muchos conjuntos de datos. Podría ser necesario que se necesite un High-density Information Display, o un Status Display o incluso un Control Panel.
- **Problema:** ¿Cómo debería ser organizada la información?
- **Solución:** Mostrar los datos en el tiempo u otra variable. Mostrar variables para poder compararlas.

5.4.1.6.9 *Optional Detail On Demand*

- **Ejemplos:** El diálogo de colores de Windows 95 para mostrar el cuadrado de colores de RGB. Los botones "Avanzado" u "Otras opciones" que aparecen en muchos diálogos. El panel frontal de muchos VCR que esconden todo menos los controles básicos de reproducción. Las notas al pie. El depurador de C++.
- **Contexto:** Un gran porcentaje de la información disponible o las acciones pueden ser consideradas detalles, y son innecesarias la mayoría del tiempo. Esta es una situación muy común que puede aparecer en muchos patrones primarios: Narrative (notas al pie), High-density Information Display (información extra) Form (información adicional que provee el usuario), etc.
- **Problema:** ¿Cuándo deberían estos ítems usualmente innecesarios ser presentados al usuario y cómo?
- **Solución:** En el frente, mostrar al usuario la mayoría de los controles importantes y más utilizados. Los detalles y opciones más avanzadas que no se necesiten la mayor parte del tiempo – digamos un 20% o menos - pueden ser escondidas en un espacio o superficie de trabajo separada (otro diálogo, otro papel, detrás de un papel blanco).

5.4.1.6.10 *Disabled Irrelevant Things*

- **Contexto:** La información o las acciones que son usualmente útiles se vuelven temporalmente irrelevantes. Esto es común en casi todos los patrones primarios que usan elementos visuales, tales como Control Panel, Status Display, Form, y WYSIWYG Editor.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto guiar al usuario fuera de las acciones que no puede o no debería llevar a cabo, mientras se mantiene una estabilidad visual en calma?
- **Solución:** Deshabilitar las cosas que se vuelven irrelevantes.

5.4.1.6.11 *Pointer Shows Affordance*

- **Ejemplos:** La cruz o el puntero del pincel en un programa de dibujo. El puntero de flecha sobre la esquina de una ventana que se puede modificar en tamaño o un panel de separación que se pueden mover. Punteros de mano sobre un hipertexto, especialmente en enlaces de figuras. Botones cuyos bordes se mueven cuando se pasa por arriba el cursor.
- **Contexto:** El artefacto contiene un puntero visual, o una "clave virtual" que el punto de foco para la interacción del usuario con el artefacto. Los patrones que tienden a utilizar este tipo de cosas son los componentes visualmente pesados, incluyendo Navigable Spaces, WYSIWYG Editor, y Form (particularmente para los controles como Forgiving Text Entry y Editable Collection).
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto indicar que una entidad visual representa una acción que el usuario puede llevar a cabo?
- **Solución:** Cambiar la forma abordable de una cosa cuando un puntero se mueve sobre ella.

5.4.1.6.12 *Short Description*

- **Ejemplos:** Los tooltips de Windows. Las burbujas de ayuda de MAC. La barra de estado de ayuda.
- **Contexto:** El artefacto contiene un puntero visual que es el punto de foco de la interacción del usuario con el artefacto. Casi todos los patrones primarios con una componente visual pueden utilizar este patrón con un buen efecto, particularmente Navigable Spaces para descripciones de enlaces, High-density Information Display, Status Display, Control Panel, y WYSIWYG Editor.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto presentar contenido adicional, en forma de clarificar los datos o las explicaciones de acciones posibles, a los usuarios que la necesitan?
- **Solución:** Mostrar una corta (una sentencia o menos) descripción de una cosa, cercana espacialmente y o en proximidad temporal a la cosa en sí.

5.4.1.7 **¿Cómo el artefacto utiliza generalmente el espacio y la atención de la persona?**

5.4.1.7.1 *Sovereign Posture*

- **Ejemplos:** Framemaker, Excel, Photochop. Video Juegos de Nintendo, el panel de control de una planta eléctrica.
- **Contexto:** El artefacto será muy utilizado, ocupando la atención completa del usuario, y el usuario desea invertir tiempo y esfuerzo en aprenderla. Ejemplos de casi todos los patrones primarios puede ser encontrados usando este patrón.
- **Problema:** ¿cómo debería este artefacto relacionar espacialmente otros artefactos que pueden compartir su espacio, y cómo puede utilizar de la mejor forma el espacio que tiene?
- **Solución:** Permitir que el artefacto tome todo el espacio que necesite para hacer el trabajo de manera eficiente.

5.4.1.7.2 *Helper Posture*

- **Ejemplos:** Diálogo de impresión. Pantalla de kiosco interactivo. Radio del coche. El póster de un evento.

- **Contexto:** La actividad soportada por el artefacto es secundaria a otras actividades, pero ocasionalmente requiere la atención completa por un corto tiempo.
- **Problema:** ¿Cómo debería este artefacto relacionar espacialmente otros artefactos que podrían compartir su espacio, y cómo se puede utilizar de la mejor forma el espacio que tiene?
- **Solución:** Utilizar tanto espacio como sea necesitado para hacer comprensible el contenido pero no más, enfocarse fuertemente en la actividad excluyendo todas las acciones más comunes, información etc., del nivel principal, pero permitir a aquellas acciones más comunes tomar espacio cuando lo necesiten.

5.4.1.7.3 *Background Posture*

- **Ejemplos:** Reloj de pared. Indicador de carga de la computadora. Termostato de la casa. Agente de búsqueda.
- **Contexto:** La actividad soportada por el artefacto es secundaria a otras actividades, y nunca necesitará más que un poco de atención del usuario; pero debería estar cerca aquellas veces que el usuario lo necesite.
- **Problema:** ¿Cómo debería este artefacto relacionarse espacialmente con otros artefactos que podrían compartir su espacio, y cómo se puede utilizar de la mejor forma el espacio que tiene?
- **Solución:** Hacer el artefacto pequeño, relativo a otras actividades primordiales que se realicen al mismo tiempo, y mantenerlo de forma que no las obstruya.

5.4.1.8 ¿Cómo las acciones o el contenido son organizados en superficies de trabajo?

5.4.1.8.1 *Central Working Surface*

- **Ejemplos:** Un control remoto universal, para un dispositivo de TV o musical. Una ventana de Explorador Web, con sus preferencias ordenadas en diálogos. La página inicial de un sitio Web complejo. El escritorio de una persona, oficina o taller.
- **Contexto:** El artefacto está compuesto de múltiples superficies de trabajo, y está centrado en una actividad particular.
- **Problema:** ¿Cómo deberían las superficies de trabajo del artefacto ser organizadas?
- **Solución:** Crear una superficie de trabajo donde la mayoría de las funciones del artefacto se agrupan, si la mayoría del trabajo puede ser realizado allí, mucho mejor.

5.4.1.8.2 *Tiled Working Surfaces*

- **Ejemplos:** Página del periódico. El tablero del coche. Frames HTML. Barras de herramientas fijas.
- **Contexto:** El artefacto muestra cualquier cosa visual, y puede dividirla en múltiples espacios de trabajo, y existe suficiente espacio para mostrar todas las superficies de trabajo al mismo tiempo.
- **Problema:** ¿Cómo deberían ser organizadas las superficies de trabajo del artefacto?
- **Solución:** Ubicar las superficies de trabajo juntas en un plano, de forma tal que no se obstruyan, y muestren todo al usuario.

5.4.1.8.3 *Stack of Working Surfaces*

- **Ejemplos:** Páginas con lengüetas en los diálogos. Libro con secciones en lengüetas, como una libreta de direcciones. La barra de inicio de Windows cuando hay muchas aplicaciones maximizadas.
- **Contexto:** El artefacto muestra cualquier cosa visual, y puede dividirlas en muchas superficies de trabajo.
- **Problema:** ¿Cómo se deberían organizar las superficies de trabajo del artefacto?
- **Solución:** Apilar las superficies de trabajo. Se identifica cada superficie con una etiqueta con un nombre o icono único y reconocible (o dejarle al usuario que lo indique), y visualmente agrupar estas etiquetas juntas cerca de la pila.

5.4.1.8.4 *Pile of Working Surfaces*

- **Ejemplos:** Gestores de ventanas basados en X-Window y los sistemas operativos orientados a ventanas como Macintosh y Windows. Las aplicaciones MDI. Escritorio físico.
- **Contexto:** El artefacto muestra cualquier cosa visual, y puede ser separada en múltiples superficies de trabajo.
- **Problema:** ¿Cómo deberían ser organizadas las superficies de trabajo del artefacto?
- **Solución:** Apilar las superficies de forma débil para que no se obstruyan unas a otras la mayoría del tiempo, pero el usuario puede elegir cuál debe estar arriba.

5.4.1.9 ¿Cómo el usuario puede navegar a través del artefacto?

5.4.1.9.1 *Map of Navigable Spaces*

- **Ejemplos:** La tabla de contenidos de un libro. El mapa de un sitio Web. Un mapa geográfico. El área de selección de un conjunto de aplicaciones. El Explorador de Windows.
- **Contexto:** El artefacto (o su contenido) pueden ser organizados en distintos espacios o superficies de trabajo las cuales están semánticamente ligadas, así que es natural ir de una a otra.
- **Problema:** ¿cómo puede el artefacto ayudar a un usuario a navegar de forma efectiva y mantenerlo orientado?
- **Solución:** Proveer un mapa o diagrama de los Navigable Spaces relevantes al artefacto.

5.4.1.9.2 *Clear Entry Points*

- **Ejemplos:** Los portales o páginas Web. El índice de un libro, la introducción y la tabla de contenidos. Las entradas a los edificios.
- **Contexto:** El artefacto es organizado como un conjunto de Navigable Spaces; en particular, el artefacto es grande o contiene una gran cantidad de contenido.
- **Problema:** ¿Cómo el usuario sabe dónde comenzar?
- **Solución:** Proveer un pequeño conjunto de puntos de entrada bien definidos y claramente identificados de la red de Navigable Spaces.

5.4.1.9.3 *Colour-Coded Sections*

- **Contexto:** El artefacto está compuesto de un gran número de Navigable Spaces, los cuales están organizados en un pequeño número de sub-secciones más grandes.
- **Problema:** ¿cómo puede un artefacto dar el sentido de ubicación a un usuario y decirle dónde está, dentro de una red de espacios?
- **Solución:** Usar un color para identificar las secciones más importantes de un artefacto.

5.4.1.9.4 *Go Back One Step*

- **Ejemplos:** El botón "Atrás" del explorador. El botón "Atrás" de un asistente. Volver una página atrás en un libro. La característica de Undo en algunas aplicaciones.
- **Contexto:** El artefacto permite a un usuario moverse a través de espacios (como en Navigable Spaces), o un paso (como en Step-by-Set Instructions), o linealmente como en Narrative.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto hacer una navegación fácil, conveniente y psicológicamente segura para el usuario?
- **Solución:** Proveer una forma de ir hacia atrás al estado previo o el espacio anterior.

5.4.1.9.5 *Go Back to a Safe Place*

- **Ejemplos:** El botón "Home" en el Explorador Web. Volver al principio de un capítulo en un libro físico o una revista. La característica "Revertir" en algunas aplicaciones.
- **Contexto:** El artefacto permite a un usuario moverse a través de espacios (como en Navigable Spaces), o en pasos (como en Step-by-Step Instructions), o en forma lineal como en Narrative.

- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto hacer la navegación fácil, conveniente y psicológicamente segura?
- **Solución:** Proveer una forma de volver a un punto específico a elección del usuario

5.4.1.10 ¿Qué acciones específicas debería tener el usuario?

5.4.1.10.1 *Convenient Environment Actions*

- **Ejemplos:** Interruptores de luz, Pausar o recomenzar un video juego. Los botones Ok, Aplicar, Cancelar en los diálogos. Los botones Minimizar, Maximizar y Salir en los marcos de las aplicaciones Windows.
- **Contexto:** El usuario puede realizar acciones que afectan la existencia o un estado del artefacto.
- **Problemas:** ¿Cómo debería el artefacto presentar estas acciones?
- **Solución:** Agrupar estas acciones, etiquetarlas con palabras o fotos cuyo significados son inconfundibles, y los pone donde el usuario puede fácilmente encontrarlas a pesar el estado actual del artefacto.

5.4.1.10.2 *Localized Object Actions*

- **Ejemplos:** Menús contextuales (pop-up). Manipulaciones directas, como drag and drop. Controles de "Arriba" y "Abajo" en cada una de las ventanas del coche.
- **Contexto:** El artefacto contiene múltiples objetos virtuales y reales, tales como archivos, o CDs, o ventanas de coches. Este patrón ocurre a menudo en Control Panel, WYSIWYG Editor, y Composed Command.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto presentar las acciones de podrían ser llevadas a cabo en estos objetos?
- **Solución:** Agrupar las acciones de los objetos, más aún si son Convenient Environment Actions, y espacialmente localizarlas cerca del objeto.

5.4.1.10.3 *Actions for Multiple Objects*

- **Ejemplos:** Mover un conjunto de objetos gráficos en un editor WYSIWYG. Copiar un conjunto de archivos de un lugar a otro. Bloquear las cuatro puertas del coche desde el asiento del conductor.
- **Contexto:** El artefacto contiene muchos objetos virtuales o reales, como archivos, CDs o ventanas en el coche. Hay acciones que se pueden realizar en esos objetos, y los usuarios quieren realizarlas en dos o más objetos al mismo tiempo.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto hacer las tareas repetitivas más fáciles para el usuario?
- **Solución:** Permitir que la acción se realice "en paralelo" sobre los objetos seleccionados por el usuario.

5.4.1.10.4 *Choice from a Small Set*

- **Ejemplos:** Conjunto de botones de radio. Combo-box (lista drop-down). Encierre o no: "Sr. Sra." en un formulario de papel. Los botones de las radios de los coches antiguos. El cambio de transmisión automática. Conjunto de luces que se cambian con interruptores.
- **Contexto:** El artefacto muestra, o permite al usuario establecer un valor el cual es uno de un conjunto posible (10 o menos). Esto pasa a menudo en Forms y en Control Panels y algunas veces en Status Displays que el muy similar a Choice from a Large Set.
- **Problema:** ¿cómo debería el artefacto indicar que tipo de información debería proveer?
- **Solución:** Mostrar todas las posibles elecciones en el frente, mostrar claramente cuales opciones está disponible, e indicar de forma unívoca si una o varios valores pueden ser elegidos.

5.4.1.10.5 *Choice from a Large Set*

- **Ejemplos:** Una lista con scroll. Un combo-box. Un conjunto de llaves de 50 piezas. El índice de un libro.
- **Contexto:** El artefacto muestra o permite al usuario establecer un valor del un conjunto grande de posibles valores (más que 10). Usualmente ocurre en Forms y Control Panels, y algunas veces en Status Displays; es muy similar a Choice from a Small Set., y comparte mucho de su contexto con Sliding Scale.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto indicar que tipo de información debería ser suministrada?
- **Solución:** Mostrar claramente el valor seleccionado; organizar el conjunto de posibles valores, pero esconderlos si tomar mucho espacio.

5.4.1.10.6 *Sliding Scale*

- **Ejemplos:** Control de volumen en el etéreo. El indicador de combustible del coche. Los controladores de luz. Las barras de scroll.
- **Contexto:** El valor a mostrarse o establecer es escalar (no necesariamente numérico), para el usuario puede parecer numérico, y está limitado a ambos lados. A menudo se encuentra en Status Displays, Control Panels, y Forms, pero podría ser utilizado en una superficie de trabajo con scroll en cualquier contexto de GUI.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto indicar que tipo de información debería ser suplida?
- **Solución:** Mostrar el rango de valores visualmente, como una línea o un arco, mostrar el valor actual en una ubicación en el arco, y si el valor es establecido por el usuario, hacer que la ubicación cambie directamente, que el usuario haga clic en el gráfico para cambiar el valor o indique el valor deseado directamente.

5.4.1.10.7 *Editable Collection*

- **Ejemplos:** Carritos de compra, tanto reales como virtuales. E-mail y mensajes de voz. Eventos en un calendario electrónico.
- **Contexto:** El usuario debería construir o modificar un conjunto ordenado de cosas, posiblemente (pero no necesariamente) escogidas de un conjunto más grande.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto indicar que el usuario debe supuestamente hacer con la colección?
- **Solución:** Mostrar la colección al usuario, con los caminos obvios para borrar o cambiar la posición de cada ítem. Para agregar un ítem, hacer evidente la acción de añadirlo antes o después mediante comandos o gestos.

5.4.1.10.8 *Forgiving Text Entry*

- **Ejemplos:** El nombre de alguien. Un número de teléfono, posiblemente el código de un país. El campo de texto de una URL en un Explorador Web.
- **Contexto:** El usuario debería entrar información, como en un Form o en un Composed Command, que debería ser formateado en una de muchas formas.
- **Problemas:** ¿cómo el artefacto indica que tipo de información debe ser introducida?
- **Solución:** Permitirle al usuario entrar el texto un cualquier formato reconocible par el contexto.

5.4.1.10.9 *Structured Text Entry*

- **Ejemplos:** El nombre de alguien, específicamente el apellido, el primero o el segundo. Un número telefónico con código de país y/o área. Campos de dígitos en los formularios de depósitos bancarios.
- **Contexto:** El usuario debería entrar información, como en un Form pero la información debe estar en un formato muy específico y Forgiving Text Entry no es una opción.

- **Problema:** ¿Cómo el artefacto indica que tipo de información debe ser introducida?
- **Solución:** En vez de dejar a un usuario entrar información en blanco y un campo de texto sin características, poner la estructura en el campo.

5.4.1.10.10 *Toolbox*

- **Ejemplos:** Patrones de formas en PowerPoint, Illustrator, MacDraw, etc. Funciones en las barras de herramientas para los estilos de fuentes y alineación de texto en Word, etc. Librerías de componente en Visual Cafe y otro software de entornos de desarrollo. En conjunto de lápices de un artista, pinceles, etc.
- **Contexto:** El artefacto soporta la creación de otros artefactos, como en un WYSIWYG Editor.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto presentar las acciones que el usuario puede llevar a cabo?
- **Solución:** Mantener todas las herramientas juntas, colocarlas físicamente cerca a la superficie de trabajo del usuario, asegurarse que se distingan unas de otras y las acciones que el usuario puede llevar a cabo.

5.4.1.11 ¿Cómo puede el usuario modificar el artefacto?

5.4.1.11.1 *User Preferences*

- **Ejemplos:** Word, Excel, Netscape y otras aplicaciones de escritorio. Los coches graban en "perfiles de usuario" la posición de los asientos, ángulos de los espejos, etc. Los múltiples Look-and-Feel de Java par usar en la GUI del software.
- **Contexto:** El artefacto será utilizado por la gente con diferentes habilidades, culturas y gustos.
- **Problema** ¿Cómo el artefacto presenta las acciones que el usuario podría escoger?
- **Solución:** Proveer una lugar o superficie de trabajo donde los usuarios pueden escoger sus preferencias par alas cosas, como el lenguaje, las fuentes, los iconos, los esquemas de colores y el uso del sonido

5.4.1.11.2 *Personal Object Space*

- **Ejemplos:** Un escritorio físico, especialmente uno desordenado. Un estante para libros. Un boletín público, Aplicaciones iconificadas en algunos de los sistemas de ventanas de los sistemas operativos.
- **Contexto:** Existen muchas cosas que un usuario necesita tener listas para ser accedidas, como superficies de trabajo, documento, objetos y herramientas. Este a menudo es útil en las aplicaciones Sovereign Posture, especialmente WYSIWYG Editors o en entornos de desarrollo integrados, también, File of Working Surfaces es un ejemplo especializado de este patrón.
- **Problema:** ¿Cómo deberían los ítems en cuestión ser organizados?
- **Solución:** Permitir a los usuarios ubicar las cosas donde quieren, como mínimo en una dimensión pero preferentemente en 2.

5.4.1.11.3 *Scripted Action Sequence*

- **Ejemplos:** Shell de scripts de UNIX y los alias. Las macros de teclado de Emacs.
- **Contexto:** El usuario necesita realizar la misma secuencia de acciones muchas veces, con poca variación o sin ella. Esto a menudo ocurre en los artefactos que presentan un gran espectro de acciones al usuario, tales como los WYSIWYG Editor y en Composed Command.
- **Problema:** ¿cómo puede el artefacto hacer tareas repetitivas más fáciles al usuario?
- **Solución:** Proveer una forma para el usuario de "grabar" una secuencia de acciones a su elección, y una forma de obtenerlas fácilmente en cualquier momento.

5.4.1.11.4 *User's Annotations*

- **Ejemplos:** Comentario escritos a mano alzada en el margen de una página. Notas en un panel.
- **Contexto:** El artefacto es complejo y difícil de aprender, pero será utilizado muchas veces por el mismo usuario u otros usuarios. Esto es común en los artefactos Sovereign Posture, especialmente los que se utilizar de manera no frecuente.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto ayudar a preservar la comprensión del funcionamiento de una a otra sesión?
- **Solución:** Soportar formas de que los usuario añadan sus propios comentarios y anotaciones al artefacto.

5.4.1.11.5 *Bookmarks*

- **Ejemplos:** Las características de los "bookmarks" o "hotlist" en los Exploradores Web. Los bookmarks en un libro.
- **Contexto:** El artefacto es grande y complejo, y permite que el usuario se mueva libremente. Es muy común encontrar este patrón en Navigable Spaces y en Narrative.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto soportar las necesidades de navegación del usuario a través de formas que no está soportadas directamente en la estructura del artefacto?
- **Solución:** Permite al usuario guardar sus puntos de interés, de manera tal que puede fácilmente volver a ellos más tarde. ¿Cómo puede hacerse un artefacto limpio y atractivo?

5.4.1.12 ¿Cómo puede ser el artefacto limpio y atractivo?

5.4.1.12.1 *Iconic Reference*

5.4.1.12.2 *Calm Grid*

5.4.1.12.3 *Repeated Framework*

- **Ejemplos:** Muchos sitios Web. Libros de texto de referencia. Revistas populares. Este lenguaje de patrones.
- **Contexto:** EL artefacto contiene un gran contenido a través del cual es usuario navega, el contenido está subdividido en páginas o superficies de trabajo.
- **Problema:** ¿Cómo debería ser presentado el contenido en una forma consistente y uniforme, de manera tal de que sea fácilmente navegable a través de él y se vuelva familiar con el usuario?
- **Solución:** Diseñar un marco visual flexible y simple para el contenido, y repetirlo en cada página o superficie de trabajo; posicionar el contenido dentro del marco, permitiéndole que su forma varíe de la forma que se necesite.

5.4.1.12.4 *Few Hues, Many Values*

5.4.1.13 ¿Cómo puede el artefacto puede soportar la tarea el usuario?

5.4.1.13.1 *Good Defaults*

- **Ejemplos:** La pantalla de log-in que contiene al último usuario en el campo "Nombre". El menú de un teléfono, el cual si no se presiona ningún número, pone en línea a un operador humano que puede dar ayuda. Los controles del refrigerador que permiten establecer "medio frío" por omisión.
- **Contexto:** El usuario debería llevar información en un Form y alguno de los datos pueden tener valores por omisión razonables. Esto puede ocurrir en diferentes subpatrones: Choice from a Small Set, Choice from a Large Set, Sliding Scale, Forgiving Text Entry, etc.
- **Problema:** ¿Cómo indica el artefacto que tipo de información debería ser suministrada?
- **Solución:** Suministrar valores por omisión razonables para los campos en cuestión.

5.4.1.13.2 *Remembered State*

- **Ejemplos:** Los cuadros de texto que retienen su última entrada. Las preferencias de Windows 95 (color de fondo, etc.) que son recordados de sesión en sesión. Un bookmark físico en un libro.
- **Contexto:** El artefacto permite entrar información (por ejemplo, un Form), establecer el estado de varias formas (con un Control Panel o un WYSIWYG Editor), o personalizarlo, y el artefacto es probable que sea utilizado por el mismo usuario.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto ahorrar tiempo del usuario y esfuerzo?
- **Solución:** Diseñar el artefacto de forma de que pueda recordar su estado de sesión a sesión.

5.4.1.13.3 *Interaction History*

- **Ejemplos:** La característica de “historia” o “enlaces visitados” en un Explorador Web. La historia que se guarda en el shell de UNIX. Los logs del mail intercambiado u otros intercambios sociales.
- **Contexto:** El usuario realiza una secuencia de acciones con el artefacto, o navega a través de él. Esto podría pasar en Navigable Spaces, Control Panel, WYSIWYG Editor, Composed Command, y Social Space.
- **Problema:** ¿Debería el artefacto rastrear lo que ha hecho el usuario? ¿Cómo?
- **Solución:** Registrar la secuencia de interacciones como "historia".

5.4.1.13.4 *Progress Indicator*

- **Ejemplos:** Cuenta regresiva en un horno a microondas. Las barras de progreso en la GUI de un software. El mensaje de porcentaje completado en un Explorador Web durante la descarga.
- **Contexto:** Un proceso que consume tiempo está funcionando, los resultados del cual son de interés al usuario.
- **Problema:** ¿Cómo puede el artefacto mostrar el estado actual, de forma que el usuario pueda entender que está sucediendo y actuar en función de ese conocimiento?
- **Solución:** Mostrar al usuario una pantalla de estado de algún tipo, indicando a cuánto de finalizar el proceso está en tiempo real.

5.4.1.13.5 *Important Message*

- **Ejemplos:** Diálogos de alertas. Sonido del teléfono. Alarmas de todo tipo.
- **Contexto:** Mientras se utiliza un artefacto, el usuario debe ser informado de algo en forma inmediata. Esto usualmente pasa con Status Display y Control Panel, especialmente cuando son utilizados en situaciones críticas de la vida, pero podría ocurrir en otros patrones primarios también.
- **Problema:** ¿Cómo debería el artefacto transportar esta información al usuario?
- **Solución:** Interrumpir lo que el usuario está haciendo con un mensaje, usando una señal y un sonido si fuera posible.

5.4.1.13.6 *Reality Check*

- **Contexto:** El usuario está ejecutando una acción la cual podría ser destructiva o tener efectos secundarios no obvios, especialmente si la acción o es reversible. Esta podría ser una de las Convenient Environment Actions, por ejemplo, o una de las Localized Object Actions, o una de las Composed Command; menos comúnmente, podría también ser el resultado directo de la manipulación a través de un WYSIWYG Editor o un Control Panel.
- **Problema:** ¿cómo puede un artefacto protegerse a sí mismo y al usuario de estos tipos de acciones, mientras permite al usuario tener la palabra final sobre si realizar la operación o no?
- **Solución:** Antes de realizar la acción, decirle al usuario los efectos laterales de la acción, y preguntarle al usuario que confirme si lo que está haciendo es lo que realmente quiere hacer.

5.4.1.13.7 *Demonstration*

- **Ejemplos:** Las demostraciones de los Video juegos que se ejecutan automáticamente entre los juegos. Los tutoriales y las instrucciones de Adobe Illustrator. Un amigo mostrando cómo se utiliza algo. Los programas de televisión que muestran las técnicas de cocina o los proyectos de hardware.
- **Contexto:** Un usuario necesita entender cómo hacer algo complejo, usualmente realizando una tarea o creando algo.
- **Problema:** ¿Cómo puede aprender el usuario a utilizar el artefacto?
- **Solución:** Demostrar cómo hacerlo.

5.4.1.13.8 *Quick Access*

5.4.1.13.9 *Familiar Quantity*

5.4.2 DESIGNING INTERFACES: PATTERNS FOR EFFECTIVE INTERACTION DESIGN

En esta sección muestra una evolución de los patrones (Tidwell J., 2005) de la sección anterior (Tidwell J., 1999).

La principal diferencia se marca en la forma de presentar los patrones, en la sección anterior el formato de presentación era: **ejemplos, contexto, problema, fuerzas, solución, contexto resultante y notas**. En tanto que el orden y las características cambiaron, a saber: **que hace, utilizado cuando, por qué, cómo y ejemplos**. También se modificó la organización de los grupos de patrones.

En cuanto a los patrones en si mismos, algunos patrones son muy similares a los anteriores. Sin embargo, la mayoría tiene un nivel de abstracción un poco más bajo y se acercan a un diseño más concreto.

Dada esta perspectiva, se ve que los patrones en este caso son casi complementarios a sus predecesores.

5.4.2.1 Organizing the Content

5.4.2.1.1 *Two-Panel Selector*

Similar a Overview Beside Detail.

5.4.2.1.2 *One-Window Drilldown*

- **Ejemplos:** El sistema operativo MAC OS en los dispositivos o en las propiedades. El cliente de e-mail Pine.
- **Utilizar cuando:** La aplicación consiste de muchas páginas o paneles de contenido para que los usuarios naveguen. Estas páginas o paneles podrían ser organizados linealmente, en una red arbitraria de enlaces, o - más comúnmente - de manera jerárquica.
- **Que hace:** Mostrar cada página de la aplicación dentro de una sola ventana. Cuando el usuario se mete a través de los menús de opciones, o dentro de los detalles de los objetos, reemplaza el contenido de la ventana completamente con una nueva página.

5.4.2.1.3 *Wizard*

Similar a Step-by-Step

5.4.2.1.4 *Extras On Demand*

Similar a Optional Detail on Demand

5.4.2.1.5 *Intriguing Branches*

- **Ejemplos:** GMail ofrece en la página de configuración enlaces que están relacionados claramente con la ayuda, pero son parafraseados como sugerencias, no como "ayuda". El explorador de fotos de Flickr siempre ofrece "viajes laterales" hacia otros flujos de fotos, conjuntos de imágenes y grupos de imágenes con etiquetas comunes.
- **Utilizar cuando:** El usuario se mueve a través de un camino lineal - un texto narrativo, una tarea bien definida, una película Flash, etc. O se necesita presentar contenido adicional que no es el foco de la atención. Podría ser información tangencial a una historia.
- **Que hace:** Ubica enlaces a contenido interesante en lugares inesperados, y los etiqueta en una forma que atrae a los usuarios curiosos.

5.4.2.2 **Getting Around**

5.4.2.2.1 *Clear Entry Points*

Similar al Clear Entry Points

5.4.2.2.2 *Global Navigation*

- **Ejemplo:** Las Palms y las PDA utilizan botones de hardware como Global Navigation.
- **Utilizar cuando:** Se construye un gran sitio Web, una barra de navegación global es una convención bien establecida, que los usuarios esperan. Lo más importante es que el conjunto de enlaces o botones reflejen la estructura de orden más alto. De esta forma darle al usuario una vista general de la UI y le ayude a encontrar lo que necesita.
- **Que hace:** Usa una pequeña sección en cada página que muestra un conjunto consistente de enlaces o botones que pueden llevar al usuario a las secciones claves del sitio o la aplicación.

5.4.2.2.3 *Color-Coded Sections*

Similar a Color-Coded Sections

5.4.2.2.4 *Animated Transition*

- **Ejemplo:** La aplicación Web "The Secret Lives of Numbers" permite a los usuarios explorar un amplio rango de datos - muestra histogramas a los que se le pueden hacer zoom sobre la Web. Utiliza animaciones para transportar al usuario de una vista general de alto nivel a otra de detalles.
- **Utilizar cuando:** Los usuarios se mueven a través de un espacio virtual grande, como una imagen, una hoja de cálculos, gráfico, o un documento de texto. Los usuarios podrían ser capaces de variar el zoom en varios grados, hacer scroll, o rotar el artefacto completo. Esto es especialmente útil para información gráfica, como los mapas o dibujos.
- **Que hace:** Aplica una animación de transición que la hace la transición más natural.

5.4.2.3 **Organizing the Page**

5.4.2.3.1 *Visual Framework*

- **Ejemplo:** Los looks-and-feels de los sistemas operativos Windows y Mac ayudan a implementar un framework visual, ya que los colores, las letras y los controles son estándar. Las planillas de cálculo Excel utilizan el mismo diálogo de impresión.
- **Utilizar cuando:** Se está construyendo un sitio Web con muchas páginas o una UI con múltiples ventanas - en otras palabras casi en cualquier software complejo. Se necesita "mantener todo uniforme" y que parezca una cosa, diseñada deliberadamente, además de proveer una forma fácil de usar y navegar.
- **Que hace:** Diseñar cada página utilizando la misma disposición básica, los colores y los elementos estilísticos, pero darle al diseño suficiente flexibilidad para variar el contenido de la página.

5.4.2.3.2 *Center Stage*

- **Ejemplos:** La mayoría de los blogs, Google Maps
- **Utilizar cuando:** El trabajo primario de la página es mostrar información coherente al usuario, permitiéndole editar un documento, o permitiéndole ejecutar cierta tarea. La mayoría de las aplicaciones pueden utilizar una Central Stage - mesas y hojas de cálculo, formularios, páginas Web, y editores gráficos.
- **Que hace:** Poner la parte más importante del UI en la sub-sección más importante de la página o ventana, disponer las herramientas secundarias alrededor del contenido en paneles más pequeños.

5.4.2.3.3 *Titled Sections*

- **Ejemplo:** El diálogo de preferencias de Eudora, las cajas agrupan las grillas de checkboxes. La documentación de Java en la cual cada sección tiene barras de color azul las cuales son fáciles de leer y encontrar.
- **Utilizar cuando:** hay mucho contenido en la página, pero se quiere que la página sea fácil de rastrear e interpretar. Se puede agrupar el contenido en secciones temáticas o basas en tareas que tengan sentido al usuario.
- **Que hace:** Define secciones separadas de contenido para cada uno de los títulos resaltados, y muestra todos los sub-ítems en la página.

5.4.2.3.4 *Card Stack*

Similar a Stack of Working Surfaces

5.4.2.3.5 *Closable Panels*

- **Ejemplos:** Las barras de propiedades de VisualStudio. Las barras de herramientas de Dreamweaver.
- **Utilizar cuando:** Hay demasiadas cosas para presentar en una página, pero se necesita todo cerca. El contenido es separado en secciones claramente separadas.
- **Que hace:** Pone las secciones del contenido en paneles separados, y deja al usuario abrir y cerrar cada una de ellas de forma separada.

5.4.2.3.6 *Movable Panels*

Similar a Titled Working Surfaces

5.4.2.3.7 *Diagonal Balance*

- **Ejemplos:** Entradas del blog. Páginas con el logo y la acción más importante en diagonal.
- **Utilizar cuando:** Cuando se tiene que disponer un cuadro de diálogo que tiene título encabezado y algunos enlaces o botones - como el Ok y Cancel, o el Siguiente y Previo - abajo.
- **Que hace:** Organiza los elementos de la página en una forma asimétrica, pero balanceada. poniendo el peso visual en las esquinas (arriba a la izquierda y abajo a la derecha)

5.4.2.3.8 *Responsive Disclosure*

Similar to Step-by-Step

5.4.2.3.9 *Responsive Enabling*

Similar a Disable Similar Things

5.4.2.3.10 *Liquid Layout*

- **Ejemplo:** Cuando se cambia el tamaño de los diálogos open, usa liquid layout.
- **Utilizado cuando:** El usuario quiere más espacio - menos - en el cual mostrar el contenido de una ventana, diálogo o página. Esto suele pasar cuando una página contiene mucho texto

(como una página Web), o un alto control de la información como una tabla, un árbol o una editor gráfico.

- **Que hace:** Cuando el usuario cambia el tamaño de la pantalla, el contenido va con él, de modo que la pantalla está constantemente "llena".

5.4.2.4 Commands and Actions

5.4.2.4.1 Action Panel

Similar to Conveniet Environment Actions

5.4.2.4.2 Smart Menu Items

- **Ejemplo:** Menú del Illustrator de MAC que cambia ítems del menú efectos cuando se aplica un efecto especial.
- **Utilizar cuando:** Los menús que operan sobre objetos específicos, como Close, o lo que se comportan de manera levemente diferente in diferentes contexto, como Undo.
- **Que hace:** Cambiar las etiquetas de los menús que operan sobre objetos específicos para mostrar específicamente lo que harían cuando se invocan.

5.4.2.4.3 Progress Indicator

Similar Progress Indicator

5.4.2.4.4 Multi-Level Undo

- **Ejemplo:** Representación multinivel de la pila de Undo del Photoshop
- **Utilizar cuando:** Se está diseñando una interfaz altamente interactiva.
- **Que hace:** Provee una forma fácil de volver atrás una serie de acciones ejecutadas por el usuario.

5.4.2.4.5 Command History

Similar a Interaction history

5.4.2.5 Showing Complex Data

5.4.2.5.1 Overview Plus Detail

Similar a High Density Information Display

5.4.2.5.2 Row Striping

- **Ejemplo:** Lista de reproducción de ITunes. Algunas Páginas Web.
- **Utilizar cuando:** Se usa una tabla pero las filas son difíciles de separar visualmente, especialmente cuando hay muchas columnas.
- **Que hace:** Utiliza dos colores similares para alternar los fondos de las filas de una tabla.

5.4.2.5.3 Sortable Table

- **Ejemplo:** El explorador de Windows
- **Utilizar cuando:** Se muestra información multi-variante que el usuario quiere explorar, reordenar, personalizar, buscar ítems, o entender los valores de las diferentes variables.
- **Que hace:** Mostrar datos en una tabla, y deja al usuario ordenar las filas de la tabla de acuerdo a los valores de las columnas

5.4.2.5.4 Jump to Item

- **Ejemplo:** Finder del MAC OS. Explorador de Windows

- **Utilizar cuando:** la interfaz utilizar una lista con scroll, una tabla un combo box, o un árbol para presentar un conjunto de ítem muy grande. Estos ítems están usualmente ordenados, alfabéticamente. El usuario quiere seleccionar uno en particular rápidamente, y preferentemente con el teclado.
- **Que hace:** Cuando el usuario teclea el nombre de un ítem. va directo al ítem y lo selecciona.

5.4.2.5.5 *Cascading Lists*

- **Ejemplo:** Diálogo de TextEdit en MAC. Selección del tipo de gráfico en Excel.
- **Utilizar cuando:** Los datos tienen forma de árbol. La jerarquía es profunda y puede tener muchos ítems en cada nivel no perdiendo de vista los ítems padres, que se perderían de otra forma.
- **Que hace:** Expresa una jerarquía mostrando listas seleccionables de ítems en cada nivel de la jerarquía. La Selección de cada ítem muestra los ítems hijos en la próxima lista.

5.4.2.5.6 *Tree-Table:*

Similar a una combinación de Hierarchical Set con TabularSet.

5.4.2.6 **Getting Input From Users**

5.4.2.6.1 *Forgiving Format*

Similar a Forgiving Text Entries

5.4.2.6.2 *Fill-in-the-Blanks*

Similar a Form

5.4.2.6.3 *Input Hints*

Similar a Short Description

5.4.2.6.4 *Input Prompt*

- **Ejemplos:** Editores o aplicaciones WYSIWYG. Power Point.
- **Utilizar cuando:** La UI presenta un campo de texto, o un combo-box para una entrada. Normalmente se utilizaría un buen valor por omisión, pero en este caso no se puede.
- **Que hace:** Pre-llenar un campo de texto o un drop-down con una línea de lo que el usuario tiene que hacer o rellenar

5.4.2.6.5 *Dropdown Chooser*

- **Ejemplo:** Selección de carpetas en un árbol de directorios de Windows Explorer. Elección de colores en la barra de herramientas de Word
- **Utilizar cuando:** El usuario necesita suministrar una entrada de un conjunto (como un color), una fecha, un número o cualquier cosa que no sea texto libre.
- **Que hace:** Extiende el concepto de menú utilizando un panel pop-up para contener valores más complejos de selección en la UI.

5.4.2.6.6 *Illustrated Choices*

- **Ejemplos:** Cuadro de creación de gráficos en Excel. Selección de fuentes de la barra de tareas de Word
- **Utilizar cuando:** La interfaz presenta un conjunto de posibilidad de que difieren visualmente, como colores, familias de fuentes, o alineación de objetos.
- **Que hace:** Usa gráficos en vez de palabras para mostrar las posibilidades disponibles

5.4.2.6.7 *Good Defaults:*

Similar to Good Defaults

5.4.2.7 **Builders and Editors**

5.4.2.7.1 *Edit-in-Place*

- **Ejemplos:** Cuando se cambia el nombre en el Explorador de Windows. Cuando se cambia el contenido de texto de los dibujos Visio.
- **Utilizar cuando:** El constructor de UI contiene texto que el usuario podría querer cambiar algunas veces. Los nombres de los objetos, los elementos de texto, las etiquetas, valores de las propiedades, etc.
- **Que hace:** Utilizar un pequeño editor de texto dinámico que permita cambiar el texto en la posición del editor sobre el texto original, en vez de hacerlo en un panel separado o un cuadro de diálogo.

5.4.2.7.2 *Smart Selection*

- **Ejemplos:** En Photoshop, la selección magic-wand. En Word la selección de palabras y frases.
- **Utilizar cuando:** El usuario trabaja con objetos seleccionables de cualquier tipo - texto, píxeles, objetos, ítems de un árbol. En el caso de texto seleccionar palabras o frases completas.
- **Que hace:** Hacer el software más inteligente para que seleccione de manera coherente un grupo de ítems, en vez de que el usuario lo haga.

5.4.2.7.3 *Composite Selection*

- **Ejemplo:** Forms en Visual C++. La selección de tablas en Dreamweaver
- **Utilizar cuando:** El editor gráfico contiene objetos compuestos.
- **Que hace:** Utiliza diferentes gestos para determinar el área de selección de los objetos.

5.4.2.7.4 *One-Off Mode*

Similar a Pointer Shows Affordance y WYSIWYG Editor

5.4.2.7.5 *Constrained Resize*

- **Ejemplo:** Manteniendo la Control y arrastrando una esquina se mantiene el aspecto de tamaño del objeto que se está modificando.
- **Utilizar cuando:** Se está construyendo un editor gráfico que permite al usuario cambiar el tamaño de los objetos de forma interactiva.
- **Que hace:** Proveer modos de cambio de tamaño con diferente comportamiento, por ejemplo preservando el aspecto.

5.4.2.8 **Making It Look Good**

5.4.2.8.1 *Deep Background*

- **Ejemplo:** Las ventanas del MAC/OS
- **Utilizar cuando:** Cuando la página tiene elementos de efectos visuales fuertes y se necesita hacerla distintiva y atractiva.
- **Que hace:** Ubicar una imagen o un gradiente en el fondo de la página para que de la sensación de apariencia de estar en primer plano respecto del resto.

5.4.2.8.2 *Few Hues Many Values: Similar a Repeated Framework*

5.4.2.8.3 *Corner Treatments*

5.4.3 INTERACTION PATTERNS IN USER INTERFACES

En (van Welie, M. & Troetteberg, H., 2001) se presenta un catálogo o lenguaje de patrones desde una perspectiva más cercana a la usabilidad. Cada patrón se enfoca en la perspectiva del usuario y en el diseñador al mismo tiempo.

Así cada patrón en UID (User Interface Design) utiliza un formato enfocado en la usabilidad. Este formato se describe en (van Welie, M.; van der Veer, G. C. & Eliëns, A., 1999) (Hartson, H. R., 1998).

Se introduce una categorización de los problemas de los usuarios para luego caracterizarlos de acuerdo a los problemas a los que están dirigidos. En (Norman, D., 1988) se sugieren varios principios de interfaces de usuario. Los principios dan una indicación del tipo de problemas y preguntas que los usuarios podrían tener cuando está interactuando con un sistema (McKay, E. N., 1999).

- **Visibilidad:** Brinda al usuario la habilidad para darse cuenta cómo utilizar algo con sólo mirarlo.
- **Affordance:** Involucra las propiedades percibidas y actuales de un objeto que sugiere cómo se utiliza un objeto.
- **Correspondencia Natural:** Crea una relación clara entre lo que el usuario quiere hacer y el mecanismo para hacerlo.
- **Restricciones:** Reduce el número de formas de ejecutar una tarea y el tiempo de conocimiento necesario para ejecutarla, haciéndola más fácil de entender.
- **Modelos conceptuales:** Un buen modelo conceptual es uno en el cual la comprensión del usuario de cómo funciona algo se corresponde en la forma en que trabaja. De esta forma el usuario puede predecir con confianza los efectos de sus acciones.
- **Feedback:** Indica al usuario que la tarea está siendo realizada y que la tarea se está realizando correctamente.
- **Seguridad:** El usuario necesita ser protegido contra acciones sin intención o errores.
- **Flexibilidad:** Los usuarios podrían cambiar su forma de pensar y cada usuario podría realizar cosas de forma diferente.

La usabilidad de un UID está condicionada por los siguiente indicadores: facilidad de aprendizaje, memorización, velocidad de desempeño, tasa de errores, satisfacción, y complejidad de las tareas (van Welie, M.; van der Veer, G. C. & Eliëns, A., 1999).

Los elementos para describir los patrones son:

- **El problema:** Las categorías definidas por Norman (Norman, D., 1988).
- **El principio de usabilidad:** Principios definidos por (Norman, D., 1988)
- **Visibilidad:** La guía del usuario, la agrupación, la revelación incremental
- **Affordance:** Metáforas
- **Correspondencia Natural:** Compatibilidad
- **Restricciones:** Minimización de acciones, Auto-explicación
- **Modelos Conceptuales:** Significado de códigos, Compatibilidad, Adaptabilidad
- **Feedback:** Feedback Inmediato, Legibilidad
- **Seguridad:** Prevención de errores, Corrección de errores, Olvidos
- **Flexibilidad:** Control Explícito
- **Contexto:** El contexto desde el punto de vista del usuario
- **Solución:** Las soluciones son descritas de forma muy concreta y no debe derivar en nuevos problemas.

- **Racionalidad:** Se explica cómo trabaja el patrón, por qué funciona y por qué es bueno. Los aspectos de usabilidad identificados para medirla son:
- **Velocidad de desempeño:** Cuán rápido los usuarios pueden trabajar con el sistema
- **Facilidad de aprendizaje:** Cuán fácil de aprender es el sistema.
- **Memorización:** Cuán bien recuerdan los usuarios cómo usar el sistema.
- **Satisfacción:** La satisfacción del usuario cuando utiliza el sistema
- **Tasa de complejión:** Cuánto de la tarea podría ser completada
- **Errores:** El número de errores que cometió el usuario
- **Ejemplos.** Un ejemplo mostrando cómo el patrón ha sido utilizado exitosamente.

En la Tabla 5-2 se muestran los patrones y las categorías de los problemas de usuario.

CATEGÍA DE PROBLEMA	PATRÓN
Visibility	Command Area, Wizard, Contextual Menu
Affordance	Mode Cursor, Like in the real world, Setting Attributes
Natural Mapping	Like in the real world, List Browser, Continuous Filter, Navigating between spaces, Container Navigation
Constraints	Unambiguous Format, Focus
Conceptual Models	Grid Layout, Like in the real world
Feedback	Progress, Hinting, Contextual Menu
Safety	Warning, Shield
Flexibility	Preferences, Favourites

Tabla 5-2 Patrones y las categorías de los problemas de usuario

Aunque los patrones, como se mencionó están planteados desde un punto de vista mucho más concreto que los planteados por (Tidwell J., 1999) y (Tidwell J., 2005) la esencia de los mismos está intacta en la mayoría de ellos la Tabla 5-3 muestra la relación entre estos patrones y los de Tidwell. Esta relación puede no ser una correspondencia exacta y pueden existir matices entre ellas sin embargo tienen objetivos similares.

PATRONES DE VAN WELIE	PATRONES DE TDWELL
Command Area	Center Stage / Central Working Surface
Wizard	Wizard / Step-by-Step Instructions
Contextual Menu	Localized Objects Actions
Mode Cursor	One off Mode / Pointer Show Affordance
Setting Attributes	Extras on Demand
Like in the real world	-
List Browser	Clear Entry Points, Go Back To Safe Place, Go Back One Step
Continuous Filter	Jump to Item
Navigating between spaces	Navigable Spaces
Container Navigation	Tiled Working Surfaces
Unambiguous Format	Structured Text Entry
Focus	Edit In Place
Grid Layout	High –Density Information Display / Titled Working Surfaces
Progress	Progress Indicator
Hinting	Input Hints
Warning	Important Message
Shield	Reality Check
Preferentes	User Preferentes
Favourites	Bookmarks

Tabla 5-3 Comparación con los patrones de Tidwell

PATRONES DE DISEÑO WEB		
Site Types	User Experiences	Ecommerce
Artist Site	Community Building	Booking process
Automotive Site	Fun	Case study
Branded Promo Site	Information Seeking	Login
Campaign Site	Learning	Newsletter
Commerce Site	Shopping	Premium Content
Community Site		Lock
Corporate Site		Product Advisor
Multinational Site		Product Comparison
Museum Site		Product
My Site		Configurator
News Site		Purchase Process
Portal		Registration
Web-based Application		Shopping cart
		Store Locator
		Testimonials
		Virtual Product
		Display
Navigation	Searching	Basic Page Types
Bread crumbs	Advanced Search	Article Page
Directory	FAQ	Blog Page
Doormat Navigation	Help Wizard	Contact Page
Double tab	Search Area	Event Calendar
Faceted Navigation	Search Tips	Form
Fly-out Menu	Search Results	Homepage
Header-less Menu	Simple Search	Guest Book
Icon Menu	Site Index	Input Error Message
Image Browser	Site Map	Processing Page
Main Navigation	Topic Pages	Printer-friendly Page
Map Navigator		Product Page
Meta Navigation		
Minesweeping		
Overlay Menu		
Repeated Menu		
Retractable Menu		
Scrolling Menu		
Shortcut Box		
Split Navigation		
Teaser Menu		
Trail Menu		

Tabla 5-4 Patrones de Diseño Web (primera parte)

PATRONES DE DISEÑO WEB (CONT.)		
Managing Collections	Page Elements	Basic Interactions
Collector	Customizable Window	Action Button
In-place Replacement	Constrained Input	Enlarged Clickarea
List builder	Country Selector	Paging
List Sorter	Date Selector	Stepping
Overview by Detail	Details on Demand	Tabs
Parts Selector	Footer Bar	Wizard
Table Filter	Forum	
Table Sorter	Home Link	
View	Hotlist	
	Language Selector	
	Message Ratings	
	News box	
	News ticker	
	Outgoing Links	
	Poll	
	Send-a-Friend Link	
	Thumbnail	
	To-the-top Link	
Visual Design		
Alternating Row Colours		
Center stage		
Colour-coded Areas		
Font Enlarger		
Grid-based Layout		
Liquid Layout		

Tabla 5-5 Patrones de Diseño Web (segunda parte)

PATRONES DE DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS DE USUARIO		
Modes	Selection	Guidance/Feedback
Automatic Mode	Magnetism	Shield
Switching	Continuous Filter	Hinting
Helping Hands	Contextual Menu	Warning
Mode Cursor	Focus!	Progress
	Unambiguous Format	Undo
	Preview	
	Setting Attributes	
	Command Area	
	Managing Favourites	
	Preferences	
Navigation	Presentation	Physical Interaction
Wizard	Grid layout	Like in the real world...
Softkeys		Media Slot
Navigating Spaces		
Container Navigation		
List browser		

Tabla 5-6 Patrones de diseño de interfaces gráficas de usuario

PATRONES DE DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO MÓVILES
Typed Links
Prefixed Links
Selection
Paging
Footer Navigation
Image Browsing
Search

Tabla 5-7 Patrones de diseño de interfaces de usuario móviles

5.5 GROUPWARE

En esta sección nos dedicaremos a hacer una reseña de los patrones de diseño orientados a los sistemas colaborativos. Como se ha mencionado anteriormente CSCW es una disciplina que está influenciada por muchas otras.

Por lo tanto, la variedad de catálogos de patrones y los tipos de patrones son muy variados y diversos, sin más, muchísimos de los ejemplos que se exponen en los catálogos de patrones de HCI son aplicaciones Groupware, por ejemplo, clientes de e-mail o clientes newsgroups. Obviamente se miran desde un punto de vista de HCI y no de colaboración. Para ser más concretos, enunciemos un ejemplo. En cualquier aplicación Groupware sincrónica existe una lista de contactos o un artefacto que muestra la percepción de presencia de los usuarios en el espacio virtual. Para mostrar esa lista se pueden utilizar varios patrones de HCI, en los que podían incluirse Closable Panels, Movable Panels, Titled Working Surfaces, Pile of Working Surfaces, etc.

Sin embargo existen patrones relacionados con HCI que son explosivos de Groupware, por ejemplo Telepointer (patrón que se utiliza para mostrar todos los cursores de los participantes de una sesión de trabajo Groupware). A este tipo de patrones nos referiremos en esta sección.

La sección comenzará con una reseña de los patrones presentados en gw-patterns (gw, 2007). El sitio es una Wiki que recopila el catálogo de patrones que se muestra en la Ilustración 5-1. En este caso los patrones se agrupan en familias. Cada familia representa aspectos de aplicaciones Groupware a modelar. El catálogo no está completo, pero presenta una idea de organización y de relación entre los mismos que puede ser muy interesante en estudiar.

La sección finaliza con los patrones de colaboración que han tomado un gran auge actualmente que son los patrones derivados de la Web 2.0. Estos patrones son de un nivel de abstracción bastante alto. Incluso hay gente que no los denomina patrones de diseño sino que los denomina guías de diseño.

5.5.1 PATRONES GROUPWARE GW-PATTERNS

Los patrones presentados en gw-patterns (gw-patterns, 2007) son un intento por catalogar los patrones en el área. El catálogo se encuentra online en una Wiki. Los autores son varios entre los que se encuentran Schuemmer, T.; Fernandez, A.; Holmer, T., etc.

Como se puede ver en Ilustración 5-1 la línea de puntos representa el conjunto de patrones descritos completamente en el catálogo. Sin embargo, el resto está esbozado y de alguna forma se pueden reconocer en las aplicaciones. Así, podemos observar la cantidad de trabajo a realizar en esta área y obviamente se debe a la gran cantidad de aspectos y complejidad a tener en cuenta cuando se desarrollan aplicaciones de este tipo.

Esta comunidad grupa los patrones de acuerdo a familias de patrones que ayudan al diseño de aspectos, características o artefactos que se utilizan en este dominio de aplicaciones. Una característica que tiene este lenguaje de patrones de diseño es que patrones que contienen pueden pertenecer a más de un grupo al mismo tiempo.

Por ejemplo, el patrón Room está asociado a las familias Collaborative Virtual Environment y Session. Además, un patrón puede estar asociado a una familia de dos formas: débil o fuerte. Un patrón está fuertemente relacionado con una si está directamente asociado a ella, por ejemplo Map está asociado fuertemente a Collaborative Virtual Environment y débilmente al Awareness. En el caso de Radar Map, la relación es inversa, es decir, Map está fuertemente asociado a la familia de patrones de Awareness y débilmente asociado a Collaborative Virtual Environment.

En cuanto al formato y la descripción de los patrones de diseño, aquí encontramos más similitud en la forma de presentación a los patrones de diseño en el desarrollo de programas que a los patrones de HCI presentados anteriormente. El formato de los patrones describe las siguientes características: **Intent, Family, Also Known As, Problem, Scenario, Context, Indications, Solution, Participants, Rationale, Safety rules, Known rules, Recipes, Related patterns, References** y **Cite as**; es decir, **Intención, Familia, Conocido como, Problema, Escenario, Contexto, Indicaciones, Solución, Participantes, Razón, Reglas de Seguridad, Reglas conocidas, Recetas, Patrones Relacionados, Referencias** y **Citar como**. Un ejemplo de la plantilla:

- **Intent:** Describe la intención del patrón de diseño.
- **Family:** Indica la familia de patrones a la que pertenece
- **Also Known As:** Se indican los nombres con los que se puede conocer el patrón (alias)
- **Problem:** Describe el problema al que está dirigido el patrón.
- **Scenario:** Describe el escenario en dónde se aplica el patrón, o las condiciones necesarios donde aplicarlo
- **Context:** Describe el contexto del problema
- **Indications:** Describe indicaciones y cuidados a tener en cuenta al aplicar el patrón
- **Solution:** La solución describe la solución al problema
- **Participants:** Describe las entidades que participan en el patrón.
- **Rationale:** Describe la razón
- **Safety rules:** Cuáles son las reglas de seguridad asociadas al patrón
- **Known rules:** Cuáles son las reglas que se aplican al patrón
- **Recipes:** Que se consigue, o las consecuencias de aplicar el patrón
- **Related patterns:** Se enuncian los patrones relacionados y su relación
- **References:** Cuales son las publicaciones asociadas al patrón
- **Cite as:** Muestra cómo se debe citar el patrón.

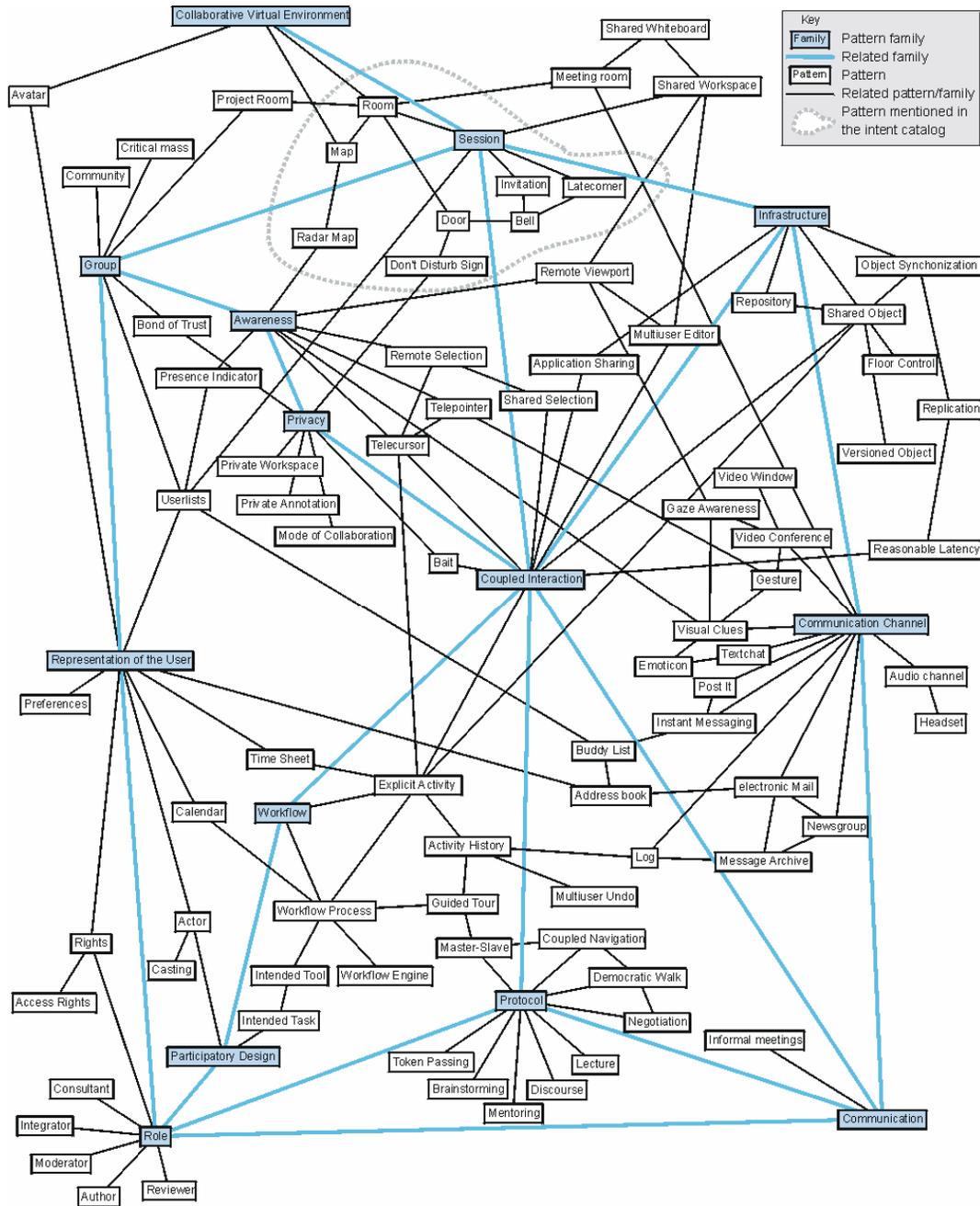


Ilustración 5-1 Mapa de Patrones Groupware

Algunos trabajos Relacionados con el tema se pueden ver en (Herrmann et al, 2003) y en (Shümmer T., et al, 2003).

5.5.2 PATRONES DE DISEÑO EN LA WEB 2.0

Los patrones de diseño de la Web 2.0 presentados por Tim O'Reilly y John Battelle en los que se definen las prácticas que caracterizan a las aplicaciones de esta nueva supuesta tecnología.

Como se ha mencionado en el inicio de la sesión, estos patrones son de un nivel de abstracción bastante alto. Incluso hay gente que no los denomina patrones de diseño sino que los denomina guías de diseño. Hacemos esta distinción porque NO es lo mismo una *guía de diseño* que un *patrón* incluso tienen propósitos diferentes. Un patrón describe una situación, un problema a resolver, lo describe y

propone una solución, destacando las consecuencias de aplicarlo. En tanto que una *guía de diseño* es mucho menos estructurada y enuncia una serie de pasos a seguir para conseguir un objetivo. Generalmente las *guías de diseño* tienen un nivel de abstracción mayor que los *lenguajes de patrones*.

En este caso se utiliza en término patrón porque en general a estas guías se las denomina patrones. Los patrones o guías de diseño de la Web 2.0 son los siguientes:

Efecto Long Tail: Los pequeños sitios forman la masa del contenido de Internet; los nichos estrechos forman la masa de las aplicaciones posibles de Internet. Sin embargo, Se debe aumentar el auto-servicio del cliente y la gestión de datos algorítmicos para alcanzar la Web completa, hasta los extremos no sólo el centro, así el término *long tail* se refiere al todo, no solo a la cabeza.

Los datos como fuerza de movimiento (Próximo **Intel Inside**): Las aplicaciones están siendo incrementalmente manejadas por los datos. Sin embargo, la ventaja competitiva está en buscar una fuente de datos única, difícil de recrear, para proporcionar valor agregado.

El valor agregado de los usuarios: Una ventaja competitiva en las aplicaciones de Internet es la extensión que proporcionan los usuarios al agregar información propia, que es la que la aplicación provee. Sin embargo, No se debe restringir la “arquitectura de la participación” al desarrollo de software. Los usuarios se deben involucrar implícita y explícitamente en el desarrollo.

Efecto Red por omisión: Sólo un pequeño porcentaje de los usuarios añade valor a la aplicación. Sin embargo, para incentivar la participación se plantea la introducción de información por parte del usuario como parte de la interacción y así por omisión se proporciona la agregación de información como efecto lateral del uso de la aplicación.

Algunos derechos reservados: La propiedad intelectual limita el reuso y evita la experimentación. Sin embargo, cuando el beneficio viene de la adopción colectiva, no la restricción privada, las barreras de adopción son bajas. Seguir estándares existentes, y usar licencias con pocas restricciones. Diseñar para la “hackabilidad” y la “mezcla”.

La beta perpetua: Cuando los dispositivos y los programas están conectados a Internet, las aplicaciones pasan de ser artefactos de software a ser servicios en acción. Sin embargo, no se deben empaquetar las características nuevas en releases monolíticos, en lugar de ello se deben agregar como parte regular de la experiencia normal del usuario. Promover que los usuarios sean testers en tiempo real, e instrumentar el servicio de forma tal de poder utilizar las nuevas características.

Cooperar no controlar: Las aplicaciones Web 2.0 se construyen en la basa de servicios de datos que cooperan. Sin embargo, se pueden ofrecer interfaces de servicios Web y contenido, fomentando el reuso de los servicios de datos de otros. Esto se puede llevar a cabo con modelos de programación livianos que permiten la implementación de sistemas débilmente acoplados.

Software por encima del nivel de un solo dispositivo: La PC no es el único dispositivo que tiene acceso a Internet. Sin embargo, se pueden diseñar aplicaciones para integrar los servicios en dispositivos portátiles, PCs y servidores.

5.6 COMPUTACIÓN MÓVIL

En esta sección se expondrán una serie dos catálogos de patrones. El primero de ellos cubre los aspectos de la computación móvil en general; mientras que el segundo tiene un dominio de aplicación más específico.

5.6.1 PATTERNS OF MOBILE INTERACTION

Los patrones de interacción móviles presentado por Jörg Roth en (Roth, J., 2002) describe el uso de patrones para ayudar al desarrollador a construir aplicaciones móviles distribuidas en el diseño.

El objetivo de estos patrones es su aplicación al diseño de sistemas móviles que cubre un amplio rango de características, desde la red móvil hasta el diseño de interfaces para dispositivos móviles.

Como siempre para poder definir un conjunto de patrones es necesario considerar problemas en este tipo de aplicaciones. Los problemas se pueden dividir en las siguientes áreas:

Una aplicación tiene que ser desarrollada de una manera distribuida. Por ejemplo, las partes que se ejecutan independientemente en diferentes dispositivos tienen que ser identificadas.

Dada la pobre disponibilidad, el ancho de banda y la disponibilidad de las conexiones móviles, se tienen que resolver problemas de red.

La seguridad (por ejemplo, privacidad, integridad y autenticidad) es una característica importante. Los escenarios de datos móviles son a menudo confidenciales (Roth, J. & Unger, C., 2000), pero la comunicación inalámbrica es muy insegura.

Cuando se están diseñando interfaces de usuario para dispositivos móviles, especialmente para entornos heterogéneos, tenemos que considerar los requisitos especiales del usuario tanto como las capacidades de los dispositivos involucrados (Roth, J. & Unger, C., 2000) (Calgary, G.; Coutaz, J. & Thevenin, D., 2001).

Los patrones se agrupan en clases como se muestran en la Ilustración 5-2 utilizando una jerarquía de patrones. Las cajas blancas representan los patrones, las cajas grises representan las clases de patrones o categorías.

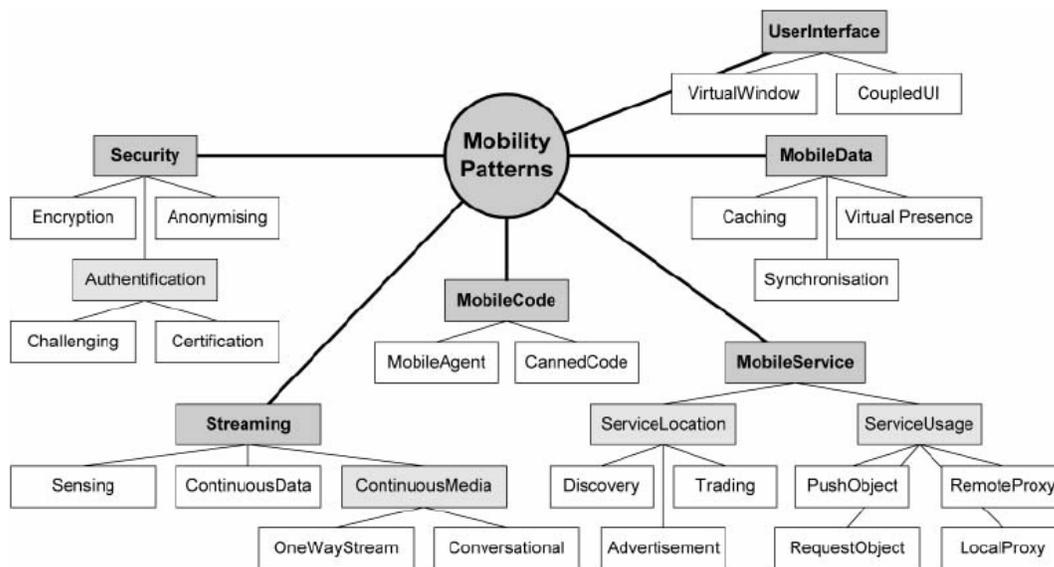


Ilustración 5-2 Jerarquía de Patrones de Interacción Móvil

El formato de los patrones sigue los establecidos en la (Gamma, E. et al, 1995). Cada descripción contiene las siguientes secciones: *Nombre del patrón*, *Sinopsis*, *Contexto*, *Fuerzas*, *Solución*, *Consecuencias*, *Ejemplos*, *Patrones Relacionados* y *Clases*. La sección *Implementación* fue reemplazada por *Ejemplos* ya que es muy difícil obtener una implementación tangible para un patrón de movilidad.

La publicación muestra ejemplos de patrones del catálogo como el Synchronization y Remote Proxy. La mayoría del trabajo se basa en dos plataformas de investigación: QuickStep (Roth, J. & Unger, C., 2000) (Roth, J., 2001) y Pocket Dream Team (Roth, J., 2001).

5.6.2 HCI DESIGN PATTERNS FOR PDA RUNNING SPACE STRUCTURED APPLICATIONS

Estos patrones se presentan en el artículo (Tesoriero R. et al, 2007b) y el objetivo principal de estos patrones es su aplicación en el ámbito de HCI en dispositivos móviles que ejecutan aplicaciones SSA.

Las aplicaciones SSA son aplicaciones que tienen su estructura basada en los espacios. Este tipo de aplicaciones tienen lo que se denomina navegación física. Es decir, se establece una correspondencia o modelo conceptual respecto a la estructura lógica de la aplicación y la estructura física de la misma.

La concepción de este lenguaje tuvo su comienzo en la evaluación de un sistema real (Gallud J. A. et al, 2005) por medio de encuestas de usabilidad basadas en el estándar CIF (Common Industry Format for Usability Reports) definido por la ISO/IEC DTR 9126-4 (Tesoriero R. et al, 2007).

De la evaluación surgieron algunos puntos a mejorar de la aplicación y la generalización de esos puntos dio como resultado un lenguaje de patrones, el cual se publica en (Tesoriero R. et al, 2007c) y cuyo catálogo completo se encuentra en (Tesoriero R. et al, 2007d).

El catálogo organiza los patrones en categorías, las cuales están dirigidas a agrupar un conjunto de problemas. Las categorías definidas son: Patrones de **orientación**, Patrones de **disposición**, Patrones de **guía** y Patrones de **accesibilidad**.

El formato de la descripción de los patrones es muy similar a la presentada por (Gamma, E., et al., 1995) y contiene las siguientes secciones: *Nombre*, descripción de una o dos palabras para identificar el patrón; *Sinopsis*, motivación del patrón; *Fuerzas*, en que contexto se aplica o cuándo; *Solución*, cuál es la solución al problema planteado en la sección anterior; *Consecuencias*, cuál o cuales son las consecuencias de aplicar el patrón; *Descripción Esquemática*, muestra un diagrama esquemático o ejemplo de la situación y *Patrones Relacionados*, lista un conjunto de patrones relacionados.

En la Ilustración 5-3 se muestra un resumen de los patrones de diseño, en los que se hace una pequeña reseña de ellos para una información más detallada ir a (Tesoriero R. et al, 2007d).

CATEGORÍA DE PATRÓN	PATRÓN	SINOPSIS
Orientación	You are here (Address)	Un usuario trata de identificar un espacio de alguna forma. Usualmente los espacios públicos está identificados por nombres; así que estos deben ser suministrados al usuario en el dispositivo
	Door at Back	Este patrón ayuda a los usuarios a orientarse cuando existe una transición entre espacios. Cuando ocurre una transición de espacios y el usuario se traslada de una posición física a otra pierde la correspondencia física y virtual. Para ello se indica la puerta por la que entra para orientarse en el mapa.
	Multi-Layer Map	Algunas veces los usuarios necesitan saber su posición física dentro de un espacio. Los espacios físicos se estructuran de manera jerárquica y la posición del usuario puede ser determinada por la posición del usuario en casa nivel.
	Signs	Este patrón ayuda a los usuarios a orientarse cuando están durante mucho tiempo en un espacio y se pierden. Así que se propone utilizar una señal física e indicarla en el mapa para sincronizar ambas vistas.
Disposición	Landscape	Este patrón propone el uso de la PDA en forma horizontal, ya que la mayoría de los medios gráficos utilizan esta posición para
	Vertical – Horizontal Layout	Modifican la disposición de acuerdo a la información a ser mostrada
	Layout Transition	Muestra el cambio en las transiciones de la disposición de la pantalla.
Guía	Free Will Navigation	Este patrón provee un método para acceder a espacios en cualquier nivel a través de la aplicación con el control de cursores únicamente.
	Routes	El patrón de rutas provee caminos que enfocan la visita en las preferencias del usuario.
Accesibilidad	Right – Left Hended Users	Es una forma de adaptación del diseño de la PDA para personas que son diestras o zurdas.
	Space Audio Perception	Una voz le dice al usuario en qué espacio se encuentra al seleccionarlo.
	Zoom	Provee controles para cambiar el tamaño de la fuente cuando los usuarios leen documentos

Ilustración 5-3 Patrones de HCI para PDA que ejecutan SSA

La aplicación de estos patrones se puede ver en (Gallud, J. A. et al, 2007) (Gallud, J. A. et al, 2007b) en los que se pueden ver aplicados concretamente en una evolución del diseño original. Como resultado de la aplicación de algunos patrones surgieron problemas, por ejemplo Free Will Navigation; sin embargo fueron resueltos por otros patrones, en este caso en particular Right – Left Hended Users. Así la combinación de patrones produce una sinergia como consecuencia de su composición.

5.7 E-LEARNING

En esta sección se introducen los patrones de e-learning. En este caso se tienen dos fuentes muy importantes. La primera se basa en un trabajo de un proyecto denominado E-LEN el cual como consecuencia tuvo cuatro informes de trabajo.

El informe en el que nos centraremos es en “The production of e-learning design patterns, and research road map for e-learning” presentado en (Rusman E., Lutgets G. & Ronteltap F., 2005). Este informe contiene un catalogo de patrones en el que se discute un formato estándar para la descripción de los patrones y luego se expone un catálogo de ellos.

En (Rusman E., Lutgets G. & Ronteltap F., 2005) se exponen un conjunto de patrones de diseño los cuales fueron concebidos en el marco del proyecto E-LEN. El estudio abarca varios campos de investigación del e-learning, entre los cuales se encuentran: recursos de aprendizaje y sistemas de gestión de e-learning, lifelong learning, aprendizaje colaborativo, aprendizaje adaptativo.

Cada uno de estos grupos denominados SIGs (Grupos de interés específico) produjo un informe. De todos los SIGs se compiló un único catálogo de patrones de diseño para e-learning que abarca todos SIGs.

Este catálogo sigue un formato de patrones que fue acordado durante el transcurso del proyecto y contemplaba una amplia gama de lenguajes de patrones de diferentes dominios. Entre ellos podemos destacar los clásicos patrones de Alexander de “living environments” (Alexander C. et al, 1977) (Alexander, C. et al, 1979), los de diseño para programación de Gamma (Gamma E. et al, 1995), los de informática y diseño de sistemas (Hillside.net, 2003), los pedagógicos del sitio de “Pedagogical Pattern Project” en 2003 (Pedagogical, 2003), los patrones de groupware de (Shümmer T. et al, 2003) y los de Pointer Project (Pointer, 2003).

Como conclusión del acuerdo se obtuvo el formato indicado en Tabla 5-8 Formato de diseño de patrones para describir a los patrones de este catálogo basándose en los elementos más comunes de los catálogos estudiados anteriormente.

FORMATO DE DISEÑO DE PATRONES	
Nombre	El nombre debe: cubrir el contenido (problema y solución), ser significativo para ser fácil de recordar y resaltar las asociaciones respecto al problema y la solución.
Categoría	Elegir de: pedagógico, organizacional y técnico. Las combinaciones son aceptadas
Resumen	Un párrafo corto que esboza los elementos principales del problema.
Problema	Una descripción detallada del problema
Análisis	Una explicación de que hace al problema un problema, y por qué la solución es necesaria
Soluciones conocidas	En esta sección se debería resaltar qué constituye una “buena práctica” de solución al problema. Puede estar basado en práctica existente, o esbozado sobre una teoría.
Preguntas de investigación	Una descripción de las preguntas que deben ser resueltas, y las ideas sobre los posibles escenarios y métodos.
Contexto	Una descripción del tipo de contexto en el que se puede aplicar la solución
Condiciones	Una descripción general de los indicadores/factores de éxito que influyen el uso o implementación de la solución
Discusión / Consecuencias	Las consecuencias de uso, puntos relacionados con la implementación y otras marcaciones
Referencias	Referencias para el patrón
Patrones relacionados	Patrones de diseño relacionados y patrones de investigación
Autor/es	
Fecha	Fecha de compleción del patrón
Agradecimientos	Agradecimiento de otras personas o fuentes de ayuda, información, etc.

Tabla 5-8 Formato de diseño de patrones

Los patrones se describen en la Tabla 5-9, Tabla 5-10 y Tabla 5-11.

PATRÓN	PROBLEMA
Asynchronous collaborative	Cómo permitir y facilitar a los instructores y aprendices a colaborar asincrónicamente e interactuar, para comprometer a los estudiantes en un proceso como la resolución de problemas y el pensamiento crítico; además de aconsejar y evaluar las interacciones.
Management of on-line questionnaires	¿Cómo pueden ser creados, distribuidos y evaluados los cuestionarios online?
Student group management	¿Cómo deberían los grupos de estudiantes ser creados y gestionados, y cómo pueden ser asignados los proyectos a esos grupos?
Study toolkit	¿Cómo pueden los aprendices ser asistidos en estudiar los recursos de aprendizaje en vez de ser limitados a leer páginas Web?
Synchronous collaborative learning	¿Cómo facilitar a los aprendices e instructores interactuar sincrónicamente, colaborar y cooperar entre compañeros?
Course creation and customization	¿Cómo pueden los instructores ser asistidos en construir cursos online en un LMS de forma tal que algunas tareas que necesitan ejecutar sean automatizadas?
E-book delivery	¿Cómo pueden los instructores ser asistidos de forma consistente y fácil para crear y estructurar los libros electrónicos de cursos online utilizando contenido hipermedia?
Student Assignments Management	¿Cómo crear asignaciones online para los estudiantes?
Student tracking	¿Cómo pueden los instructores rastrear el progreso de los estudiantes mientras interactúan con el LMS? Además, ¿cómo pueden los estudiantes ser informados de las actividades que han realizado en el curso?
Lifelong learner profile	¿Cómo puede el perfil de un aprendiz longlife ser descrito?
Support choices by providing feedback on collaborative behavior	Los aprendices Longlife experimentan problemas de sobrecarga de información, información relevante perdida dado el gran conjunto de actividades posibles.
Forming groups for collaborative learning	¿Cómo puede ser formado un grupo funcional para aprendizaje colaborativo en un entorno de educación?
Making online learners trust each other	¿Cómo se pueden juntar los estudiantes en grupos para aprendizaje colaborativo u online y fomentar la confianza en ellos?
Moderation of asynchronous online groups	Las experiencias indican que un moderador tiene un efecto positivo en las actividades y los resultados de aprendizaje de los grupos online. ¿Qué debería hacer un moderador para facilitar el aprendizaje efectivo en grupos online asincrónicos?

Tabla 5-9 Descripción de los problemas de los patrones

PATRÓN	PROBLEMA
Provide personal identity information	La gente no colabora debido a la falta de confianza y la falta de imagen mental de las otras personas con las que debe colaborar
Support identifiable types of communication	La gente no se entiende, hay una baja cohesión en el grupo, la gente tiene diferentes expectativas en la colaboración basada en texto online.
Scripted collaboration	En muchos cursos online los instructores enfrentan el hecho de que el aprendizaje colaborativo no sucede aunque los estudiantes se agrupan en equipos y tienen una tarea en la que trabajar. La Cooperación (en vez de la colaboración) y otros efectos desafortunados son observados frecuentemente en lugar del aprendizaje colaborativo genuino.
Forming groups for group work within a classroom context	¿Cómo puede un pequeño grupo trabajar en una tarea o proyecto?
Forming groups for collaborative knowledge building	¿Qué decisiones deberían ser tomadas cuando se forman grupos para la construcción de conocimiento colaborativo online?
Collaborative awareness	Los estudiantes tienen dificultades en seguir y estructurar una unión de esfuerzo y colaboración cohesiva en las tareas de aprendizaje cuando trabajan de forma colaborativa en equipos distribuidos. A menudo llevan a poca actividad, contribuciones pobres y a que los estudiantes sientan que pierden el tiempo.
Motivation educational	Un problema común en los entornos de trabajo colaborativos distribuidos es la falta de motivación de los participantes. Mientras las reuniones cara-a-cara a menudo son un estímulo suficiente para trabajar, por lo tanto, la gente tiende a perder la motivación en situaciones distribuidas.
Private and public spaces	Los compañeros de aprendizaje necesitan facilidades para colaborar en el diseño de la instrucción, en el sistema y en ambos. El diseño debería tener en cuenta al individuo en el grupo y también al colectivo. Diseñar sólo para el colectivo puede suprimir la necesidad de los individuos de soportar artefactos de contribución para un mejor funcionamiento del grupo.
Virtual assistant	Los estudiantes tienen dificultades en seguir y estructurar el esfuerzo/interacción conjunto de forma cohesiva en las tareas de aprendizaje cuando trabajan en forma colaborativa en equipos distribuidos. Esto a menudo lleva a la poca actividad, las contribuciones pobres y la pérdida de tiempo.

Tabla 5-10 Descripción de los problemas de los patrones (segunda parte)

PATRÓN	PROBLEMA
Learning in a 3D world	Un mundo en 3D online es una buena plataforma de colaboración. La gente ubicada en diferentes áreas geográficas son representadas por avatars (por ejemplo en representaciones gráficas en 3D de los usuarios), las cuales se pueden mover e interactuar en un espacio compartido 3D. Así los usuarios tienen la percepción de compartir el mismo espacio físico: pueden comunicarse en tiempo real, realizar acciones conjuntas y verse unos a otros. La cooperación podría ser dirigida al aprendizaje. ¿Cómo se pueden diseñar actividades cooperativas en un mundo 3D, de forma tal que puedan ser efectivas desde el punto de vista de la educación?
Demographic data	¿Qué información debería ser incluida como datos demográficos en el modelo de usuario que se utilizará en un Sistema de Educación basado en Web adaptativo?
User goals	¿Qué información debería considerarse como metas del usuario en un modelo del usuario que se utilizará en un Sistema de Educación basado en Web adaptativo?
User model definition	En los escenarios de educación tradicional, un instructor se considera bueno cuando puede obtener lo mejor de sus estudiantes individualmente, es decir, tomando en cuenta los diferentes estilos y necesidades de aprendizaje. Cuando el rol de instructor juega un papel en un sistema hipermedia de educación, la ignorancia de la individualidad del aprendiz limita la habilidad del sistema de ofrecerle una experiencia de aprendizaje efectivo. Sin embargo, la adaptación del sistema a las características relacionadas al aprendizaje individual es esencial.
User model initialisation	Inicializar el modelo del usuario del Sistema de Educación Adaptativo antes de cualquier interacción.
User model maintenance	Durante el curso de la interacción, muchas cosas sobre el usuario cambian, por ejemplo, el conocimiento asumido del usuario, el uso de datos, etc. Así, el modelo de usuario debe ser adaptado a las nuevas realidades.
User preferences	¿Qué información debería ser incluida como preferencias del usuario en un modelo de usuario que será utilizado en un Sistema de Educación basado en Web adaptativo?
Student, know your past	¿Cómo pueden ser informados los estudiantes de sus actividades pasadas en el curso?
Shape electronic environment for interactivity activity	¿Cuán interactiva es la actividad entre aprendices en un entorno promocionado electrónicamente?

Tabla 5-11 Descripción de los problemas de los patrones (tercera parte)

En general estos patrones tienen un nivel de abstracción muy alto y fueron extraídos del conjunto de aplicaciones de LMS de la Tabla 5-12.

PRODUCTO	COMPAÑÍA	SITIO WEB
WebCT	WebCT, Inc	http://www.webct.com
CoSE	Staffordshire University	http://www.staffs.ac.uk/COSE
LearningSpace	Lotus	http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/learnspace/
BlackBoard	Blackboard	http://www.blackboard.com
TopClass	WBT Systems	http://www.wbt-systems.com
VirtualU	Virtual Learning Enviroments	http://www.vlei.com
FirstClass	Centrinity	http://www.firstclass.com
Zebu	Centrinity	http://www.mc2learning.com
Learnlinc	Mentergy	http://learnlinc.com
Intralearn	Intralearn	http://www.intralearn.com
Saba	Saba Software	http://www.saba.com
FLE	UIAH Media Lab	http://fle3.uiah.fi
Convenc	Convenc	http://www.convenc.com
Gentle WBT	Hyperwave AG	http://wbt-2.iicm.edu

Tabla 5-12 Productos evaluados

CAPÍTULO 6

PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo presentamos el esbozo de solución objeto de estudio en esta línea de investigación. Para ello presentaremos el problema a resolver, la solución propuesta y el plan de trabajo que se seguirá para cumplir los objetivos planteados en la introducción del mismo.

En la sección 6.2 se describe el problema concreto a resolver en el diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje. La sección incluye un ejemplo de aplicación en una situación particular.

Posteriormente, la sección 6.3 aborda los temas relacionados con la posible solución a los problemas que se enfrentan al tratar de diseñar las aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicado a entornos de aprendizaje.

Finalmente, en la sección 6.4 se muestra un plan de trabajo para la obtención de los objetivos concretos planteados en este trabajo. Además, se describe el estado actual de desarrollo de cada uno de los objetivos planteados.

6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El diseño de las aplicaciones colaborativas sensibles al contexto, en este caso aplicadas al aprendizaje, se plantea en un escenario realista en el que las personas utilizarán dispositivos móviles como un dispositivo común en la vida cotidiana (posiblemente como actualmente se utilizan los relojes) con una funcionalidad que supera todo lo conocido.

El trabajo plantea la posibilidad de que las personas puedan aprender utilizando esta tecnología dentro de los espacios culturales. Este aprendizaje se llevaría a cabo de manera informal, tal como se ha planteado en la sección 4.6 de este trabajo.

La idea se basa en la posibilidad de que cualquier persona sea capaz de interactuar con su ambiente o entorno por medio de un dispositivo móvil y en este caso en particular nos centraremos en su uso dentro de los espacios culturales como medio de promoción del aprendizaje informal dentro de estos ambientes.

Dentro de esta situación, el contexto se vuelve fundamental. Nuestra intención es valernos de él y de las posibilidades que brinda (por, ejemplo Augmented Reality) para poder interactuar con el entorno de la manera más armoniosa y enriquecedora posible y así poder fomentar un aprendizaje más auténtico y real que el tradicional. Además, como se ha mencionado en la sección 2.2.2, la sobrecarga de información lleva a la falta de información y al desinterés, uno de los principales inconvenientes en el aprendizaje de hoy en día. Para poder cambiar esta situación nos valemos de las bondades de la computación ubicua, la tecnología CALM y la sensibilidad al contexto; dando al usuario la posibilidad de explorar y fijar su atención en las cosas que realmente le interesan.

Otro punto central en el proceso de aprender es la capacidad de interactuar con otras personas, esto nos lleva a incluir la posibilidad de comunicarnos con otros dispositivos y no sólo con el ambiente. La

posibilidad de comunicación puede llevar a la posibilidad de poder colaborar con estas personas y llevar a cabo un aprendizaje más efectivo permitiendo una asimilación del conocimiento más alta y porque no, más placentera y llevadera.

Como ejemplo concreto de una situación particular podemos suponer que una persona equipada con su dispositivo móvil (ordenador portátil, PDA o smartphone) entra en un espacio cultural –como puede ser un museo-. Éste es el ejemplo canónico de una familia de aplicaciones muy diversa y rica, como explicaremos luego.

Una vez dentro el usuario descarga una aplicación, o dispone de una aplicación genérica y comienza a visitar el espacio cultural interactuando con el entorno. Es decir, comienza a obtener información de acuerdo al contexto de un espacio u objeto particular. Al mismo tiempo que el usuario obtiene esa información está adquiriendo conocimiento y aprendiendo, no solo de ella sino de su entorno, siendo éste el objetivo de esta aplicación en concreto.

Este tipo de espacios públicos son de una gran afluencia de público y la interacción entre las personas, que no han tenido contacto verbal anteriormente, no suele ser muy común, con la consiguiente pérdida de comunicación, interacción y colaboración que puede darse dentro de este tipo de espacios. La tecnología móvil puede motivar este tipo de interacción que puede resultar de suma utilidad y de beneficio mutuo entre las personas que actualmente no se tiene en cuenta.

En general, los espacios culturales contienen una cantidad de información muy grande y diversa. Sin embargo, esta situación no es única de los espacios culturales porque también se da la misma situación en muchos otros entornos sociales, tanto públicos como privados. Ejemplo de ellos son los centros comerciales, los edificios administrativos, etc. Es decir, existe la posibilidad de ampliar el campo de aplicación de esta investigación a otros ámbitos.

El trabajo no estará centrado, en principio en el hardware ya que actualmente existen muchos dispositivos de propósito general que pueden ser utilizados. Por ejemplo, PDA, Ultra mobile PC, Laptop, teléfono móvil, Smartphone, etc. Además, dichos dispositivos disponen de muchos medios para comunicarse con el ambiente. Ejemplos de ellos son las cámaras digitales, WiFi, Bluetooth, IR, etc. También, cuentan con la posibilidad de tener ranuras de expansión de varios formatos. Por ejemplo: SD, Compact Flash, PCMCIA, etc.; por medio de las les pueden añadir dispositivos extra. Una evolución del dispositivo planteado en la sección 2.3.3.3 puede ser una buena muestra de este tipo de interfaz.

6.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Creemos que la mejor aproximación para llevar a cabo un trabajo de este estilo es encontrar un factor común que facilite el diseño de aplicaciones tan específicas. Tal como planteamos en la sección anterior, la aproximación que vemos más factible de aplicar en este caso es la de patrones de diseño. Los patrones de diseño que inicialmente fueron propuestos en el dominio de la Arquitectura civil y luego fueron llevados al área de las ciencias de la computación son un punto común en las áreas que estamos analizando. Los patrones de diseño abordan el problema de forma homogénea en los diferentes campos. Estos patrones de diseño proveerían las piezas clave en el diseño de aplicaciones.

En el capítulo anterior hemos revisado el estado del arte en diferentes dominios que abarca el trabajo para poder obtener una aproximación concreta en cada uno de ellos desde la perspectiva de los patrones de diseño. De acuerdo con lo que se pudo observar, en todos los dominios (colaboración, HCI, e-learning, patrones de programación, etc.) existen catálogos o lenguajes de los cuales valerse para diseñar las aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.

Aunque las fronteras son un poco difusas, como resultado del análisis de la situación de los patrones de diseño en las diferentes áreas, se pueden identificar 4 niveles de abstracción de patrones de diseño. El nivel de abstracción varía de acuerdo al autor y al campo en el cual se aplican. En un nivel superior se encuentran los patrones del dominio de la aplicación (en este caso e-learning, m-learning), luego aparecerían los patrones de diseño relacionados con las interfaces (patrones de HCI).

En un nivel un poco inferior se encuentran los patrones de Groupware y los de movilidad. Y en el nivel más bajo se encuentran los patrones de diseño de programación, los cuales darían soporte a toda la infraestructura anterior. Esta estructura en niveles de abstracción puede ayudar al diseño de las aplicaciones en capas.

Además, se puede ver que los patrones se pueden componer formando nuevos patrones o concretando patrones de un nivel de abstracción superior en soluciones a un nivel más bajo.

El resultado de la aplicación de los mecanismos o técnicas que relacionen los patrones presentados en el párrafo anterior sería un artefacto, que describe una aplicación o componente de una aplicación. Una visión esquemática de la solución se esboza en la Ilustración 6-1 dónde los diferentes aspectos de la una aplicación se concentran en un artefacto abstracto –o simplemente artefacto- que caracteriza la aplicación que se desea diseñar.

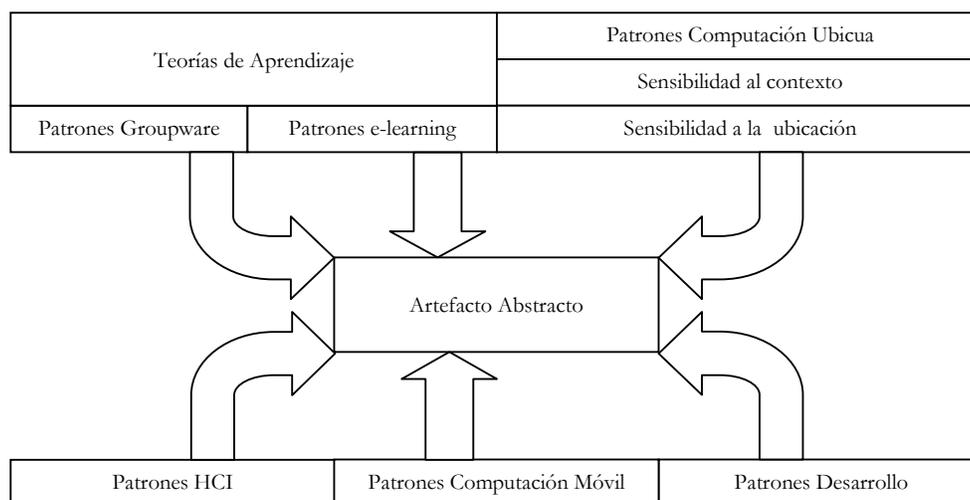


Ilustración 6-1 Idea conceptual de la utilización de patrones para el desarrollo

El artefacto se define en función de un conjunto de patrones. Estos patrones a su vez, pueden estar definidos en función de otros patrones. Por ejemplo, un patrón de e-learning puede definirse en función de patrones de CSCW, que a su vez pueden estar caracterizados por patrones de desarrollo, de HCI y de computación móvil. Así, los patrones de HCI también pueden ser caracterizados por patrones de desarrollo y lo mismo podría suceder con las características de sensibilidad al contexto o la ubicación que necesitaremos describir.

Para ilustrar la propuesta de solución, supongamos que se desea construir un medio de comunicación y repositorio de conocimiento ligado a una sala particular de un museo que tiene por objetivo resolver las dudas planteadas por los estudiantes, tanto de manera sincrónica como asincrónica. La idea es que un usuario que quiera realizar una intervención o buscar información en el repositorio ligado al espacio no tenga necesidad de elegir el espacio manualmente. Se asume que existen muchos espacios con las mismas características.

Entonces la solución comenzaría con la elección de alguna teoría de aprendizaje relacionada, en este caso tomaríamos la *Cognición Situada* y basados en ese contexto de aprendizaje aplicaríamos los patrones de diseño *Asynchronous collaborative* y *Synchronous collaborative learning* propuestos por (Rusman E., Lutgets G. & Ronteltap F., 2005). En esta etapa también se podrían definir colaboradores y actores de la aplicación. En el primer caso aplicaríamos los patrones de diseño de Groupware *NewsGroup* en el primer caso e *Instant Messaging* en el segundo del catálogo presentado en (gw-patterns). Estos patrones a su vez también pueden estar compuestos de otros patrones, que incluso puedan salir del mismo catálogo, por ejemplo *Presence Indicator*. Así se iría desarrollando la aplicación, por ejemplo aplicando el patrón de *Authentication* por *Challenging* de los patrones de movilidad de (Roth, J. 2002) para las autenticaciones de los usuarios del sistema. También se pueden tener en cuenta los aspectos relacionados con la interfaz

aplicando el patrón *Closable Panels* para la implementación del *Presence Indicator*. Además, se añaden los aspectos relacionados con la sensibilidad al contexto, en este caso a la ubicación, más concretamente. Para ello, nos podríamos valer de alguna de las arquitecturas presentadas en las secciones 2.3.3 y 2.3.4. En este caso concreto sería la utilización de algún sensor que permita ubicar al usuario en la sala y como consecuencia la aplicación del dispositivo automáticamente podría activar la aplicación que corresponde a la sala sin necesidad de intervención del usuario.

Una vez que se consigue obtener una representación completa de los aspectos generales de la aplicación se procede a aplicar los patrones de diseño de programación, para ir diseñando y definiendo la estructura y comportamiento del artefacto. Como los patrones de programación brindan un esquema de solución a los patrones más abstractos, éstas pueden ser guardadas y reutilizadas en el futuro, agilizando el proceso de diseño de aplicaciones. Por ejemplo, el patrón de diseño *Observer* puede ser utilizado para implementar la actualización de la interfaz de los estados de los usuarios. De esta forma, los patrones de programación proveerán el nexo entre los patrones y la generación de código mediante la instanciación de los mismos en un caso concreto, en el que se proveen las entidades u objetos concretos del diseño (alumno, profesor, mensaje, canal de comunicación, etc.).

Ahora bien, el artefacto abstracto abarca muchos aspectos, desde el modelo de dominio de la aplicación hasta la interfaz de usuario, pasando por sensores y actuadores provenientes de los aspectos relacionados con el contexto.

Este artefacto deberá ser soportado por una arquitectura subyacente basada en MVC. En este caso, el controlador estaría gobernado por alguna de las arquitecturas de sensibilidad al contexto vistas anteriormente. El modelo estaría compuesto principalmente por los patrones de e-learning, los patrones de diseño de Groupware y los relacionados con las tecnologías móviles. Finalmente la vista estaría gobernada principalmente por los patrones de HCI. Sin embargo, esta agrupación no es mutuamente exclusiva, por ejemplo, es muy probable que los patrones relacionados con el Groupware también tengan influencia en la interfaz.

Para poder generar los artefactos se propone el modelado y la construcción de una herramienta que sea capaz de representar los diferentes patrones y características de sensibilidad al contexto de las aplicaciones. En la Ilustración 6-2 se muestran las características de este entorno. Tener en cuenta que este entorno debe contemplar las características mencionadas respecto de la arquitectura MVC y los diferentes niveles de abstracción de los patrones.

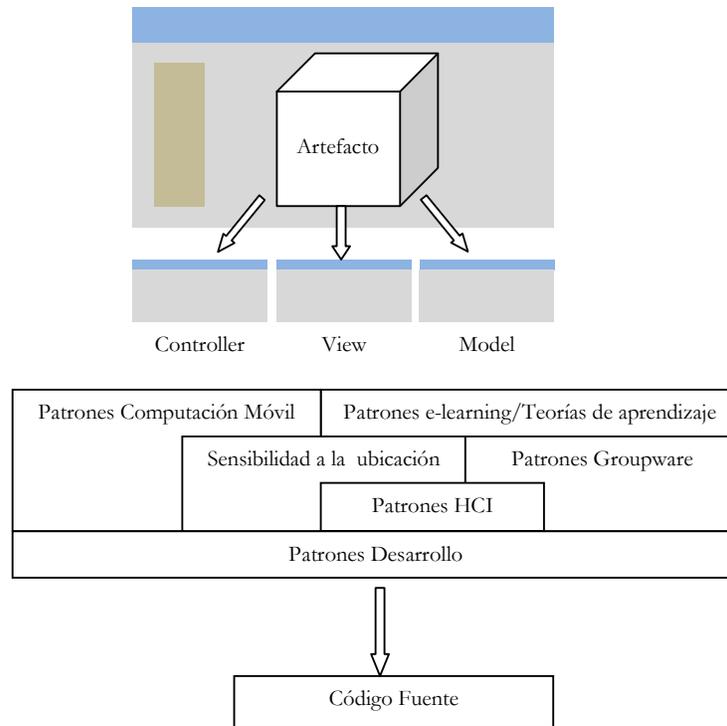


Ilustración 6-2 Esbozo de la propuesta

La herramienta además debería ser capaz de generar al menos la estructura de código fuente lo más detallado posible de la aplicación a construir. De esta forma el resultado sería un prototipo o al menos un esqueleto del sistema.

Una vez conseguida esta herramienta, se pretende aplicar los métodos/técnicas de composición/agregación de patrones en un caso de estudio concreto. Finalmente, se procederá a la evaluación de la aplicación creada.

6.4 BENEFICIOS Y VENTAJAS DEL ENFOQUE

Este enfoque tienen varias ventajas, la mayoría de ellas están relacionadas con las ventajas y beneficios de utilizar patrones de diseño.

Una de las ventajas más importantes es la posibilidad de reutilizar la experiencia. Como se ha mencionado en la sección anterior, esta metodología de diseño basada en patrones permitiría instanciar los patrones para casos particulares, sin la necesidad de repensar el diseño en cada implementación concreta.

La combinación de patrones podría dar lugar a patrones “combinados” que podrían ser utilizados como parte de nuevos diseños. Para ser más claros daremos un ejemplo de esta situación. Podríamos combinar *Closeable panels* de HCI con *Presence Awareness* e *Instant Messaging* de (GW-Patterns) que a su vez podrían ser parte del patrón *Synchronous Collaborative Learning* de e-learning.

Las diferentes capas de abstracción de patrones no permiten la reutilización independiente en cada una de ellas, lo que tiene como resultado un menor tiempo de diseño de aplicaciones, una mayor reutilización de la experiencia y una mayor fiabilidad.

La solución propuesta también combina alguna de las principales ventajas de la arquitectura dirigida por modelos, como puede ser la independencia de la plataforma y del lenguaje y la generación de aplicación de mayor calidad al conseguir resolver los problemas en el modelo en lugar de resolverlos en la implementación.

Otra consecuencia de la aplicación de esta idea es que puede hacerse independiente del dominio, por ejemplo, en este caso de estudio concreto hablamos de aplicaciones de e-learning o de aprendizaje; sin embargo, el paradigma es extensible a cualquier otro dominio, por ejemplo e-commerce.

6.5 PLAN DE TRABAJO

En esta sección vamos a presentar el plan de trabajo que define el modo de abordar la propuesta de solución planteada en la sección anterior, desglosada en objetivos particulares, junto con una descripción del estado actual de desarrollo de cada uno de ellos.

El objetivo general del trabajo se desglosa en los siguientes objetivos más concretos:

1. Presentar el estado del arte en las diferentes áreas que abarca el trabajo:
 - a. Computación Ubicua
 - b. Sensibilidad al Contexto
 - c. Sensibilidad a la ubicación
 - d. Sistemas colaborativos
 - e. M-learning
 - f. Computación móvil
 - g. Patrones de diseño
2. Definir un método de combinación y aplicación de patrones que permita relacionar patrones de los diferentes dominios involucrados en el diseño de aplicaciones.
3. A partir de las relaciones definidas en el objetivo anterior, crear un prototipo de entorno de desarrollo de aplicaciones aplicando los conceptos anteriormente descritos.
4. Establecer una relación entre los patrones de diseño y la implementación de los mismos.
5. Aplicar los métodos anteriormente definidos en un caso de estudio concreto.
6. Evaluar la usabilidad de las aplicaciones generadas.

Del primer objetivo, “Presentar el estado del arte en las diferentes áreas que abarca el trabajo” se ha realizado, y se presenta en este documento, un estudio exhaustivo del estado del arte en cada una de las áreas relacionadas con el objetivo de diseñar aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.

Se han estudiado los conceptos, fundamentos, teorías, tecnologías y arquitecturas relacionadas con la computación ubicua y la sensibilidad al contexto. También se puso especial énfasis en la sensibilidad a la ubicación, ya que está estrechamente relacionada con el área del aprendizaje. Incluso se han analizado aplicaciones concretas en el área.

Dentro del estado del arte también se exploraron los conceptos, definiciones, clasificaciones y aplicaciones relacionadas con los entornos colaborativos y m-learning para establecer una base de conocimientos que será utilizada para comprender e interpretar los patrones de diseño, los cuales son los elementos base de la solución propuesta.

Los patrones de diseño son el factor común necesario para el diseño de aplicaciones. Se ha realizado un estudio minucioso de los mismos en cada uno de los aspectos que involucra el diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.

Con esto creemos que el primer objetivo ha sido completado y que a partir de ahora comienza una nueva etapa que es el esbozo de una solución.

Dentro de este marco, en el trabajo se presenta un esquema de solución que permite combinar y aplicar patrones. En este caso la combinación y aplicación de los patrones se da en diferentes niveles de abstracción lo que permite la composición de los mismos para crear lo que se llamó un artefacto abstracto. Si bien las técnicas o métodos no están formalmente determinados, la línea de trabajo está claramente definida. Por lo tanto, el segundo objetivo, “Definir un método de combinación y aplicación de patrones que permita relacionar patrones de los diferentes dominios involucrados en el diseño de aplicaciones”, se puede decir que está encaminado y su estado de finalización ronda el 70%.

En cuanto al tercer objetivo “A partir de las relaciones definidas en el objetivo precedente, crear un prototipo de entorno de desarrollo de aplicaciones aplicando los conceptos anteriormente descritos”. La definición del entorno no se ha completado, aunque se ha definido un esbozo basado en la vista de los diferentes aspectos de un modelo MVC. Por lo tanto, este objetivo está desarrollado en un 7 % aproximadamente.

Del cuarto objetivo “Establecer una relación entre los patrones de diseño y la implementación de los mismos” se tiene una idea clara de cómo poder obtener un esqueleto de una aplicación. Esto se llevaría a cabo mediante la introducción de los patrones de programación para la generación de código fuente (ver la sección **implementación** de los patrones de diseño que dan una clara muestra de la posibilidad de su utilización en esta situación). En ellos se concretará el artefacto abstracto e instanciando el mismo con las entidades adecuadas se conseguiría el esqueleto de la aplicación particular. Basados en la arquitectura MVC, como se ha mencionado anteriormente, podemos utilizar otras herramientas de un nivel de abstracción más alto a los patrones de programación como son los AIO (Abstract Interaction Objects) para especificar los elementos de interfaz o el modelo que se define en la sección 2.3.3.1 para definir los aspectos relacionados con la sensibilidad al contexto. Por lo tanto, creemos estar en un 5 % del trabajo en este objetivo.

El quinto y sexto punto probarán las posibilidades de este enfoque en un caso concreto de estudio que será una aplicación sensible al contexto colaborativa aplicada al aprendizaje. Además, se evaluarán los puntos de usabilidad más relevantes de este caso.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y APORTACIONES DEL TRABAJO

7.1 CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado cómo abordar el diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto para entornos de aprendizaje.

La memoria del trabajo comienza con la presentación de los objetivos del trabajo. Seguidamente se presenta el estado del arte de computación ubicua en el que se desarrollan los conceptos relacionados con la tecnología CALM y su relación con la computación móvil. Así, se introduce uno de los aspectos fundamentales de la tecnología, la sensibilidad al contexto. De este tema en particular se brinda un pequeño resumen que gira entorno de la definición de sensibilidad al contexto, las características de este tipo de aplicaciones, en qué ámbito se pueden aplicar y los atributos característicos de este tipo de sistemas. También se presenta una clasificación de estos sistemas de acuerdo a sus particularidades y dos arquitecturas que soportan esta tecnología. Una de ellas se basa en la fusión de sensores, mientras que la otra es independiente de la etapa de obtención de información de los sensores.

Después, el trabajo trata el tema de computación sensible a la ubicación. Allí se mencionan los dominios de aplicación de esta tecnología y nos enfocamos en los requisitos de los sistemas de posicionamiento en interiores, dado que el posicionamiento en exteriores está casi resuelto por el uso de GPS en la mayoría de los casos. Además, los sistemas de posicionamiento de interiores serán de gran utilidad en la concepción de aplicaciones sensibles a la ubicación aplicadas a sistemas de aprendizaje. El objetivo de presentar estos requisitos es poder evaluar las técnicas y tecnologías presentadas en este trabajo según la situación. Esta información sirve para forjar una base en la que el diseño de aplicaciones sensibles al contexto se pueda sustentar. Para terminar con el tema de la sensibilidad a la ubicación se describen un conjunto de aplicaciones relacionadas con el tema a modo de estado del arte en este aspecto en particular. El estado del arte en la computación ubicua y sensibilidad al contexto pone especial énfasis en un tipo de aplicación particular, las relacionadas con los entornos culturales. Este tipo de aplicaciones son especialmente importantes porque están estrechamente relacionadas con el campo de aprendizaje, que justamente es el caso de estudio del trabajo.

Otro aspecto importante dentro del diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas a sistemas de aprendizaje es el concepto de colaboración, el cual está presente en la mayoría de las aplicaciones de hoy en día. Actualmente es imposible poder trabajar sin la utilización de herramientas de comunicación y colaboración como el e-mail, el Chat o la voz por IP. Como consecuencia en este trabajo se hace una pequeña reseña de los aspectos más importantes de este campo interdisciplinar que es el CSCW. Para poder diseñar aplicaciones colaborativas sensibles al contexto es menester abordar temas como las definiciones, orígenes, evolución y características principales de estos tipos de sistemas. Además, un aspecto muy importante de este tipo de aplicaciones es la clasificación de las mismas ya que es una manera muy cómoda de caracterizar este tipo de aplicaciones. En este punto, se ha propuesto una alternativa de clasificación más flexible y general a las propuestas actualmente. Además, un resumen de las aplicaciones típicas en este campo se expone a modo de referencia. El último aspecto relacionado con el tema es el de la Web 2.0 y el software social que están teniendo una participación cada vez más fuerte en la sociedad de la información. El software social está estrechamente asociado al aprendizaje y la colaboración entre los usuarios de Internet.

Finalmente, se exponen las relaciones que existen entre la colaboración y la educación, el cual es el caso de estudio del trabajo.

La importancia de la educación en un mundo cambiante como el actual ha tomado una relevancia inusitada en el último tiempo, los conceptos como longlife learning (aprendizaje continuo) ya no son una idea sino que son una necesidad en la actualidad. De esta forma, el trabajo continúa con un estado del arte y desarrollo de conceptos relacionados tanto con el m-learning como con el aprendizaje informal que son claves en el mundo del futuro. Dentro de los aspectos fundamentales se encuentra atractivo el uso de dispositivos móviles para motivar y enriquecer las posibilidades de aprendizaje de manera que nunca antes ha podido ser experimentada por los estudiantes. Para ello el uso de la tecnología denominada m-learning, que dota de movilidad a los tan difundidos entornos de e-learning, es especialmente interesante. Para poder diseñar aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas a sistemas de aprendizaje deberemos primero comprender sus orígenes y teorías asociadas. Así, se presentan en el trabajo una vista resumida de las definiciones de CSCL, trabajo colaborativo, el aprendizaje en redes colaborativas y las metáforas de aprendizaje. También se exploran los aspectos relacionados con el aprendizaje fuera de las instituciones tradicionales y el rol de la computadora en estos lugares. Además, para dar un sustento teórico a esta rama de la investigación, se esbozan en algunos párrafos los aspectos que nos interesan de las teorías emergentes del CSCL y lo que denominamos aprendizaje informal. Finalmente, se exponen las perspectivas de uso de estas tecnologías.

Para poder relacionar los temas anteriormente descritos (sensibilidad al contexto, sensibilidad a la ubicación, colaboración, m-learning y aprendizaje informal) los patrones de diseño proporcionan un factor común. Este factor está presente en cada una de las disciplinas mencionadas anteriormente. Por lo tanto, basándonos en las ideas de patrones que fueron tomadas en un principio del área de la arquitectura y luego fueron aplicadas con éxito en el desarrollo de programas de computación, se estudiaron diferentes catálogos y lenguajes de patrones de diseño. Entre ellos, los patrones de diseño de programación de Gamma, los de HCI de Tidwell y Van Welie, los de Groupware de Shümmer y la Web 2.0, los de computación móvil propuestos por Roth y los de Tesoriero et al, para interfaces de PDA que ejecutan aplicaciones estructuradas en el espacio. Finalmente, se examinan los patrones de e-learning. Los patrones de diseño son parte de la solución del diseño de aplicaciones colaborativas sensibles al contexto aplicadas al aprendizaje.

Finalmente se presenta la propuesta de solución del diseño de aplicaciones mediante la utilización de patrones. Como resultado de la recopilación de información descrita anteriormente, se procede a la presentación del enfoque de la solución. Este enfoque utiliza patrones de diseño como herramientas fundamentales de construcción de aplicaciones. Los patrones, en los diferentes niveles de abstracción, formarían parte de un entorno, el cual proveería mecanismos de agregación y composición de patrones en las diferentes capas para crear un artefacto abstracto.

Este artefacto deberá ser soportado por una arquitectura subyacente basada en MVC. En este caso el controlador estaría gobernado por alguna de las arquitecturas de sensibilidad al contexto vistas anteriormente.

Finalmente, todos estos aspectos se enlazarán con patrones de diseño de programación, los cuales proveerán una forma de traducción a código fuente o diagramas estándar, que serán el esqueleto de la aplicación.

Para realizar todas estas tareas se propone el desarrollo de un entorno de diseño y desarrollo de aplicaciones basado en patrones y una vez confeccionado, se aplicará a un caso de estudio concreto y se evaluará la usabilidad del sistema resultante.

7.2 APORTACIONES DEL TRABAJO

Como resultado del trabajo se han realizado publicaciones en congresos, revistas y desarrollos de algunos de los resultados iniciales de esta línea de investigación, así como de los prototipos relacionados con el proyecto del cual surge este trabajo de investigación.

7.2.1 PUBLICACIONES EN REVISTAS

7.2.1.1 Pendientes de publicación

- *Tesoriero, R.; Gallud, J. A.; Lozano, M.; Penichet, V. M. R. (2007). A Novel Approach to Enhance Visitors' Experience in Art Museums Using Mobile Technologies. UMUAI (User Modeling and User-Adapted Interaction). The Journal of Personalization Research. Special issue on Personalization in Cultural Heritage.*

Este artículo resume las características básicas de dos aplicaciones que permiten al usuario utilizar un dispositivo móvil, por ejemplo una PDA, para obtener información de las piezas del museo. La primera presentada en (Gallud J. A. et al, 2005) está actualmente funcionando en el MCA. La segunda fue producto la aplicación de mejoras que fueron relevadas en evaluación de usabilidad realizada en (Tesoriero R. et al 2007) de su predecesora. Esta segunda versión fue desarrollada para mejorar la interacción persona ordenador mediante la personalización de la misma. Entre los contribuciones de adaptación más destacados se encuentran la utilización de sensibilidad a la ubicación, internacionalización, la utilización de patrones de HCI (Tesoriero, R. 2007b), la adaptación del lenguaje a los usuarios y la accesibilidad para mejorar la satisfacción de los usuarios.

7.2.2 PUBLICACIONES CONGRESOS

- *Penichet, V. M. R.; Marin, I.; Gallud, J. A.; Lozano, M. D. and Tesoriero, R.: A Classification Method for CSCW Systems. Springer Electronic Notes Theoretical Computation Science. 168: 237-247 (2007).*

Este artículo presenta una propuesta de clasificación de aplicaciones Groupware. La clasificación se explica en la sección 3.4.4.

- *Tesoriero, R.; Lozano, M. D.; Gallud, J. A. and Penichet, V. M. R.: Evaluating the Users' Experience of a PDA-Based Software Applied in Art Museums. In Proceedings WebIST 2007. March 3-6, 2007. Barcelona, Spain.*

En este artículo se presenta la evaluación del sistema un sistema de guías móviles que actualmente está en uso en el MCA y que fue presentado en (Gallud, J. A. et al 2005). La evaluación fue realizada con dos grupos de personas de dos perfiles distintos y se evaluaron tres aspectos: el diseño y la calidad gráfica, la usabilidad general del dispositivo y finalmente, se hizo una evaluación de funcionalidad concreta.

- *Tesoriero, R.; Lozano, M. D.; Gallud, J. A. and Montero, F.: Applying HCI Design Patterns to PDA Applications on Art Museums. In proceedings Special Session WebIST 2007. March 6, 2007. Barcelona, Spain.*

Este artículo describe la aplicación de los patrones de diseño de HCI para PDA que ejecutan aplicaciones estructuradas en espacios presentados en (Tesoriero, R. et al 2007b). La aplicación se llevó a cabo en el marco de la construcción de una nueva versión del sistema de guías electrónicas basadas en PDA que fue presentado en (Gallud J. A. et al 2005).

- *Gallud, J. A.; Tesoriero, R.; Lozano, M. D. and Penichet, V. M. R.: A Mobile Software Developed for Art Museums: Conceptual Model and Architecture. In proceedings Special Session WebIST 2007. March 6, 2007. Barcelona, Spain.*

En este artículo se presenta una arquitectura y un modelo conceptual de un espacio cultural en el marco de la evolución del sistema presentado en (Gallud, J. A. et al 2005). Entre los aspectos más interesantes se destacan la creación de un modelo de espacios y la posibilidad de reutilizar información de los catálogos electrónicos disponibles como sistemas legados del mismo.

- *Tesoriero, R.; Montero, F.; Lozano, M. D. and Gallud, J. A.: HCI Design Patterns for PDA Running Space Structured Applications. Publication pending HCI International 2007. . Beijing, China. 22-27-Julio, 2007.*

Este artículo presenta un catálogo de patrones de diseño de HCI para dispositivos móviles, más específicamente para PDA, que ejecutan aplicaciones que están estrechamente relacionadas con el espacio físico. Estos patrones se ocupan principalmente de 4 problemas que son específicos de las aplicaciones estructuradas en espacios: la orientación del usuario dentro de los espacios, la distribución de los componentes en las pantallas restringidas de este tipo de dispositivos, la navegación y la accesibilidad en este tipo de aplicaciones.

- *Gallud, J. A.; Tesoriero, R.; Lozano, M. D. and Penichet, V. M. R.: Using mobile devices to improve the interactive experience of visitors in art museums. Publication pending HCI International 2007. Beijing, China. July 22-27, 2007.*

El artículo presenta los temas relacionados a la posibilidad de uso y de mejora de los sistemas de guías electrónicas en museos. Entre los más destacados se encuentran el modelado estándar de las entidades de las bases de datos de los museos y la aplicación de nuevas técnicas de interacción en el mismo.

7.2.2.1 Pendientes de aceptación

- *Penichet, V. M. R.; Lozano, M. D.; Gallud, J. A.; Tesoriero, R. (2007). Análisis en un Modelo de Procesos CSCW. Organización, Roles e Interacción Persona-Ordenador-Persona. VIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Mayo, 2007.*

En este artículo se presenta la etapa de análisis dentro del proceso de desarrollo de aplicaciones colaborativas. Se incluye la propuesta de los nuevos modelos definidos específicamente para capturar la información relativa a este tipo de sistemas.

- *Tesoriero, R.; Lozano, M. D.; Gallud, J. A. and Penichet, V. M. R Evaluating User Experience of a Location-Aware RFID Based System in Art Museums. Artículo Corto. Interact 2007. Socially-Responsible Interaction. 10-14 Septiembre de 2007, Rio de Janeiro, Brasil.*

Este artículo presenta la evaluación de un sistema de guía de museo basado en PDA el cual provee tres modos diferentes de interacción que dependen de las preferencias del usuario. Los modos de interacción son mediante el uso de: el lápiz en la pantalla táctil de la PDA, las teclas de cursor o las etiquetas RFID pasivas.

- *Tesoriero, R.; Lozano, M. D.; Gallud, J. A. and Penichet, V. M. R Deploying Mobile Devices in Cultural Environments: Lessons Learned. Artículo Corto. Interact 2007. Socially-Responsible Interaction. 10-14 Septiembre de 2007, Rio de Janeiro, Brasil.*

Este artículo describe las lecciones aprendidas del proceso de desarrollo, despliegue y mejora de un sistema existente de guías electrónicas para espacios culturales basadas en dispositivos PDA.

- *Tesoriero, R.; Lozano, M. D.; Gallud, J. A. and Penichet, V. M. R Providing Location-Aware Information Using Active RFID. Artículo Corto. Interact 2007. Socially-Responsible Interaction. 10-14 Septiembre de 2007, Rio de Janeiro, Brasil.*

Este artículo describe un entorno de sistema basado en etiquetas de RFID pasivas y activas el cual soporta el posicionamiento automático de dispositivos móviles en museos de arte. Este enfoque es especialmente útil para proveer información sensible a la ubicación.

7.2.3 INFORMES TÉCNICOS

- *Tesoriero, R.; Montero, F.; Lozano, M. D. and Gallud, J. A.: HCI design patterns for SSA to PDA applications in art museums. Technical Report. URL=<https://www.dsi.uclm.es/trep.php?codtrep=DLAB-07-01-2>*

Este informe contiene el catálogo de patrones completo al que hace referencia el artículo (Tesoriero, R. et al 2007b).

7.2.4 DESARROLLOS Y PROTOTIPOS

Dentro de los desarrollos y prototipos que han sido implementados se encuentran las aplicaciones que son parte del sistema de guías electrónicas inalámbricas e inteligentes (GUMUININ). Una formación más detallada se puede encontrar en 2.5.4.4.

Estos prototipos utilizan lectores de RFID, tanto activos como pasivos para obtener aplicaciones sensibles a la ubicación de forma tal que mejoran la interacción de los usuarios con el sistema de guía. Una de las características más salientes del sistema en este sentido es la posibilidad de combinar varias tecnologías de posicionamiento y manipularlas al mismo tiempo. De esta forma se consigue una precisión bastante buena en la ubicación del usuario en entornos de interiores.

Esta tecnología combinada con WiFi provee al usuario una nueva experiencia en la utilización de este tipo de guías en el que el posicionamiento automático reduce considerablemente la cantidad de clics para acceder a una información determinada.

Esta aplicación es un escenario adecuado para probar los resultados prácticos obtenidos a lo largo del trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- Aalst, Wil van der and Hee, Kees van (2004): *Workflow Management: Models, Methods, and Systems*. The MIT Press (March 1, 2004). ISBN: 0262720469W.
- Abdel-Wahab, H. M. and Feit, M. A. (1991): *XTV : A framework for sharing X window clients in remote synchronous collaboration*. In Proceedings of IEEE Tricomm'91 : Communications for distributed applications & systems, Chapel Hill, NC, USA, 1991. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA, 1991, p. 159-167.
- Abowd, G.D.; Atkeson, C.G.; Hong, J.; Long, S.; Kooper, R. and Pinkerton, M. (1997): *Cyberguide: A Mobile Context-Aware Tour Guide*. Baltzer/ACM Wireless Networks, Vol. 3. 1997.
- Ackerman, M. S.; Hindus, D.; Mainwaring, S. D. and Starr, B. (1997). *Hanging on the Wire: A Field Study of an Audio-Only Media Space*. ACM Transaction on Computer-Human Interaction, 4 (1). 1997. 39-66.
- AeroScout: "AeroScout". URL= <http://www.aeroscout.com>. Última referencia 2006.
- AIM: *American Instant Messenger*. URL=<http://www.aim.com/>.
- Alexander C.; Ishikawa S.; Silverstein M.; Jacobson M.; Fiksdahl-King I. and Shlomo A. (1977): *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University.
- Alexander Christopher. (1979). *The Timeless Way of Building*. New York: Oxford University Press.
- Altenhofen, M., Neidecker-Lutz, B. and Tallett, P. (1990): *Upgrading a window system for tutoring functions*. In Proceedings of the European X window system conference, London, November 12-14, 1990. CEP Consultants, Edinburgh, UK, 1990, p. 37-44.
- Anastasi, G.; Bandelloni, R.; Conti, M.; Delmastro, F.; Gregori, E. and Mainetto, G. (2003): *Experimenting an indoor bluetooth-based positioning service*. Proceedings of the 23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, pp. 480-483, May 19-22, 2003.
- Anderson, D (1999): *A Common Wealth: Museums in the Learning Age*. London: Department of Culture, Media & Sport.
- Andriessen, J.H. (2003): *Working with Groupware*. Understanding and Evaluating Collaboration Technology. Springer.
- Aoki, P.M. and Woodruff, A. (2000). *Improving Electronic Guidebook Interfaces Using a Task-Oriented Design Approach*. Designing Interactive Systems, 2000, pp.319-325, ACM Press.
- APA, American Psychological Association (2007): *Definition of context (n.d.)*. Dictionary.com Unabridged (v 1.1). Retrieved March 26, 2007. Dictionary.com website. url=<http://dictionary.reference.com/browse/context>.
- Applegate, L. M.; Konsyns ki, B. R. and Nunamaker, J. F. (1986): A group decision support system for idea generation and issue analysis in organization planning'. In Greif, I., (ed.), CSCW'86 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, December 3-5, 1986, Austin, Texas, USA. Association for Computing Machinery, New York, 1986, p. 16-34.
- Baber, C.; Bristow, H.; Cheng, S. L.; Hedley, A.; Kuriyama, Y.; Lien, M.; Pollard, J and Sorrell, P. (2001). *Augmenting Museums and Art Galleries*. Human-Computer Interaction INTERACT '01, The International Federation for Information Processing, Tokyo, Japan, 439-447.
- Baber, C.; Harris, T. and Harrison, B. (1999): *Demonstrating the concept of physical hyperspace in an art gallery*, In S. Brewster, A. Cawsey and G. Cockton (eds.) Human Computer Interaction INTERACT'99 (volume II), Swindon: British Computer Society
- Bahl P. and Padmanabhan, V. (2000): *RADAR: An in building RF based user location and tracking system*. In Proceedings of IEEE Infocom, Volume 2, pp. 775-784, March 2000.
- Bannon L. J. (1989). *Issues In Computer-Supported Collaborative Learning*. Proceedings of NATO Advanced Workshop on Computer-Supported Collaborative Learning, Editor Claire O'Malley. Maratea, Italy. Septiembre 1989.
- Bannon, L. J. and Schmidt, K. (1989): *CSCW: Four characters in Search of a context*. First European Conference in CSCW.
- Bazley, M (1998): *The internet: who needs it?* Journal for Education in Museums, 19, 40-43.

- Benford, S. D.; Smith, H.; Sheperd, A.; Bullock, A. and Howidy, H. (1992): *Information sharing approach to CSCW : The Grace project*. Computer communications, 15 (1992), 8, p. 502-509.
- Benford, S.; Greenhalgh, C.; Craven, M.; Walker, G.; Regan, T.; Morphett, J. and Wyver, J. (2000): *Inhabited Television: Broadcasting Interaction from Within Collaborative Virtual Environments*. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 7 (4). 2000. 510-547.
- Ballagas, R.; Rohs, M.; Sheridan, J. G. and Borchers, J. (2005): *Sweep and point & shoot: Phonedcam-based interactions for large public displays*. In CHI '05: Extended abstracts on Human factors and computing systems, 2005.
- Bohn, J. (2006): *Prototypical Implementation of Location-Aware Services based on Super-Distributed RFID Tags*. 19th International Conference on Architecture of Computing Systems – System Aspects in Organic Computing (ARCS 2006), LNCS No. 3894, Springer-Verlag, pp. 69-83, Germany, March 13-16, 2006.
- Boon, T. (2000): *The opportunities of hybridity: making the modern world, a new historical gallery in a diverse institution*. Paper presented at Science Communication, Education, and the History of Science, British Society for the History of Science, London, 12-13 July.
- Borchers J. (2001). *A Pattern Approach to Interaction Design*. Publisher: John Wiley & Sons. May, 2001. ISBN-10:0471498289. ISBN-13: 978-0471498285.
- Bordeau, J. and Wasson B. (1997): *Orchestrating collaboration in collaborative telelearning*. Artificial intelligence in education. B. Boulay and R. Mizoguchi, IOS Press: 565-567.
- Bowers, J. M.; Churcher J. and Roberts, T. (1988): *Structuring computer-mediated communication in COSMOS*. In R. Speth (ed.), Research into networks and distributed applications: Proceedings of European teleinformatics conference - EUTEKO '88 on research into networks and distributed applications, Vienna, Austria, April 20-22, 1988. North-Holland, Amsterdam, 1988, p. 195-209.
- Bradburne, J. (2001): *A new strategic approach to the museum and its relationship to society*. Museum Management and Curatorship, 19(1), 75-84.
- Bransford, J. D.; Vye, N.; Kinzer, C. and Risko, R. (1990): *Teaching thinking and content knowledge: Toward an integrated approach*. In. B. Jones & L. Idol (Eds.) Dimensions of thinking and cognitive instruction (pp. 381-413). Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Brehmer, B. (1991): *Distributed decision making: some notes on the literature*. Distributed decision making: cognitive models for cooperative work. J. Rasmussen, B. Brehmer and J. Leplat. Chichester, England ; New York, Wiley.
- Brinck, T. and Gomez, L. M. (1992): *A collaborative medium for the support of conversational props*. In Turner, J. and R.E. Kraut (eds.), CSCW'92 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, October 31 to November 4 1992, Toronto, Canada. Association for Computing Machinery, New York, 1992, p. 171-178. URL=<http://www.acm.org/pubs/contents/proceedings/cscw/143457/index.html>.
- Bristow, H. W.; Baber, C.; Cross, J.; Woolley, S. and Jones, M. (2002): *Minimal Interaction for Mobile Tourism Computers*. The Workshop "Mobile Tourism Support" at Mobile HCI (2002).
- Brown, J. S.; Collins, A. and Duguid, P. (1989): *Situated cognition and the culture of learning*. Education Researcher, 18, 32-42.
- Brown, J. S. and Duguid, P. *Keeping It Simple: Investigating Resources in the Periphery*. Solving the Software Puzzle. Ed. T. Winograd, Stanford University.
- Brown, P.J.; Bovey, J.D. and Chen X. (1997): *Context-Aware Applications: from the Laboratory to the Marketplace*. IEEE Personal Communications, 4(5), pp. 58-64.
- BSCW: Basic Support for Collaborative Work. URL=<http://bscw.fit.fraunhofer.de/>. Fraunhofer FIT, OrbiTeam Software GmbH (2002): Sitio Oficial de BSCW. URL=<http://bscw.gmd.de/>.
- Butz, A., Baus, J., Kruger, A.: *Augmenting buildings with infrared information*. In Proceedings of the International Symposium on Augmented Reality ISAR 2000, 2000, IEEE Computer Society Press.
- Cameron, F. (2001): *Wired collections – the next generation*. Museum Management and Curatorship, 19(3), 309-312
- Calvary G.; Coutaz J. and Thevenin D. (2001): *A unifying reference framework for the development of plastic user interfaces*. 8th IFIP working conference on engineering for humancomputer interaction (EHCI'01), Toronto, Canada (Lecture Notes in Computer Science 2254), Springer-Verlag, 2001; 173–192.
- CMS, Chicago Manual Style (2007): *Definition of context*. Dictionary.com. Dictionary.com Unabridged (v 1.1). Random House, Inc. Accessed: March 26, 2007. url=<http://dictionary.reference.com/browse/context>.

- Carretero A., Chinchilla M., Barraca de Ramos, P., Adellac M. D., Pesquera I. and Alquézar E. (1996). *Normalización documental de museos: Elementos para una aplicación informática de gestión museográfica*. Ministerio de educación y cultura. Dirección general de Bellas Artes y Bienes Culturales. Spain. ISBN: 84-818-148-3.
- Carstensen, P. H. and K. Schmidt (2002): *Computer supported cooperative work: New challenges to systems design*. Handbook of Human Factors. K. Itoh. Tokyo.
- Chou, L.; Lee, C.; Lee, M. and Chang, C.: *A Tour Guide System for Mobile Learning in Museums*, 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04), pp. 195, 2004.
- Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio. (2002). *Design of Handheld Interactive Support*. Preproceedings of DSVIS-02. Rostock, Germany.
- Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio. *Design Criteria for Location-aware, Indoor, PDA Applications*. Proceedings Mobile HCI 2003, pp.131-144, LNCS 2795, Springer Verlag.
- Ciavarella, Carmine and Paternò, Fabio (2004): *The design of a handheld, location-aware guide for indoor environments*. Personal Ubiquitous Computing 2004. Volume 8. Pages 82–91. Published: 27 April 2004. Springer-Verlag London Limited 2004.
- Cinotti, T. S.; Di Stefano, L.; Raffa, G.; Roffia, L.; Pettinari, M.; and Mola, M. (2006). *Dead reckoning supports stereo vision in pedestrians tracking*. In Proceedings of the Fourth Annual IEEE international Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (March 13 - 17, 2006). PERCOMW.
- Ciolfi, L. and Bannon, L. J. (2002). Designing Interactive Museum Exhibits: Enhancing visitor curiosity through augmented artifacts. Eleventh European Conference on Cognitive Ergonomics.
- Cole, M. and Griffin, P. (Eds.) (1987): *Contextual factors in education*. Madison, Wisc: Wisconsin Center for Educational Research, Univ. of Wisconsin, USA.
- Coleman, David (1997): Groupware: Collaborative Strategies for Corporate LANs and Intranets, Amazon.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. (1989). *Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics*. In L. B. Resnick (Ed.), Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Conklin, J. and M.L. Begeman (1988): *gIBIS : A hypertext tool for exploratory policy discussion*. ACM transactions on office information systems, 6 (1988), 4, p. 303-331.
- Conner, M. (2007): Informal Learning. 22/03/2007. URL=<http://www.agelesslearner.com/intros/informal.html>. Última Visita 21/04/2007.
- Coombs, Ph. and Ahmed, H. (1974): Attacking rural poverty. How nonformal education can help. Baltimore
- Cooper J. W. (1988): *The Design Patterns Java Companion*. Addison-Wesley Design Patterns Series URL=<http://www.patterndepot.com/put/8/JavaPatterns.htm>
- Cooper, A. (1999): The Inmates are Running the Asylum: Why high-Tech Products Drive us Crazy and How to Restore the Sanity. Indianapolis, In Proceedings Sams.
- Cross, Jay. (2006): Informal Learning: Rediscovering the Natural Pathways that Inspire Innovation and Performance. San Francisco: Pfeiffer.
- Curtis, M.; Luchini, K.; Bobrowsky, B.; Quintana, C. and Soloway, E. (2002): *Handheld Use in K-12: a descriptive account*. Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Danielsen, T.; Pankoke-Babatz, U.; Prinz, W.; Patel, A.; Pays, P. A.; Smaaland, K. and Speth R. (1986): *The AMIGO project : Advanced group communication model for computer-based communication environment*. In Greif, I., (ed.), CSCW'86 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, December 3-5, 1986, Austin, Texas, USA. Association for Computing Machinery, New York, 1986, p. 115-142.
- Davies, N.; Mitchell, K.; Cheverest, K. and Blair, G. (1998): *Developing a Context Sensitive Tourist Guide*. First Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices, GIST Technical Report G98-1.
- De Cindo, F. G.; De Michelis, C.; Simone, R.; Vassalio and Zanaboni, A. M. (1986): *CHAOS as a coordination technolog*. In Greif, I., (ed.), CSCW'86 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, December 3-5, 1986, Austin, Texas, USA. Association for Computing Machinery, New York, 1986., p. 325-342.
- De Crom, E. P. and De Jager, A. (2005): *The "ME" -Learning Experience: PDA Technology and E-Learning in Ecotourism at the Tshwane University of Technology (TUT)*. Paper presented at M-Learn 2005, (October) Cape Town, South Africa. Available at: <http://www.mlearn.org.za/papers-full.html> (accedido 21/12/2005).

- Dede, C. and Palumbo, D. (1991): *Implications of Hypermedia for cognition and communication*. International Association for Impact Assessment Bulletin, 9, 1-2, 15-28.).
- DeSanctis, G. and Gallepe, B. (1987): *A foundation for the study of group decision support systems*. Management Science, 33, 5, 589-609.
- Dey, A. K.; Salber, D.; Abowd, G.D. and Futakawa, M. (1999): *The Conference Assistant: Combining context-awareness with wearable computing*. 3rd International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, California, 18-19 October, 1999, pp. 21-28.
- Dey, A. K. and Abowd, G. D. (1999): *Toward a better understanding of context and context-awareness*. GVU Technical Report GIT-GVU-99-22, College of Computing, Georgia Institute of Technology.
- Dey, A. K. (2001): *Understanding and using context*. Personal and Ubiquitous Computing, Vol 5, No. 1, pp 4-7, 2001.
- Dey, A. K.; Mankoff, J.; Abowd, G.D. and Carter, S. (2002): *Distributed Mediation of Ambiguous Context in Aware Environments*. In Proceedings of the 15th Annual Symposium on User Interface Software and Technology (UIST 2002), Paris, France, Oct. 2002, pp. 121-130.
- Dillenbourg, P. M.; Baker, A.; Blaye C. and O'Malley (1995): *The Evolution of Research on Collaborative Learning*. Learning in humans and machines. Towards an interdisciplinary learning science. P. Reimann and H. Spada. London, Pergamon: 189-211.
- Driver, R.; Leach, J.; Asoko, H. and Scott, P. (1999): *Constructivism in science education*. Educational Researcher, 23, 7, 5-12
- Easy Living: *Easy Living*. URL=<http://research.microsoft.com/easyliving>. Última visita 2006.
- Egido, C. (1988): *Videoconferencing as a technology : A review of its failures*. In Suchman, L., (ed.), CSCW 88 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, September 26-29, 1988, Portland, Oregon. Association for Computing Machinery, New York, 1988, p. 13-24.
- Ekahau: *Ekahau Positioning Engine*. URL=<http://www.ekahau.com>. Última visita 2006.
- Ellis, C. A. and Gibbs, S. J. (1989): *Concurrency control in groupware systems*. In J. Clifford, B. Lindsay and D. Maier (eds.), Proceedings of the ACM SIGMOD'89 conference on the management of data, Seattle, WA, USA, May 2-4, 1989. ACM Press, New York, 1989, p. 399-407.
- Ellis, C. A.; Gibbs, S. J. and Rein, G. L. (1989): *Design and use of a group editor*. In G. Cockton (ed.), Engineering for human-computer interaction : proceedings of the IFIP TC2/WG2.7 working conference on engineering for human-computer interaction, Napa-Valley, CA, USA, 21-25 August 1989. North-Holland, Amsterdam, 1990, p. 13-28.
- Ellis, C. A., Gibbs, S. J., and Rein, G. L. (1991): *Groupware: Some issues and experiences*. Communications of the ACM, 34 (1991), 1, p. 38-58.
- Engelbart, D. C. and English W. K. (1968): *A research center for augmenting human intellect*. In Proceedings of Fall Joint Computer Conference, San Francisco, USA, December 1968, vol. 33, AFIPS conference proceedings, 1968, p. 395-410
- Engelbart, D. C. (1975): *NLS teleconferencing features: The journal, and shared-screen telephoning*. In CompCon75 Digest, September 9-11, 1975. IEEE, Los Alamitos, CA, USA, 1975, p. 173-176.
- Engelbart, D. (2004). Blog dedicado a Douglas Engelbart. URL=<http://douglasengelbart.motime.com/>.
- Engeström, Y. (1987): *Learning by Expanding: an Activity Theoretical Approach to Developmental Research*. Helsinki.
- Evans, J.; Krishnamurthy, B.; Barrows, B.; Skewis, T. and Lumelsky, V. (1992): *Handling real-world motion planning: a hospital transport robot*. Control Systems Magazine, IEEE , vol.12, no.1pp.15-19, Feb 1992.
- Falk, J. and Dierking, L., (1992). *The Museum Experience*. Ann Arbor, MI: Whalesback Books.
- Falk, J. H. and Dierking, L. D. (2000). *Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Altamira Press, Walnut Creek, CA, 2000.
- Falk, J and Dierking, L (2002): *Lessons Without Limit: How Free-Choice Learning is Transforming Education*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Findley, Charles A. and Wyer, Jo-Anne. (1987): *Learning in the Information Age*. Proceedings of the International Conference on Computer Assisted Learning in Post-Secondary Education, May 5-7,1987, pp.9-16.
- Findley, Charles A. (1987): *Integrated Learning and Information Support Systems for the Information Age Worker*. Presentation at World Future Society Conference, Cambridge, MA., November 1987.

- Findley, Charles A. (1988): *Collaborative Networked Learning: On-line Facilitation and Software Support*. Digital Equipment Corporation. Burlington, MA.
- Findley, Charles A. (1989): *Collaborative Learning-work*. Presentation at the Pacific Telecommunications Council 1989 Conference, January 15-20, Honolulu, Hawaii.
- Findley, Charles A. (1989b): *Open Communication Systems Beyond the Classroom*. Presentation at World Future Society, July 16-20, Washington, D.C.
- Fischer, Tom; Slater, John and Stromquist, Peter (2002): *Professional Design Patterns in VB.NET: Building Adaptable Applications*. Wrox Press (August 2002). ISBN-10: 1861006985. ISBN-13: 978-1861006981
- Fish, R. S.; Kraut, R. E.; Leland, M. D. P. and Cohen, M. (1988): *Quilt : A collaborative tool for cooperative writing*. In R.B. Allen (ed.), Conference on office information systems, March 23-25, 1988, Palo Alto, CA, USA, vol. 9(2&3), SIGOIS bulletin. ACM Press, New York, 1988, p. 30-37.
- Fish, R. S., Kraut, R. E. and Chafonte, B. L. (1990): *The VideoWindow s system in informal communications*. In Halasz, F., (ed.), CSCW'90 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, October 7-10, 1990, Los Angeles, CA, USA. Association for Computing Machinery, New York, 1990, p. 1-11.
- Flavell, J. H. (1976). *Metacognitive aspects of problem-solving*. In L.B. Resnick (Ed.). The nature of intelligence (pp.231-235). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fleck, M.; Frid, M.; Kindberg, T.; O'Brien-Strain, E.; Rajani, R. and Spasojevic, M. (2002): *From informing to remembering: ubiquitous systems in interactive museums*. Pervasive Computing, 1(2), 13-2
- Floerkemeier C. and Mattern, F. (2006): *Smart Playing Cards - Enhancing the Gaming Experience with RFID*. To appear at URL=http://www.pergames.de 2006.
- Forno, F.; Malnati, G. and Portelli, G. (2005): *Design and implementation of a Bluetooth ad hoc network for indoor positioning*. IEE Proceedings on Software, Volume 152, Issue 5, pp. 223-228, October 2005.
- Gagne, R.M. (1968): *Learning hierarchies*. Educational Psychologist, 6, 1-9.
- Gallud, J. A.; Penichet, V. M. R.; Argandaña, L.; González, P. and García J. A. (2005): *Digital Museums: a multi-technological approach*. HCI International Conference 2005. Lawrence Erlbaum Associates (ISBN 0-8058-5807-5). July, 2005. Las Vegas, USA.
- Galani, A and Chalmers, M (2002): *Can you see me? Exploring co-visiting between physical and virtual visitors*. In D Bearman and J Trant (Eds), Museums and the Web 2002: Selected Papers from an International Conference. Pittsburgh, PA: Archives & Museums Informatics.
- Gallud, José Antonio; Tesoriero, Ricardo; Lozano, María Dolores and Penichet, Víctor Manuel Ruiz (2007). *A Mobile Software Developed for Art Museums: Conceptual Model and Architecture*. In proceedings Special Session WebIST 2007. March 6, 2007. Barcelona, Spain
- Gallud, José Antonio; Tesoriero, Ricardo; Lozano, María Dolores and Penichet, Víctor Manuel Ruiz (2007b): *Using mobile devices to improve the interactive experience of visitors in art museums*. Publication pending HCI International 2007. Beijing, China. July 22-27, 2007.
- Gamma, Erik; Helm, Richard; Johnson, Ralph and Vlissides, John. (1993): *Design Patterns: Abstraction and Reuse in Object-Oriented Designs*. In Proceedings of ECOOP'93. Springer-Verlag, Berlin.
- Gamma, Erik; Helm, Richard; Johnson, Ralph and Vlissides, John (1995): *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley Professional; 1st edition (January 15, 1995). ISBN-10: 0201633612. ISBN-13: 978-0201633610
- Gammon, B (2001): *Assessing Learning in Museum Environments: a Practical Guide for Museums Evaluators*. London: Science Museum.
- Gardner, H (1991): *The Unschooled Mind: How Children Think and how Schools Should Teach*. New York: Basic Books
- Garfinkel, D.; Welti, B. C. and Yip, T. W. (1994): *HP SharedX : A tool for real-time collaboration*. Hewlett-Packard Journal, 45 (April 1994), 2, p. 23-36.
- Gaver, W.W. (1986): *Auditory Icons: Using Sound in Computer Interfaces*. J. Human-Computer Interaction. v2n2. 1986. pp. 167-177.
- Genco, A. (2005): *Three step bluetooth positioning*. In Location and Context-Awareness, Volume 3479 of Lecture Notes in Computer Science, pp. 52–62, Springer, 2005.

- Geogieriev T., Georgieva E. and Smrikarov A. (2004): *M-Learning - a New Stage of E-Learning*. International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2004. 2004.
- Geser, G (2003): *Introduction and overview*. In: DigiCULT Consortium, Learning Objects from Cultural and Scientific Heritage Resources. Salzburg: DigiCULT Consortium. URL=<http://www.digicult.info>.
- Gibson, J. (1979): *The Ecological Approach to Visual Perception*. New York: Houghton Mifflin, 1979.
- Giorgini, F and Cardinali, F (2003): From cultural learning objects to virtual learning environments for cultural heritage education: the importance of using standards. In: DigiCULT Consortium, Learning Objects from Cultural and Scientific Heritage Resources. Salzburg: DigiCULT Consortium. URL=<http://www.digicult.info>.
- Greenberg, S. (): *Context as a Dynamic Construct*. Human-Computer Interaction, vol. 16 (2-4), pp. 257–268, 2001.
- Greenberg, S. (1991): Computer-supported co-operative work and groupware: an introduction to the special issue. International Journal Man Machine Studies.
- Greenberg, S.; Roseman, M.; Webster, D. and Bohnet, R. (1992): *Human and technical factors of distributed group drawing tools*. Interacting with computers, 4 (1992), 1, p. 364-392.
- Greenhalgh, C. (1997): *Creating large-scale collaborative virtual environments*. In Advance proceedings of OOGP'97. The international workshop on object oriented groupware platforms, Lancaster, UK, 7 September 1997. Telematics Research Centre, Enschede, the Netherlands, 1997, p. 85-86, G. H. ter Hofte and H.J. van der Lugt (Eds.)
- Greif, I. (1988): *Computer-Supported Cooperative Work: A Book of Readings*. Morgan Kaufmann, San Mateo CA, 1988.
- Griffiths, Richard: Computer Supported Co-operative Work (CSCW) and Groupware. URL=<http://www.it.bton.ac.uk/staff/rng/teaching/notes/CSCWgroupware.html>.
- Grinter, R.E.; Aoki, P.M, Hurst, A.; Szymanski, M.H.; Thornton, J.D. and Woodruff, A. (2002): *Sotto Voce: Exploring the Interplay of Conversation and Mobile Audio Spaces*. In Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2002), (Minneapolis, MN, 2002), ACM Press, 431-438.
- Grinter, R. E.; Aoki, P. M.; Hurst, A.; Szymanski, M. H.; Thornton, J. D. and Woodruff, A. (2002). *Revisiting the Visit: Understanding How Technology Can Shape the Museum Visit*. In Proc. ACM Conf. on Computer Supported Cooperative Work, New Orleans, LA.
- Grow G. (1996a). *The strategic reader*. URL=<http://168.223.2.3/sjmg/ggrows/StrategicReader/StratRead.html#anchor1123632>.
- Grow G. (1996b). *Teaching Learners to be Self-Directed*. <http://www.famu.edu/sjmg/ggrows/SSDL/SSDLIndex.html#Contents>
- Grudin, J. (1994): CSCW: History and Focus. University of California. IEEE Computer, 27, 5, 19-26. 1994. URL=<http://www.ics.uci.edu/~grudin/Papers/IEEE94/IEEEComplastsub.html>.
- Gw-Patterns (2007): Patterns for Groupware Web Site. URL=<http://www.wpi6.fernuni-hagen.de:8080/gw-patterns>.
- Haake, J. M. and Wilson, B. (1992): *Supporting collaborative writing of hyperdocuments in SEPLA*. In Turner, J. and R.E. Kraut (eds.), CSCW'92 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, October 31 to November 4 1992, Toronto, Canada. Association for Computing Machinery, New York, 1992, p. 138-146. URL=<http://www.acm.org/pubs/contents/proceedings/cscw/143457/index.html>.
- Haake, A. and Haake, J. M. (1993): *Take CoVer: Exploiting version support in cooperative systems*. In S. Ashlund, K. Mullet, A. Henderson and T. White (eds.), Human factors in computing systems: INTERCHI'93. ACM Press, New York, 1993, p. 406-41.
- Hahn, U.; Jarke, M.; Eherer, S. and Kreplin, K. (1991): *CoAUTHOR : A hypermedia group authoringenvironment*. In J.M. Bowers and S.D. Benford (eds.), Studies in computer supported cooperative work: theory, practice and design. North-Holland, Amsterdam, 1991, p. 79-100.
- Hallaway, D.; Feiner, S. and Höllerer, T. (2004): *Bridging the Gaps: Hybrid Tracking For Adaptive Mobile Augmented Reality*. Applied Artificial Intelligence, Volume 18, Issue 6, Jul 2004, pp. 447 – 500.
- Harrison, B.L.; Fishkin, K.P.; Gujar A.; Mochon, C. and Want, R. (1998): *Squeeze Me, Hold Me, Tilt Me! An Exploration of Manipulative User Interfaces*. In the Proceedings of CHI '98, May, (1998).
- Hartson, H. R. (1998). *Human-computer interaction: Interdisciplinary roots and trends*. The Journal of Systems and Software, vol 43, pp.103-118.

- Hawkey, R (2001a): Innovation, inspiration, interpretation: museums, science and learning. *Ways of Knowing Journal*, 1(1), 23-31.
- Hawkey, R (2001b): *Science beyond school: representation or re-representation?*. In: A Loveless and V Ellis (Eds), *ICT, Pedagogy and the Curriculum: Subject to Change*. London: Routledge/Falmer
- Hawkey R. (2004): *Learning with Digital Technologies in Museums, Science Centres and Galleries*. A Report for NESTA Futurelab (Report 9). Future Lab. King's College, London. URL=http://www.nestafuturelab.org/research/reviews/09_01.htm (último acceso 26/08/05).
- Hein, G (1995). *The constructivist museum*. *Journal for Education in Museums*, 16, 21-23.
- Hein, G (1998). *Learning in the Museum*. London: Routledge.
- Hennessy, S. (2000): *Graphing investigations using portable (palmtop) technology*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16.243-258.
- Hennessy, S.; Fung, P. and Scanlon, E. (2001): *The role of the graphic calculator in mediating graphing activity*. *International Journal of Mathematics for Education in Science and Technology*, 32(2) 267-290.
- Hepple, S (2000): *How might eLearning really change educational policy and practice?* In: Johnson, M (Ed), *Education Futures*. London: Design Council/RSA.
- Herrmann, Thomas; Jahnke, Isa; Kunau, Gabriele and Schneider, Helge (2002): *Patterns of socio-technical Systems - Characteristics and Requirements in the Field of CSCW-Applications*. Workshop auf der CSCW 2002.
- Hightower, J.; Vakili, C.; Borriello, G. and Want, R. (2001): *Design and Calibration of the SpotON Ad-Hoc Location Sensing System*. Unpublished, August 2001.
- Hiltz, S. R. and Turoff M. (1978): *The network nation: Human communication via computer*. Addison-Wesley, London, 1978.
- Hood, M.G. (1983): *Staying Away: Why People Choose Not to Visit Museums*. *Museum News*, 61. April 4, 1983. 50-57.
- Hofte, Henri Ter (1998) *Working Apart Together: Foundations for Component Groupware*. ISBN 90-75176-14-7. Telematica Instituut. Enschede, The Netherlands, 1998.
- Hooper-Greenhill, E.; Dodd, J.; Moussouri, T.; Jones, C.; Pickford, C.; Herman, C.; Morrison, M.; Vincent, J and Toon, R (2003). *Measuring the outcomes and impact of learning in museums, archives and libraries*. End of project paper for the Learning Impact Research Project. Leicester: Research Centre for Museums and Galleries. URL=www.mla.gov.uk/action/learnacc/00insplearn.asp.
- Horn, Daniel B.; Finholt, Thomas A.; Birnholtz, Jeremy P.; Motwani, D. and Jayaraman, S. (2004): *Six degrees of Jonathan Grudin: a social network analysis of the evolution and impact of CSCW research*. ACM conference on Computer supported cooperative work, 2004. p 582 - 591
- Hornung, C. and Santos, A. (1991): *CoMediA, a Cooperative hyperMedia Editing Architecture: The problem of the cooperative access*. In L. Kjeldahl (ed.), *Multimedia : Systems, interaction and application*, 1st Eurographics workshop, Stockholm, Sweden, April 18/19, 1991. Springer-Verlag, Berlin, 1991, p. 208-222.
- Hsi, S (2003): A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19 (3), 308-319
- Hsiao, Wana Daphne Lin. (2000): *CSCL Theories*. URL=<http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html>. Última visita Marzo 2006.
- Huang, A. and Rudolph, L. (2004): *A Privacy Conscious Bluetooth Infrastructure for Location Aware Computing*. Unpublished 2004.
- ICOM-CIDOC (1995): *International Guidelines for Museum Object Information: The CIDOC Information Categories*. International Committee for Documentation of the International Council of Museums. ISBN 92-9012-124-6. URL=<http://www.willpowerinfo.myby.co.uk/cidoc/guide/guide.htm>.
- ICQ: *ICQ*. URL=<http://www.icq.com/>.
- IDC: *Transition to the Information Highway Era*. In 1995-96 Information Industry and Technology Update. p. 2.
- Ishii, H., Kobayashi M. and Grudin, j. (1992): *Integration of inter-personal space and shared workspace: ClearBoard design and experiments*. In Turner, J. and R.E. Kraut (eds.), *CSCW'92 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work*, October 31 to November 4 1992, Toronto, Canada. Association for Computing Machinery, New York, 1992, p. 33-42. URL=<http://www.acm.org/pubs/contents/proceedings/csw/143457/index.html>.

- Jie Yang; Weiyi Yang; Denecke, M. and Waibel, A. (1999): *Smart sight: a tourist assistant system*. 3rd International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, California, 18-19 October, 1999, pp. 73-78.
- Johansen, R. (1988): *Groupware: Computer support for business teams*. New York: The Free Press.
- Johnson, M. (1987): *The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination, and reason*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Johnson, C and Quin, M (2004): *Learning in science and discovery centres – appendix*. In: Science Center Impact Study. Washington, DC: ASTC, in press
- Johnson-Lenz, P. and Johnson-Lenz, T. (1981): *Consider the Groupware: Design and Group Process Impacts on Communication in the Electronic Medium*. In Hiltz, S. and Kerr, E. (Ed.): *Studies of Computer-Mediated Communications Systems: A Synthesis of the Findings*, (Research Report, Band 16) Computerized Conferencing and Communications Center, New Jersey Institute of Technology: Newark, New Jersey, 1981.
- Kaplan, E.D. (1996): *Understanding GPS: Principles and Applications*. Artech House, 1996.
- Kawell, L. jr., S. Beckhardt, T. Halvorsen, R. Ozzie and I. Greif (1992): *Replicated document management in a group communication system*. In D. Marca, G. Bock (eds.), *Groupware : software for computer-supported cooperative work*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA, USA, 1992, p. 226-235.
- Kirk, J (2001): *Accessibility and new technology in the museum*. In: D Bearman and J Trant (Eds), *Museums and the Web 2001: Selected Papers from an International Conference*. Pittsburgh, PA: Archives & Museums Informatics. URL=www.archimuse.com/mw2001/papers/kirk/kirk.html.
- Korteum, G., Segall, Z. and Bauer, M. (1998): *Context-Aware, Adaptive Wearable Computers as Remote Interfaces to "Intelligent" Environments*. Proceedings of the Second International Symposium on Wearable Computing Pittsburgh, PA, October 19-20, (1998).
- Kraemer, K. L. and King, J. L. (1986): *Computer-based systems for cooperative work and group decision making: Status of use and problems in development*. In Greif, I., (ed.), *CSCW'86 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work*, December 3-5, 1986, Austin, Texas, USA. Association for Computing Machinery, New York, 1986, p. 353-375.
- Kranz, M. E. and Sessa, V. I. (1994): *Meeting makeovers: Electronic meeting support*. PC Magazine, 13 (June 14, 1994), 11, p. 205-207, 210-212.
- Labriola, D. (1994): *Remote possibilities: Whiteboard software*. PC Magazine, 13 (June 14, 1994), 11, p. 223-228.
- Lakoff, G. and Johnson, M. (1980): *The metaphors we live by*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1987). *Women, fire and dangerous thiNgs: What categories reveal about the mind*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G. (1993): *The contemporary theory of metaphor*. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought* (2nd ed., pp. 202-250). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- LaLiberte, D. and Braverman, A. (1995): *A protocol for scalable group and public annotations*. 1995. NCSA
- LaMarca, A.; Chawathe, Y.; Consolvo, S.; Hightower, J.; Smith, I.; Scott, J.; Sohn, T.; Howard, J.; Hughes, J.; Potter, F.; Tabert, J.; Powledge, P.; Borriello, G. and Schilit, B. (2005). *Place Lab: Device Positioning Using Radio Beacons in the Wild*. Intel Research Technical Report: IRSTR-04-016. In proceedings of Pervasive 2005, Munich, Germany
- Laurillau, Y. and Paternò, F. (2004): *Supporting Museum Co-visits Using Mobile Devices*, Proceedings Mobile HCI 2004, Glasgow, September 2004, Lecture Notes Computer Science 3160, pp. 451-455, Springer Verlag.
- Lave, J. (1977): *Cognitive consequences of traditional apprenticeship training in West Africa*. *Anthropology and Education Quarterly* 8, 3, 177-180.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lave, J., and Wenger, E. (1991): *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Leland, M. D. P.; Fish, R.S. and Kraut, R.E. (1988): *Collaborative document production using Quilt*. In Suchman, L., (ed.), *CSCW 88: Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work*, September 26-29, 1988, Portland, Oregon. Association for Computing Machinery, New York, 1988, p. 206-215.
- Leontiev, A. N. (1978): *Activity, consciousness, and personality*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

- Livingstone, D. W. (2001): *Adults' Informal Learning: Definitions, findings, Gaps and Future Research*. Toronto: NALL Working Paper 21/2001. CSEW, OISEUT, University of Toronto, Canada. URL=<http://www.oise.utoronto.ca/depts/sese/csew/nall/res/21adultsifnormallearning.htm> (30.8.03).
- Livingstone, D. W. (2002): *Mapping the Iceberg*. NALL Working Paper # 54 – 2002.
- Lombardi, Victor. *Patterns Languages For Interaction Design*. Razorfish reports.
- Long, S., et al. (1996). *Rapid Prototyping of Mobile Context-aware Applications: The Cyberguide Case Study*. 2nd ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'96) 1996 November 10-12, 1996.
- Loverance, R. (2001): *Playing on familiarity: online learning at KS2 from Egypt to Mesopotamia*. Paper presented at CAL2001, University of Warwick, Abril 2-4
- Marsick, V. J. and Watkins, K. E. (2001): *Informal and Incidental Learning*. In: *New Directions for Adult and Continuing Education* Nr. 89, S. 25-34.
- Martin D. and Sommerville, I. (2004): *Patterns of cooperative interaction: Linking ethnomethodology and design*. ACM Trans. on Computer-Human Interaction (TOCHI), 11 (1), 58-89.
- McKay, E. N. (1999). *Developing User Interfaces for Microsoft Windows*. Microsoft Press,
- Metsker, Steven John (2004): *Design Patterns C#*. Addison-Wesley Professional; 1st edition (April 15, 2004). Pearson Education. ISBN: 0-321-12697-1
- Miles, R.S.; Alt, M.B.; Gosling, D.C.; Lewis, B.N. and Tout, A.F. (1982): *The Design of Educational Exhibits*. London: George, Allen & Unwin
- Miller, S. M. (1995). *Vygotsky and education: The Sociocultural genesis of dialogic thinking in classroom contexts for open-forum literature discussions*. URL=<http://psych.hanover.edu/vygotsky/miller.html>.
- Miller, L. E.; Wilson, P. F.; Bryner, N. P.; Francis, M. H.; Guerrieri, J. R.; Stroup, D. W. and Klein-Berndt, L. (2006): *RFID-Assisted Indoor Localization and Communication for First Responders*. Proceedings of the International Symposium on Advanced Radio Technologies March 7 - 9, 2006.
- MiRC: *MiRC*. URL=<http://www.mirces.com/>.
- Milosavljevic, M.; Dale, R.; Green, S. J.; Paris, C. and Williams, S. (1998). *Virtual museums on the information superhighway: prospects and potholes*. Proceedings of the Annual Conference on the International Committee for Documentation of the International Council of Museums (CIDOC'98), 10-14 October, Melbourne
- Minneman, S. and Bly, S. A. (1991): *Managing à trois : A study of a multi-user drawing tool in distributed design work*. In S.P. Robertson, G.M. Olson and J.S. Olson (eds.), *Human factors in computing systems : reaching through technology* : Proceedings of CHI'91, New Orleans, Louisiana, USA, April 27-May 2, 1991. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1991, p. 217-224.
- MLA, Modern Language Association (2007): *Definition of context*. Dictionary.com Unabridged (v 1.1). Random House, Inc. March 26, 2007.
- MLA (Museums, Libraries and Archives Council) (2004): *Inspiring Learning For All*. London: MLA. URL=www.inspiringlearningforall.gov.uk/utilities/references/default.aspx
- MSM: *Microsoft Messenger*. URL=<http://messenger.msn.com/>.
- Mocker, D.W. and Spear G. E. (1982): *Lifelong Learning: Formal, Nonformal, Informal and Self-Directed*. Information Series No. 241, Columbus: ERIC Clearing House on Adult,
- Myers, B. A.; Stiel, H. and Gargiulo, R. (1998): *Collaboration Using Multiple PDAs Connected to PC*, in Proceedings of CSCW, Seattle, USA (1998).
- Moussouri T (2002): *A Context for the Development of Learning Outcomes in Museums, Archives and Libraries*. London: Resource/Leicester: Research Centre for Museums and Galleries. URL=www.mla.gov.uk/action/learnacc/lirp.asp.
- Newman, D.; Griffin, P. and Cole, M. (1989): *The Construction Zone: Working for cognitive change in school*. New York: Cambridge University Press.
- Ni, L. M.; Liu, Y.; Lau, Y. C. and Patil, A. P. (2003): *LANDMARC: Indoor location sensing using active RFID*. Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2003. (PerCom 2003). Pág 407- 415. ISBN: 0-7695-1893-1.
- Norman, D.A. (1988): *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books, 1988.
- Norman, D. (1988). *The Design of Everyday Things*. Basic Books.

- Not, E. and Zancanaro, M., (1998). *Content adaptation for audio-based hypertexts in physical environments*. Proceedings of the Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, 20-24 June, Pittsburgh, PA
- Nunamaker, J. F.; Dennis, A. R.; Valacich, J. S.; Vogel D. R. and George, J. F. (1991): *Electronic meeting systems to support group work*. Communications of the ACM, 34 (July 1991), 7, p. 40-61.
- O'ReillyNet. <http://www.oreillynet.com/lpt/a/6228>
- Okuda, K.; Yeh, S.; Wu, C.; Chang, K. and Chu, H. (2005): *The GETA Sandals: A Footprint Location Tracking System*. Lecture Notes in Computer Science, Volume 3479, Apr 2005, pp. 120 – 131.
- Oppermann, R. and Specht, M. (2000): *A Context-Sensitive Nomadic Exhibition Guide*. In the Proceedings of Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, pp. 127 -142, LNCS 1927, 2000, Springer Verlag.
- Orlikowski, W. J. and Hoffman, J. D. (1997): An improvisational model for change management: the case of groupware technologies. Sloan Management Review.
- Orr R. and Abowd, G. (2000): *The smart floor: A mechanism for natural user identification and tracking*. In Proceedings of the 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '00), 2000.
- Oshima, J.; Bereiter, C. and Scardamalia, M. (1995): Information-Access Characteristics for High Conceptual Progress in a Computer-Networked Learning Environment. In proceedings CSCL'95 conference.
- Overwien, Bernd: *Informal Learning and the Role of Social Movements*. In: International Review of Education, Vol. 46, 6, November 2000, S. 621-640.
- Paciga, M. and Lutfiyya, H.: *Herecast: An Open Infrastructure for Location-Based Services Using WiFi*. IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications WiMob'2005.
- Paek, T.; Agrawala, M.; Basu, S.; Drucker, S.; Kristjansson, T.; Logan, R.; Toyama, K. and Wilso, A. (2004): *Toward Universal Mobile Interaction for Shared Displays*. In Proceedings of CSCW'04, Chicago, Illinois, USA (2004)
- Pascoe, J. (1997): *The Stick-e Note Architecture: Extending the Interface Beyond the User*. International Conference on Intelligent User Interfaces, Orlando, Florida, USA. ACM. pp. 261-264.
- Pascoe, J.; Ryan, N. S. and Morse, D. R. (1998): *Human Computer Giraffe Interaction - HCI in the Field*. Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices.
- Pascoe, J.; Ryan, N. S. and Morse, D. R. (1999): *Issues in Developing Context-Aware Computing*. Proceedings of the International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (Karlsruhe, Germany, Sept. 1999), Springer-Verlag, pp. 208-221.
- Pascoe, J.; Ryan, N. and Morse, D. (2000): *Using while moving: HCI issues in fieldwork environments*. ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 7(3), 417-437.
- Pask, G. (1976): *Conversation Theory: Applications in Education and Epistemology*. Amsterdam and New York. Elsevier.
- Pasman, W.; Zlatanova, S.; Persa, S. and Caarls, J. (2001): *Alternatives for optical tracking*. Internal Report. UbiCom.
- Patil, A.; Munson, J.; Wood, D. and Cole, A. (2005): *BlueBot: Asset Tracking via Robotic Location Crawling*. Tech Report RC23510, IBM T. J. Watson Research Center, Feb 2005.
- Paternò, Fabio and Santoro, C. (2007): Exploiting mobile devices to support museum visits through multi-modal interfaces and multi-device games. In Proceedings WebIST 2007. March 5, 2007. Barcelona, Spain.
- Penichet, V. M. R. (2003): *Sistemas Groupware: Métodos y Herramientas. Estudio de Casos*. UCLM, Albacete, 2003.
- Penichet, V. M. R.; Gallud, J. A.; González, M. L. and González, P. (1994): *Implantation Guide for Collaborative Web-Based Systems*. (IGCWS) Zaragoza (Spain) DEXA Workshops 2004, IEEE Computer Society Press; p: 259-263.
- Penichet, V. M. R.; Marin, I.; Gallud, J. A.; Lozano, M. D. and Tesoriero, R. (2007): *A Classification Method for CSCW Systems*. Electronic Notes Theoretical Computer Science. 168: 237-247 (2007)
- Perry, D.L. (2002): *Profound learning: stories from museums*. Educational Technology, 42(2), 21-25
- Petrelli, D.; de Angeli, A. and Convertino, G. (1999): *A user-centred approach to user modeling*, In J. Kay (ed.) UM99 User Modelling, New York: Springer Verlag
- Priyantha, N.; Chakraborty, A. and Balakrishnan, H. (2000): *The Cricket Location-Support system*. Proceedings of the 6th ACM MOBICOMM, Boston, MA, August 2000.

- Proctor, N. and Tellis, C. (2003): *The state of the art in museum handhelds in 2003*. Retrieved May, 2004
 URL=<http://www.archimuse.com/mw2003/papers/proctor/proctor.html>
- Ran, L.; Helal, S. and Moore, S. (2004): *Drishbi: an integrated indoor/outdoor blind navigation system and service*. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications, 2004. PerCom 2004., pp. 23- 30, 14-17 March 2004.
- Randall, J.; Amft, O.; Bohn, J. and Burri, M. (2006): *LuxTrace - indoor positioning using building illumination*. White Paper, URL=http://www.vs.inf.ethz.ch/res/papers/bohn_puc_2006_luxtracert.pdf.
- Ravi, N.; Shankar, P.; Frankel, A.; Elgammal, A. and Iftode, L. (2006): *Indoor localization using camera phones*, Proceedings of the 7th IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, April 2006.
- Reddy, M. (1978): *The conduit metaphor: A case of frame conflict in our language about language*. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and thought* (2nd ed., pp. 164-201). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Rekimoto, J. (1996): *Tilting operations for small screen interfaces*. UIST '96. Proceedings of the ACM symposium on User interface software and technology, pages 167-168, (1996).
- Rekimoto, J. and Ayatsuka, Y. (2000): *CyberCode: designing augmented reality environments with visual tags*. In Proceedings of DARE 2000 on Designing Augmented Reality Environments (Elsinore, Denmark). DARE '00. 2000. ACM Press, New York, NY, pp.1-10.
- Resnick, M. (2002): *Rethinking learning in the digital age*. In: G Kirkman (Ed), *The Global Information Technology Report: Readiness for the Networked World*. New York: Oxford University Press. URL=<http://ilk.media.mit.edu/papers/archive/papers/mres-wef.pdf>
- Resource (2001): *The Council for Museums, Archives and Libraries. Museum Learning On Line*. London: Resource. URL=www.resource.gov.uk/action/learnacc/muslearn/start.asp
- Retscher, G. (2006): *Location Determination in Indoor Environments for Pedestrian Navigation*. Position, Location And Navigation Symposium, 2006 IEEE pp. 547- 555, April 25-27, 2006.
- RFC1459: *Especificación del protocolo IRC*. RFC 1459. URL=<http://www.rfc-es.org/rfc/rfc1459-es.txt>
- RFID-Radar: *RFID-Radar*. URL=<http://www.rfid-radar.com>. Última referencia 2006.
- Riexinger, D. and Werner, K. (1994): *Integration of existing applications into a conference system*. In R. Steinmetz (ed.), *Multimedia: Advanced teleservices and high-speed communication architectures*. Proceedings of Second international workshop, IWACA'94, Heidelberg, Germany, September 26-28, 1994, vol. 868, Lecture notes in computer science. Springer-Verlag, Berlin, 1994, p. 346-355.
- Robertson, S.I.; Calder, J.; Fung, P.; Jones, A., and O'Shea, T. (1995): *The use of Pocketbook computers in education*. CITE Report, No 217, Open University Internal Report.
- Rogoff, B. (1990): *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Rohs M. and Zweifel, P. (2005): *A conceptual framework for camera phone-based interaction techniques*. In Proceedings of the Third International Conference on Pervasive Computing, 2005.
- Root, R. W. (1988): *Design of a multi-media vehicle for social browsing*. In Suchman, L., (ed.), *CSCW 88 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work*, September 26-29, 1988, Portland, Oregon. Association for Computing Machinery, New York, 1988, p. 25-38.
- Roschelle, J. (1995): *What should collaborative technology be? A perspective from Dewey and situated learning*. URL=http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/outlook/39_roschelle.html.
- Roth Jan and Unger C. (2000): *Using handheld devices in synchronous collaborative scenarios*. 2nd international symposium on handheld and ubiquitous computing (HUC2K), Bristol, UK (Lecture Notes in Computer Science 1927), Springer-Verlag, 2000; 187-199
- Roth Jan (2001): *Information sharing with handheld appliances*. 8th IFIP working conference on engineering for humancomputer interaction (EHCP01), Toronto, Canada (Lecture Notes in Computer Science 2254), Springer-Verlag, 2001; 263-279.
- Roth, Jan (2002): *Patterns of Mobile Interaction*. *Journal Personal and Ubiquitous Computing*. Springer London. ISSN 1617-4909 (Print) 1617-4917 (Online) Volume 6, Number 4. September, 2002.
- Roth, Jan (2002b): *Mobility support for replicated real-time applications*. *Innovative internet computing systems (I2CS)*. Kühlungsborn, Germany (Lecture Notes in Computer Science 2346), Springer-Verlag, 2002;181-192.

- Rusman, Ellen; Lutgens, Gaby and Ronteltap, Frans (2005): *The production of e-learning design patterns, and a research road map for e-learning*. E-LEN project: a network for e-learning centres. RefNum: 101421-CY-2002-1CY-MNERVA-MMP. August, 2005.
- Sacks, S. (1978): *ON metaphor*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Salber, D., Dey, A.K. and Abowd, G.D. (1999): *The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Enabled Applications*. In: Proceedings of CHI'99. 1999. pp 434-441
- Salemi, J. (1994): *Let's interface : Conferencing software*. PC Magazine, 13 (June 14, 1994), 11, p. 191-199, 201-202.
- Santos, A. and Tritsch, B (1994): *Cooperative multimedia editing tool for enhanced group communication*. Computer communications, 17 (1994), 4, p. 277-287.
- Santos, A. (1995): Multimedia and groupware for editing. Computer graphics : Systems and applications, J.L. Encarnaçao, K. Bo, J.D. Foley, R.A. Guedj, P.J.W. ten Hagen, F.R.A. Hopgood, M. Hosaka, M. Lucas and A.G. Requicha (eds.). Springer-Verlag, Berlin, 1995.
- Sarin, S. and Greif, I. (1985): *Computer-based real time conferencing systems*. Computer, 18 (October 1985), 10, p. 33-45.
- Sarini, M. and Strapparava, C. (1998): *Building a user model for a museum exploration and information providing adaptive system*. Proceedings of the Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, 20-24 June, Pittsburgh, PA
- Sawhney, N. and Chris, S. (1997): *Nomadic Radio: A Spatialized Audio Environment for Wearable Computing*. Proceedings of the International Symposium on Wearable Computing, Cambridge, MA, October 13-14.
- Scanlon, Eileen; Jones, Ann and Waycott, Jenny (2005): *Mobile techniques: prospects for their use in learning in informal science settings*. Journal of Interactive Media in Education 2005 (25). 22 de Diciembre 2005. ISSN 1365-893X.
- Schaller, D.T.; Allison-Bunnell, S. and Chambers, M.B. (2002): *How do you like to learn? Comparing user preferences and visit length of educational web sites*. In: D Bearman and J Trant (Eds), Museums and the Web 2002: Selected Papers from an International Conference. Pittsburgh, PA: Archives & Museums Informatics.
- Scheffler, I. (1991): *In praise of cognitive emotions*. New York: Routledge.
- Scheifler, R. W. and Gettys, J. (1986): *The X window system*. ACM Transactions on Graphics, 5 (April, 1986), 2, p. 79-109.
- Schiele, B., Jebara, T. and Oliver, N. (2001): *Sensory Augmented Computing: Wearing the Museum's Guide*. IEEE Micro 21 (3).
- Schilit B., Adams N., and Want R. (1994): *Context-aware computing applications*. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMCSA'94), Santa Cruz, CA, US: 89-101.
- Schilit, B., Adams, N. Want, R. (1994): *Context-Aware Computing Applications*. 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. 1994. pp 85-90
- Schilit, W. N. (1995): *System Architecture for Context-Aware Mobile Computing*. Ph.D. Thesis, Columbia University.
- Schmidt, A.; Beigl, M. and Gellersen H. W. (1999): *There is more to context than location*. Computers and Graphics. Volume 23. Number 6. Pages 893--901.
- Schmidt, A.; Aidoo, K.A.; Takaluoma, A.; Tuomela, U.; Van Laerhoven, K; and Van de Velde, W. (1999): *Advanced interaction in context*. In H. Gellersen, editor, Proc. of Intl. workshop on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99), number 1707 in LNCS, Heidelberg, Germany.
- Schmidt, A. (2002): *Ubiquitous Computing – Computing in Context*. Ph.D. dissertation, Lancaster University, Nov. 2002.
- Schugurensky, D. (2000): *The Forms of Informal Learning: Towards a Conceptualization of the Field*. Draft Working Paper October, NALL Working Paper 19/2000. URL=<http://www.oise.utoronto.ca/depts/sese/csew/nall/res/> (Agosto 2003).
- Schümmer, T.; Lukosch, S.; Slagter R. (2005): *Empowering End-Users: A Pattern-Centered Groupware Development Process*. CRIWG : international workshop on groupware N°11, Porto de Galinhas , BRASIL (25/09/2005). ISBN 3-540-29110-5. vol. 3706, pp. 73-88. Springer, Berlin,
- Sefton-Green, J (2004): *Literature Review in Informal Learning with Technology Outside School*. A Report for NESTA Futurelab no 7. URL=http://www.nestafuturelab.org/research/reviews/07_01.htm (último acceso 26/08/05)
- Semper, R. and Spasojevic, M. (2002): *Devices and a wireless web-based network to extend the museum experience*. In: D Bearman and J Trant (Eds), Museums and the Web 2002: Selected Papers from an International Conference.

- Pittsburgh, PA: Archives & Museums Informatics.
 URL=www.archimuse.com/mw2002/papers/semper/semper.html.
- Sfard, A. (1998): On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 24 (7) 5-12
- Sharples, M (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education*, 34, 177-193
- Sharples, M. (2005): *Learning as Conversation: Transforming Education in the Mobile Age*. Paper presented at Conference on Seeing, Understanding, Learning in the Mobile Age, Budapest, Hungary, April 2005.
- Sharples, M., Taylor, J. and Vavoula, G. (2005): *Towards a Theory of Mobile Learning*. Proceedings of mLearn 2005 Conference, Cape Town.
- Sherman, L. W. (1995): A Postmodern, constructivist and cooperative pedagogy for teaching educational psychology, assisted by computer mediated communications. In Proceedings of CSCL 95' Conference.
- Skype: Skype. URL=<http://www.skype.com>.
- Sleeman, D. and Brown, J. S. (Eds.) (1982): *Intelligent Tutoring Systems*. New York: Academic Press.
- Sluizer, S. and Cashman P. (1984): *XCP: An experimental tool for supporting office procedures*. In R.W. Taylor (ed.), Proceedings of the IEEE first international conference on office automation, New Orleans, LA, USA, 1984. IEEE Computer Society Press, Silver Spring, MD, USA, 1984, p. 73-80
- Smith, L (Ed) (2000). Building the Digital Museum: a National Resource for the Learning Age. London: mda.
- Sommerlad, E. and Stern, E. (1999): *Workplace Learning, Culture and Performance*. London.
- Sparacino, F. (2002): The museum wearable: real-time sensor-driven understanding of visitors' interests for personalized visually-augmented museum experiences. In: D Bearman and J Trant (Eds), *Museums and the Web 2002: Selected Papers from an International Conference*. Pittsburgh, PA: Archives & Museums Informatics. URL=www.archimuse.com/mw2002/papers/sparacino/sparacino.html.
- Spiro, R. J. and Jehng, J. C. (1990): Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix and R. J. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spiro, R. J.; Coulson, R. L.; Feltovich, P. J. and Anderson, D. K. (1988): *Cognitive flexibility: Advanced knowledge acquisition ill-structured domains*. In proceedings of the Tenth Annual Conference of Cognitive Science Society, Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp.375-383.
- Spiro, R. J.; Feltovich, P. J.; Jacobson, M. L. and Coulson, R. L. (1995): Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. URL=<http://www.ilt.columbia.edu/ilt/papers/Spiro.html>.
- Staudt, C. and Hsi, S. (1999): Synergy projects and pocket computers. URL=<http://www.concord.org/library/1999spring/synergyproj.html>.
- Steele B. (2002). Human-Computer Interaction Group tests systems for electronic guides. Computer Science, Cornell University, 2002
- Stefik, M.; Bobrow, D.G.; Foster, G.; Lanning, S. and Tatar, D. (1987): *WYSIWIS revised : Early experiences with multiuser interfaces*. *ACM transactions on office information systems*, 5 (April 1987), 2, p. 147-167.
- Streiz, N. A. (1994): *Putting objects to work: Hypermedia as the subject matter and the medium for computer-supported cooperative work*. In M. Tokoro and R. Pareschi (eds.), Proceedings of the 8th European Conference on Object-Oriented Programming (ECOOP'94), Bologna, July 4-8, 1994, Object-Oriented Programming. Lecture Notes in Computer Science., 1994, p. 183-193.
- Tang, J. C.; Isaacs, E. A. and Rua, M. (1994): *Supporting distributed groups with a montage of lightweight interactions*. In Furuta, R. and C.M. Neuwirth (eds.), CSCW'94 : Proceedings of the conference on computer supported cooperative work, October 22-26, 1994, Chapel Hill, NC, USA. ACM Press, New York, 1994, p. 23-34 URL=<http://www.acm.org/pubs/contents/proceedings/csw/192844/index.html>.
- Tesoriero, Ricardo; Lozano, María Dolores; Gallud, José Antonio and Penichet, Víctor Manuel Ruiz (2007c): *Evaluating the Users' Experience of a PDA-Based Software Applied in Art Museums*. In Proceedings WebIST 2007. March 3-6, 2007. Barcelona, Spain
- Tesoriero, Ricardo; Montero, Francisco; Lozano, María Dolores and Gallud, José Antonio (2007b): *HCI Design Patterns for PDA Running Space Structured Applications*. Publication pending HCI International 2007. . Beijing, China. 22-27-Julio, 2007.

- Tesoriero, Ricardo; Montero, Francisco; Lozano, María Dolores and Gallud, José Antonio (2007d): *HCI design patterns for SSA to PDA applications in art museums*. Technical Report URL=<https://www.dsi.uclm.es/trep.php?&codtrep=DIAB-07-01-2>
- Thomas, D. (2006): *PAWS: Personal Action Wireless Sensor*. Personal and Ubiquitous Computing, Volume 10, Issue 2, April 2006, pp.173 – 176.
- Tidwell, Jennifer (1999). *Common Ground: A Pattern Language for Human-Computer Interface Design*. URL=http://www.mit.edu/~jtidwell/common_ground_onefile.html.
- Tidwell, Jennifer (2005): *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design*. Publisher O'Reilly. November 2005. ISBN-10: 0-596-00803-1. ISBN-13: 9780596008031. URL=<http://designinginterfaces.com/>.
- Tough, A. (1971): *The Adult's Learning Projects: A Fresh Approach to Theory and Practice in Adult Learning*. Toronto: OISE Press.
- Toye, E.; Sharp, R.; Madhavapeddy, A. and Scott, D. (2005): *Using smart phones to access site-specific services*. IEEE Pervasive Computing, 4(2), 2005.
- Traxler, J. (2005): *Mobile Learning: It's here but what is it?* URL=<http://www2.warwick.ac.uk/services/cap/resources/interactions/archive/issue25/traxler/> (ultimo acceso 20/12/2005).
- UbiHome. URL <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>.
- Valkkyinen, P.; Korhonen, I.; Plomp, J.; Tuomisto, T.; Cluitmans, L.; Ailisto, H. and Seppa H. (2003): *A User Interaction Paradigm for Physical Browsing and Near-object Control Based on Tags*. Physical Interaction '03 – Workshop on Real World User Interfaces, in conjunction with Mobile HCI'03.
- Van Duyne, D. K.; Landay, J. A. and Hong J. I. (2002): *The Design of Sites*. Publisher: Addison-Wesley Professional. July, 2002. ISBN-10: 020172149X. ISBN-13: 978-0201721492.
- van Welie, M., van der Veer, G. C., and Eliëns, A. (1999), *Breaking down Usability*. Proceedings of Interact '99, Edinburgh, Scotland.
- Van Welie, M. and Trætteberg, H. (2000): *Interaction Patterns in User Interfaces*. 7th Pattern Languages of Programs Conference (PLoP 2000), Allerton Park, Monticello, Illinois, USA.
- Van Welie, Martin (2007): *Interaction Design Patterns*. URL=<http://www.welie.com/patterns/index.html>.
- Vavoula, G. (2004): *KLeOS: A Knowledge and Learning Organisation System in Support of Lifelong Learning*. PhD Thesis, University of Birmingham, UK
- Victor, F. and Sommer, E. (1991): *Supporting the design of office procedures in the DOMINO system*. In J.M. Bowers and S.D. Benford (eds.), *Studies in computer supported cooperative work: theory, practice and design*, vol. 8, Human factors in information technology. North-Holland, Amsterdam, 1991, p. 119-125.
- Vom Lehn, D.; Heath, C. and Hindmarsh, J. (2001): *Exhibiting Interaction: Conduct and Collaboration in Museums and Galleries*. Symbolic Interaction, 24 (2). 2001. 189-216.
- Vygotsky, L. (1978): *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. (M.Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Eds.) Cambridge MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L.S. (1987): *The collected works of L.S.Vygotsky*. Plenum Press.
- Want, R.; Hopper, A.; Falcao, V. and Gibbons, J. (1992): *The active badge location system*. ACM Trans. Inf. Syst., 10(1):91–102, 1992.
- Want, R. (1995): *An Overview of the PARCTAB Ubiquitous Computing Environment*. IEEE Personal Communications, vol 2, no 6, Dec 1995, pp. 28-43.
- Ward, A.; Jones, A. and Hopper, A. (1997): *A new location technique for the active office*, IEEE Personal Communications, Volume: 4, Issue 5, pp. 42-47, October 1997.
- Watabe, K.; Sakata, S.; Maeno, K.; Fukuoka, H. and Ohmori, T. (1990): *Distributed multiparty desktop conferencing system : MERMAID*. In Halasz, F., (ed.), CSCW'90 : Proceedings of the conference on computer-supported cooperative work, October 7-10, 1990, Los Angeles, CA, USA. Association for Computing Machinery, New York, 1990, p. 27-38.
- Watkins, K. and Marsick, V. (1990): *Informal and Incidental Learning in the Workplace*. London
- Watts, J.; Woods, D. D.; Corban, J.; Patterson, E. S.; Kerr, R. L. and Hicks, L. C. (1996): *Voice Loops as Cooperative Aids in Space Shuttle Mission Control*. In Proceedings of ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work CSCW '96, (Cambridge, MA, 1996), New York, N.Y.: ACM Press, 48-56.

- Waycott, J. (2004): The appropriation of PDAs as learning and workplace tools: an activity theory perspective. Open University Ph D thesis.
- Weiser, Martin (1993): *Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing*. Communications of the ACM, July 1993, Vol. 36, No7, pp. 74-84.
- Weiser, M. and Brown, J. S. (1997): *The coming age of calm technology*. In Beyond Calculation: the Next Fifty Years, P. J. Denning and R. M. Metcalfe, Eds. Copernicus, New York, NY, 75-85.
- Wilson, P. (1991): *Computer supported cooperative work: an introduction*. Oxford, England Norwell, MA, Intellect ; Sold and distributed in the U.S.A. and Canada by Kluwer Academic Publishers. ISBN 0-7923-1446-8
- Wilson, B. (1995): *W'scrawl 2.0: a shared whiteboard based on X-windows*. In S. G reenberg, S. Hayne and R. Rada (eds.), Groupware for real time drawing: A designer's guide. McGraw-Hill, New York, 1995, p. 129-141.
- Wikipedia Collaborative learning-work: *Collaborative learning-work*.
URL=http://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative_learning-work
- Wikipedia Collaborative Networking Learning: *Collaborative Networking Learning*.
URL=http://en.wikipedia.org/wiki/Collaborative_Networking_Learning.
- Wikipedia Context Awareness: *Context Awareness*. URL=http://en.wikipedia.org/wiki/Context_awareness.
21/02/06.
- Wikipedia Informal Learning: *Informal Learning*. URL=http://en.wikipedia.org/wiki/Informal_learning.
21/02/06
- Wikipedia Mobile: *Mobile Computing*. URL=http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_computing.
- Wikipedia Web_2: *Web 2*. URL=http://en.wikipedia.org/wiki/Web_2
- Winn, W. (1993): *A constructivist critique of the assumptions of instructional design*. In T. M. Duffy, J. Lowyck, & D. H. Jonassen (Eds.), Designing environments for constructive learning (pp. 189-212). Berlin: Springer-Verlag.
- Winograd, T. (1988): *Where the action is*. Byte, 13 (December 1988), 3, p. 265A-258.
- Winograd, T. and Flores C. F. (1986): Understanding computers and cognition: A new foundation for design. Norwood, NJ: Ablex.
- YM: *Yahoo menssenger*. URL=<http://messenger.yahoo.com/>.
- Zimmer, T. (2004): *Towards a better understanding of context attributes*. Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on Volume , Issue , 14-17 March 2004 Page(s): 23 – 27
- Zurita, G. and Nussbaum, M. (2004): Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. Computers and Education, 42, 289-314.