

R.7749

(M)

Tesis.  
J-30

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA MADRID  
REGISTRO GENERAL

Entrada 01 Nº. 200300009535  
24/06/03 16:43:26



Universidad Autónoma de Madrid



## TESIS DOCTORAL

# *Mecanismos para la cristalización del conocimiento, una propuesta mediante un sistema de trabajo colaborativo*

**AUTORA**

*Ruth Cobos Pérez*

**DIRECTOR DE TESIS**

*Xavier Alamán Roldán*

**PROGRAMA DE DOCTORADO**

*Ingeniería Informática*

*Departamento de Ingeniería Informática*

*Escuela Politécnica Superior*

*Universidad Autónoma de Madrid*

U.A.M.  
E.P.S.  
BIBLIOTECA

*Junio 2003*

---

Memoria presentada para optar al título de Doctor en Ingeniería Informática

Inf-Don - 216

REPORT ON THE

WORK OF THE COMMISSIONERS OF THE GENERAL LAND OFFICE  
IN THE YEAR 1880-81

LONDON:  
PRINTED BY...

BY...

...

...

...

*A Pepi, Lorenzo, Silvia y Carlos.  
Con especial cariño a mis abuelos, José y Josefina.*



## AGRADECIMIENTOS

Sois tantos a los que tengo que agradecer que este trabajo haya visto "la luz"... os pido disculpas, de ante mano, a los aludidos y no nombrados.

Mi más cordial agradecimiento para Xavier, por estar ahí, por dirigirme, por ayudarme y en definitiva por ser mi compañero en este trabajo de tesis. Quiero decirte que he aprendido mucho de ti y que trabajar contigo ha sido muy enriquecedor.

Gracias mamá, gracias papá por preocuparos y desviviros por nosotros, vuestros hijos. Siguiendo con el orden familiar, Silvia, "que sepas" que eres la mejor hermana y amiga que se puede tener. Aprovecho una vez más para daros las gracias a ti y a Fran por esas cenas tan ricas a las que me invitáis. Carlos, hermanito, muchas gracias por tus ánimos y por cierto, que buen regalo ha sido esa lámpara-ventilador... ¡cuánto me ha acompañado en estos días de calor!

Mil gracias a Silvia, Carmen, Celia, Yoli y Conchi, mis "chicas de oro", lo de oro es por lo que valéis! Sólo vosotras sabéis el gran apoyo que he tenido en vosotras en estos últimos días. También, quiero dar las gracias a toda mi gente de Getafe por sus continuos ánimos y por esos buenos momentos de diversión y de "desconexión" que hemos pasado juntos, y que tanta falta nos hacen a veces.

Quiero aprovechar para decir que me siento orgullosa de que este trabajo de tesis empezara en el Instituto de Ingeniería del Conocimiento, donde hemos pasado tan buenos momentos, y en donde he conocido a "tan buena gente". Gracias a todos por esos momentos inolvidables. Gracias a ti Carolina, por esos magníficos diseños y por lo más importante, por demostrarme que podía contar contigo.

¡Lógicamente me siento muy afortunada de trabajar rodeada de compañeros tan fabulosos!. Quiero agradecer al grupo GHIA, al completo, el compañerismo y el buen ambiente de trabajo creado. Me gustaría nombraros a todos... por falta de espacio véase <http://astreo.ii.uam.es/~ghia/esp/gente.html>, ;-). Pero, no podía dejar pasar esta oportunidad para decirle a Estrella: muchas gracias por tu "impresionante" ayuda. También, daros las gracias a los demás miembros del departamento. Alex, Paco, Ana, Eduardo, Susana, Elisa y muchos otros, ¡gracias por hacer que las comidas en el office sean tan divertidas!

A mis "compañeros KnowCat" (Xavier, José, Luis, Jaime, Juan Pablo, Noel) daros las gracias a todos por vuestra participación y colaboración en la mejora del "Listo Gatito". Noel, gracias por implicarte tanto con el trabajo con el sistema y por estar siempre ahí ¡"al pie del cañón"!

Y por último, agradeceremos a profesores y alumnos vuestra buena disposición para utilizar KnowCat. Gracias a los alumnos de Ingeniería Informática, a los alumnos de La Salle, a los alumnos de medicina de la U.A.M. y a los alumnos de la universidad de Lleida. Y lógicamente muchas gracias a vosotros Xavier, Melchor, Manoli y Roberto entre otros.



## RESUMEN

La Web puede considerarse como la herramienta de compartición de conocimiento e información más universal y extendida hoy en día. Sin embargo, este medio presenta el problema de la sobrecarga de información. Hay demasiada información y es difícil identificar la que es de utilidad. Se han realizado distintos esfuerzos para poder trabajar con la creciente masa de información y conocimiento que nos encontramos en la Web, siendo este trabajo de tesis una alternativa en esta dirección.

En esta tesis se propone gestionar el conocimiento de una comunidad de usuarios mediante un mecanismo que permita la compilación de conocimiento de forma distribuida e incremental, de manera que un determinado *corpus* de conocimiento, tras la interacción con sus usuarios, evolucione a un estado más refinado o estructurado.

El objetivo del mecanismo es conseguir cristalizar el conocimiento de una comunidad de usuarios como resultado de las interacciones de sus componentes, sin la necesidad del trabajo de ningún editor o persona encargada de esta tarea. El conocimiento que cristaliza es aquel que es el más aceptado por la comunidad, mientras que por contra, el conocimiento que no obtiene suficiente aceptación es candidato a ser eliminado del área de conocimiento de la comunidad.

Es importante destacar que el conocimiento de la comunidad está en evolución, es decir, aunque parte del conocimiento de la comunidad cristalice, éste puede seguir recibiendo interacciones de los miembros de la comunidad con el propósito de mejorarlo. El punto clave es que la evolución del conocimiento es posible gracias a la evaluación que realizan los miembros de la comunidad sobre él.

En relación con lo anterior, el conocimiento de la comunidad presenta distintos estados de madurez. Por lo tanto, se plantea proporcionar mecanismos distintos de trabajo en las distintas fases por las que pasa el conocimiento de la comunidad. Inicialmente, cuando no hay suficiente masa crítica de conocimiento e interacciones sobre él, se hace necesaria la figura de un grupo coordinador encargado de realizar las principales tareas de evaluación del conocimiento. En el momento en el que se consigue la suficiente masa crítica entonces el mecanismo de cristalización se basa en el trabajo de evaluación colaborativa de comunidades virtuales de expertos.

Definimos como experto a aquel que ha aportado conocimiento que ha cristalizado, es decir, el conocimiento que ha aportado ha sido reconocido por el resto de la comunidad. Se forman comunidades virtuales en torno a subáreas de conocimiento de la comunidad, siendo estas comunidades virtuales las encargadas de evaluar la subárea del conocimiento en donde han adquirido dicha capacidad. Se puede decir que este mecanismo se inspira en la práctica habitual de la revisión por pares.

Para poder poner en práctica el mecanismo planteado se ha diseñado e implementado un sistema de trabajo en grupo para la gestión del conocimiento en entorno Web: KnowCat ("Knowledge Catalyser" o "catalizador de conocimiento"). Este sistema permite a una comunidad de usuarios compartir, evaluar y estructurar su conocimiento colectivo, con el fin de poder obtener en cada momento el conocimiento relevante y de calidad sobre el área de conocimiento de su interés.

Las hipótesis que fundamentan la propuesta planteada para la gestión del conocimiento de una comunidad de usuarios y los mecanismos de cristalización del conocimiento propuestos, y que además sustentan el diseño del sistema KnowCat, han sido corroboradas satisfactoriamente con la realización de diversas experiencias, durante los últimos cinco años académicos. Las experiencias realizadas nos dan evidencias de que el sistema es útil para motivar a comunidades de usuarios a que compartan su conocimiento con el fin de construir entre todos un repositorio activo de conocimiento de calidad.



## ABSTRACT

Nowadays, it is commonly accepted that the Web is the most popular tool for sharing knowledge and information. However, there is a huge and growing amount of information and it is getting more and more difficult to make sense out of it. This thesis represents a recent effort to address this Overload Information problem.

The main proposal of this work consists in managing the knowledge of a user community by means of a mechanism for knowledge construction/compilation in a distributed and incremental way. More specifically, knowledge evolves towards a structured and refined state by means of user interactions.

The aim of this mechanism is to achieve the crystallisation of user community knowledge as a result of user interactions, and without the need of an editor or manager of this task. The crystallised knowledge is the most accepted one by the community and, on the other hand, the knowledge that has not obtained enough acceptance will be likely to be removed.

It is important to highlight that knowledge is constantly evolving. Even crystallised knowledge may receive annotations from the community for further improvement. The key point is the evolution/improvement of knowledge by means of user evaluation.

The user community knowledge is subject to a maturation process involving two main phases. At first, due to the lack of critical mass of knowledge and interaction, a steering committee needs to be in charge of knowledge evaluation. Once enough mass is reached, knowledge crystallisation turns to be based on the evaluation performed by virtual communities of experts.

Those users who have added knowledge that has been crystallised are considered as experts, that is, their work have been recognised by the rest of the community. Virtual communities of experts are constructed in terms of sub areas of knowledge community, and they are in charge of the collaborative evaluation of the knowledge of their sub areas. This is similar to the peer review mechanism.

We have designed and implemented a collaborative Web system called KnowCat (Knowledge Catalyser), which is based on the concept of Knowledge Crystallisation, supported by virtual communities of experts. KnowCat allows a user community to share, evaluate and structure collective knowledge. The system allows building Web sites where relevant and structured knowledge about some area or topic can be found.

The hypothesis behind this proposal of knowledge management of a user community, as well as the crystallisation mechanics used, have been tested satisfactorily with several communities of undergraduate and graduate students making use of KnowCat during the last five academic years. Finally, these experiments have shown that the system is useful for motivating communities in sharing their knowledge and in incrementally constructing a knowledge repository of quality.



---

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xvii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xxi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Motivación</b> .....	1
<b>1.2 Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.3 La propuesta</b> .....	2
<b>1.4 Plan de tesis</b> .....	4
<b>CAPÍTULO 2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DEL CONOCIMIENTO</b> .....	7
<b>2.1 Trabajo en grupo</b> .....	8
2.1.1 Clasificaciones de servicios y sistemas para el trabajo en grupo .....	10
2.1.2 Aspectos sociales que influyen en el trabajo en grupo .....	13
2.1.3 Una aplicación concreta: la toma de decisiones en grupo .....	14
2.1.4 Herramientas colaborativas de propósito general.....	15
2.1.5 Herramientas colaborativas para la enseñanza .....	17
<b>2.2 Comunidades virtuales</b> .....	20
2.2.1 Aplicaciones de las comunidades virtuales .....	22
2.2.2 Sistemas de recomendación y comunidades virtuales .....	23
<b>2.3 Bibliotecas digitales</b> .....	26
2.3.1 El mecanismo tradicional para la gestión del conocimiento: la biblioteca.....	26
2.3.2 De las bibliotecas convencionales a las bibliotecas digitales .....	29
2.3.3 Aspectos clave en una Biblioteca Digital .....	31
2.3.4 Ejemplos de bibliotecas digitales.....	34
<b>2.4 Gestión del conocimiento</b> .....	35
2.4.1 Conocimiento. El "sustrato" a gestionar .....	36
2.4.2 Modelos del ciclo de vida del conocimiento .....	38
2.4.3 Sistemas de gestión del conocimiento .....	40

<b>2.5 Web Semántica .....</b>	<b>43</b>
2.5.1 Web Semántica y ontologías.....	44
2.5.2 Sistemas basados en ontologías.....	46
<b>2.6 Conclusiones .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 3. SISTEMAS BASADOS EN TRABAJO COLABORATIVO PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 Clasificaciones de sistemas para la gestión del conocimiento.....</b>	<b>52</b>
3.1.1 SGC por funcionalidades .....	52
3.1.2 SGC por categorías.....	53
<b>3.2 Ejemplos de sistemas de gestión del conocimiento .....</b>	<b>54</b>
3.2.1 Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001 .....	55
3.2.2 Meta4 KnowNet® .....	56
3.2.3 Sintagma.....	58
3.2.4 Plumtree Corporate Portal.....	59
3.2.5 Zaplet Appmail Suite .....	60
3.2.6 Herramienta KnowNet .....	61
3.2.7 Dynasites .....	62
3.2.8 Annotate! .....	64
3.2.9 Tabla comparativa de los sistemas a estudio.....	65
<b>3.3 Conclusiones .....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO 4. UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE UNA COMUNIDAD DE USUARIOS .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Los elementos de conocimiento a gestionar, su naturaleza y organización .....</b>	<b>72</b>
4.1.1 Conocimiento estable en el tiempo vs conocimiento efímero.....	73
4.1.2 Conocimiento explícito vs conocimiento tácito .....	74
4.1.3 Unidad atómica de conocimiento: el documento .....	75
4.1.4 Estructura del conocimiento.....	77
<b>4.2 Evaluación del conocimiento .....</b>	<b>79</b>
4.2.1 Evaluación con control central vs sin control central.....	79
4.2.2 Todos opinan vs opinan los que más saben (expertos) .....	80
4.2.3 Factores que influyen en la evaluación .....	81

<b>4.3 Propuesta de representación y tratamiento del conocimiento.....</b>	<b>82</b>
4.3.1 Estructura y elementos de conocimiento a considerar.....	82
4.3.2 Evolución del conocimiento .....	84
4.3.2.1 Comunidades virtuales de expertos.....	86
4.3.2.2 Fases por las que pasa el área de conocimiento .....	87
<b>CAPÍTULO 5. CRISTALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO .....</b>	<b>91</b>
<b>5.1 Cristalización de documentos .....</b>	<b>92</b>
5.1.1 Grado de aceptación implícita de los documentos.....	93
5.1.2 Grado de aceptación explícita de los documentos .....	94
5.1.2.1 El grado de aceptación explícita de un documento a partir de los votos.....	94
5.1.2.2 El grado de aceptación explícita de un documento a partir de las anotaciones...	106
5.1.2.3 Cálculo del grado de aceptación explícita de los documentos .....	108
5.1.3 Grado de aceptación y cristalización de documentos .....	110
5.1.3.1 Cálculo del grado de aceptación de los documentos.....	110
5.1.3.2 Mecanismo de cristalización de los documentos .....	111
<b>5.2 Las anotaciones y las propuestas de versiones de documentos.....</b>	<b>114</b>
5.2.1 Permanencia de las anotaciones.....	114
5.2.2 Consolidación de las versiones .....	116
5.2.2.1 Cálculo del grado de continuidad y de mejora de las propuestas de versión .....	116
5.2.2.2 Consolidación de las propuestas de versiones de documentos .....	118
5.2.2.3 Continuidad de las anotaciones cuando consolidan propuestas de versiones de documentos .....	121
<b>5.3 Cristalización de la estructura de conocimiento .....</b>	<b>122</b>
5.3.1 La estructura en la fase supervisada .....	123
5.3.1.1 Cálculo del grado de oposición de las anotaciones .....	123
5.3.1.2 Cristalización de la estructura en la fase supervisada .....	126
5.3.2 Evolución de la estructura en la fase activa.....	127
5.3.2.1 Cálculo del grado de continuidad y de mejora de las propuestas de versión .....	127
5.3.2.2 La consolidación de las propuestas de cambio en la estructura .....	128
<b>5.4 Conclusiones y crítica al mecanismo de cristalización del conocimiento .....</b>	<b>130</b>

<b>CAPÍTULO 6. EL SISTEMA KNOWCAT: CATALIZADOR DE CONOCIMIENTO</b>	<b>133</b>
<b>6.1 Modelado del sistema</b>	<b>134</b>
6.1.1 Vista de grupo de KnowCat	135
6.1.2 Vista cognitiva de KnowCat	138
6.1.2.1 Rol usuario	138
6.1.2.2 Rol colaborador	140
6.1.2.3 Rol coordinador	146
6.1.2.4 Rol experto	151
6.1.2.5 Rol cristizador	153
6.1.3 Vista interacción de KnowCat	161
6.1.4 Vista información de KnowCat	162
<b>6.2 Arquitectura e implementación del sistema KnowCat</b>	<b>164</b>
6.2.1 Arquitectura del sistema	165
6.2.2 Consideraciones sobre la implementación del sistema	167
<b>CAPÍTULO 7. EXPERIMENTACIÓN CON EL SISTEMA</b>	<b>169</b>
7.1 Formulación de hipótesis	169
7.2 Experimentos realizados con comunidades de usuarios	170
7.2.1 Estructuración del conocimiento	175
7.2.2 Generación de contenidos de calidad	178
7.2.3 Creación de comunidades virtuales de expertos	186
7.2.4 Evolución de los documentos, mediante anotaciones y versiones	188
7.3 Experimentos en activo a día de hoy	196
<b>CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO</b>	<b>199</b>
8.1 Contribuciones	199
8.2 Trabajo futuro	204

<b>APÉNDICE A. ESPACIOS DE TRABAJO DE KNOWCAT.....</b>	<b>207</b>
<b>A.1 Espacio de conocimiento.....</b>	<b>207</b>
A.1.1. Ver documentos y anotaciones .....	208
A.1.2. Interacción con el conocimiento: votación a un documento.....	210
<b>A.2 Espacio de la comunidad de usuarios .....</b>	<b>211</b>
A.2.1. Interacción entre usuarios mediante mensajería .....	212
<b>A.3 Espacio de perfil de usuario .....</b>	<b>213</b>
A.3.1. Modificación del perfil de usuario: suscripción a eventos.....	214
<b>APÉNDICE B. PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE KNOWCAT .....</b>	<b>215</b>
<b>B.1 Características generales .....</b>	<b>216</b>
<b>B.2 Presentación del conocimiento .....</b>	<b>216</b>
<b>B.3 Usuarios y permisos .....</b>	<b>217</b>
<b>B.4 Cristalización y mecanismo de votaciones .....</b>	<b>218</b>
<b>APÉNDICE C. ESTUDIO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DEL DOCUMENTO Y SU CALIDAD .....</b>	<b>219</b>
<b>C.1 Grupos de tamaños de documentos.....</b>	<b>219</b>
<b>C.2 Resultados .....</b>	<b>221</b>
<b>APÉNDICE D. ENCUESTAS REALIZADAS A LOS USUARIOS DE KNOWCAT ..</b>	<b>223</b>
<b>D.1 Encuesta realizada a alumnos.....</b>	<b>223</b>
D.1.1 Conclusiones .....	226
<b>D.2 Encuesta realizada a profesores (motivadores).....</b>	<b>226</b>
D.2.1 Conclusiones .....	228
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>229</b>





## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2.

- 2.1 Tecnologías relacionadas con la *gestión del conocimiento* ..... 8
- 2.2 Evolución de los sistemas software [Grudin, 1994b]. ..... 9
- 2.3 Taxonomía del groupware según el grado de estructuración de la información ..... 12
- 2.4 Propuesta de evolución de los sistemas software de Johann Schlichter ..... 20

### CAPÍTULO 4.

- 4.1 Estructura jerárquica del árbol de conocimiento (izquierda) y unidades atómicas de conocimiento o documentos (derecha). ..... 84
- 4.2 Fases del proceso de cristalización del conocimiento ..... 88

### CAPÍTULO 5.

- 5.1 Representación del porcentaje de votos y del porcentaje de votos normalizado recibido por dos documentos con distintas tendencias o evoluciones ..... 95
- 5.2 Representación gráfica del número de votos recibidos y número de votos acumulados por el documento A y el documento B ..... 96
- 5.3 Representación de la evolución del porcentaje de votos,  $pVotos$ , y del porcentaje de votos normalizado,  $pVotosNormal$ , del documento A y del documento B ..... 97
- 5.4 Espacios temporales utilizados en los cálculos de porcentajes de votos recibido y tendencias de éstos ..... 98
- 5.5 Curva que muestra una evolución del porcentaje de votos recibido muy positiva ..... 101
- 5.6 Curva que muestra una evolución del porcentaje de votos recibido positiva (izq) y un tiempo más tarde una evolución del porcentaje de votos recibido neutra (der) ..... 101
- 5.7 Curva que muestra una evolución positiva de un documento aportado en el segundo periodo ..... 102
- 5.8 Curva que muestra una evolución negativa de un documento, en el segundo periodo .... 102
- 5.9 Curva que muestra una evolución del porcentaje de votos recibido negativa a mediados del segundo periodo y muy negativa al final de éste ..... 103
- 5.10 Función para calcular el coeficiente que se aplica al porcentaje de anotaciones de crítica o  $coefAnotCritica(doc_d, t_i)$  ..... 107
- 5.11 Evolución del grado de aceptación de un documento que cristaliza y permanece en ese estado hasta el final ..... 112
- 5.12 Evolución del grado de aceptación de un documento que cristaliza, pero posteriormente descristaliza ..... 113

5.13 Evolución del grado de aceptación de un documento que no tiene suficiente aceptación y finalmente es eliminado.....	113
5.14 Función para calcular el "factor corrector de la historia de un documento" .....	120
5.15 Función para calcular el "coeficiente de corrección de la aceptación de la estructura" o <i>coefAceptaciónEst(est<sub>e</sub>,t<sub>i</sub>)</i> .....	125

## CAPÍTULO 6.

6.1 Detalle de la vista de la organización en KnowCat: modo supervisado (enFaseSupervisada) y modo activo (enFaseActiva).....	136
6.2 Tareas del rol usuario .....	138
6.3 Tarea: consultar conocimiento .....	139
6.4 Tarea: solicitar dar de alta a un nuevo colaborador en el sistema.....	139
6.5 Tareas del rol colaborador.....	140
6.6 Tareas: añadir un documento (izq.), proponer una versión de un documento ya aportado (der.). .....	141
6.7 Tarea: opinar sobre un documento .....	142
6.8 Subactividad: añadir anotación a un documento.....	142
6.9 Tarea: opinar sobre una anotación .....	143
6.10 Tarea: suscripción a eventos .....	144
6.11 Tarea: modificar datos personales en el perfil de usuario registrado en el sistema .....	144
6.12 Tarea: pedir informe sobre la actividad ocurrida en el sistema .....	145
6.13 Tareas del rol coordinador .....	146
6.14 Tarea: proponer una nueva estructura alternativa para el árbol de conocimiento .....	147
6.15 Tarea: opinar sobre las estructuras de conocimiento propuestas en la fase supervisada (arriba). Subactividad: opinar sobre cada una de las estructuras (abajo) .....	147
6.16 Tarea: proponer incorporar un nuevo miembro al grupo de coordinación .....	148
6.17 Tarea: opinar sobre la incorporación de un nuevo miembro al grupo de coordinación..	148
6.18 Tarea: proponer el cambio a la fase activa: Activación .....	149
6.19 Tarea: opinar sobre la propuesta de cambiar de fase .....	150
6.20 Tarea: opinar sobre el cambio de un documento por una propuesta de versión .....	150
6.21 Tareas del rol experto.....	152
6.22 Tarea: opinar sobre las propuestas de cambio en la estructura del área de conocimiento (fase activa) .....	152
6.23 Cristalización de conocimiento .....	153
6.24 Cristalización del conocimiento.....	153
6.25 Versionado de documentos .....	154
6.26 Continuidad de anotaciones que acompañan a documento versionado .....	155
6.27 Permanencia o eliminación de anotaciones .....	155

6.28	Cristalización de documentos (en modo activo).....	156
6.29	El cambio de la fase supervisada a la activa: activación .....	157
6.30	Introducción a la cristalización de la estructura .....	158
6.31	Calcular grado de aceptación de las estructuras en el modo supervisado .....	158
6.32	Consolidación de las propuestas de cambio en la estructura en el modo activo .....	159
6.33	Ampliación del grupo de coordinación en el modo supervisado.....	160
6.34	Comunicación entre colaboradores .....	161
6.35	Comunicación entre coordinadores .....	161
6.36	Clases con los elementos de información utilizados por el sistema .....	162
6.37	Elementos de conocimiento manejados por KnowCat .....	163
6.38	Relaciones entre los elementos de conocimiento .....	163
6.39	Esquema de la arquitectura del sistema KnowCat.....	166
6.40	Configuración de más de un área de conocimiento en una misma máquina.....	168
6.41	La información que se almacenan en la base de datos de un nodo KnowCat .....	168

## CAPÍTULO 7.

7.1	Estructura actual de conocimiento del área de conocimiento "Razonamiento bajo Incertidumbre" .....	176
7.2	Evolución de la elaboración de la estructura de conocimiento del área de conocimiento "Topical Team in Fixation and Preservation in Space Research" .....	177
7.3	Resultados obtenidos al final del primer año en el área sobre "Sistemas Operativos" ....	178
7.4	Resultados obtenidos al final del primer año en el área sobre "Matemáticas para Educación Infantil" .....	180
7.5	Resultados obtenidos al final del segundo año en el área sobre "Matemáticas para Educación Infantil" .....	182
7.6	Evolución del porcentaje de votos de dos documentos cristalizados al final del segundo periodo de la experiencia "Matemáticas para Educación Infantil" .....	183
7.7	Evolución del porcentaje de votos de un documento que descristalizó en el segundo periodo de la experiencia "Matemáticas para Educación Infantil" .....	184
7.8	Evolución del porcentaje de votos de un documento que no tuvo suficiente aceptación en la experiencia "Matemáticas para Educación Infantil" .....	184
7.9	Interacciones sobre "aportación de documentos" y "votación a documentos" durante dos años de "Razonamiento bajo incertidumbre" .....	187

## APÉNDICE A.

A.1	Pantalla inicial del <i>espacio de Conocimiento</i> del área de conocimiento "Razonamiento bajo Incertidumbre" .....	208
A.2	Contenido de un documento seleccionado .....	209

A.3 Contenido de una anotación a un documento (en este momento también se puede votar por la anotación) .....	209
A.4 Diálogo de votación .....	210
A.5 Pantalla inicial del <i>espacio de Comunidad</i> .....	211
A.6 Diálogo de mensajería.....	212
A.7 Página inicial del <i>espacio de Perfil de Usuario</i> .....	213
A.8 Diálogo de suscripción a eventos.....	214

**APÉNDICE B.**

B.1 La configuración de un nodo KnowCat se realiza mediante una herramienta de autor llamada <i>admin-NewNode</i> .....	215
---	-----

**APÉNDICE C.**

C.1 Presentación de los documentos por orden del grado de aceptación, indicando el tamaño de cada documento ("Razonamiento bajo Incertidumbre").....	220
--	-----

## LISTA DE TABLAS

### CAPÍTULO 2.

2.1 Taxonomía temporal/espacial de groupware [Johansen, 1988] [Ortega <i>et.al</i> , 2001b] .....	10
2.2 Mapa 3x3 de las opciones groupware [Grudin, 1994a].....	11
2.3 Comparación entre HTML y XML .....	45

### CAPÍTULO 3.

3.1 Resumen de los Sistemas Integrales de Gestión de Conocimiento .....	68
---	----

### CAPÍTULO 5.

5.1 Tipos de evolución más habituales.....	100
5.2 Tipos de evolución poco frecuentes .....	104

### CAPÍTULO 7.

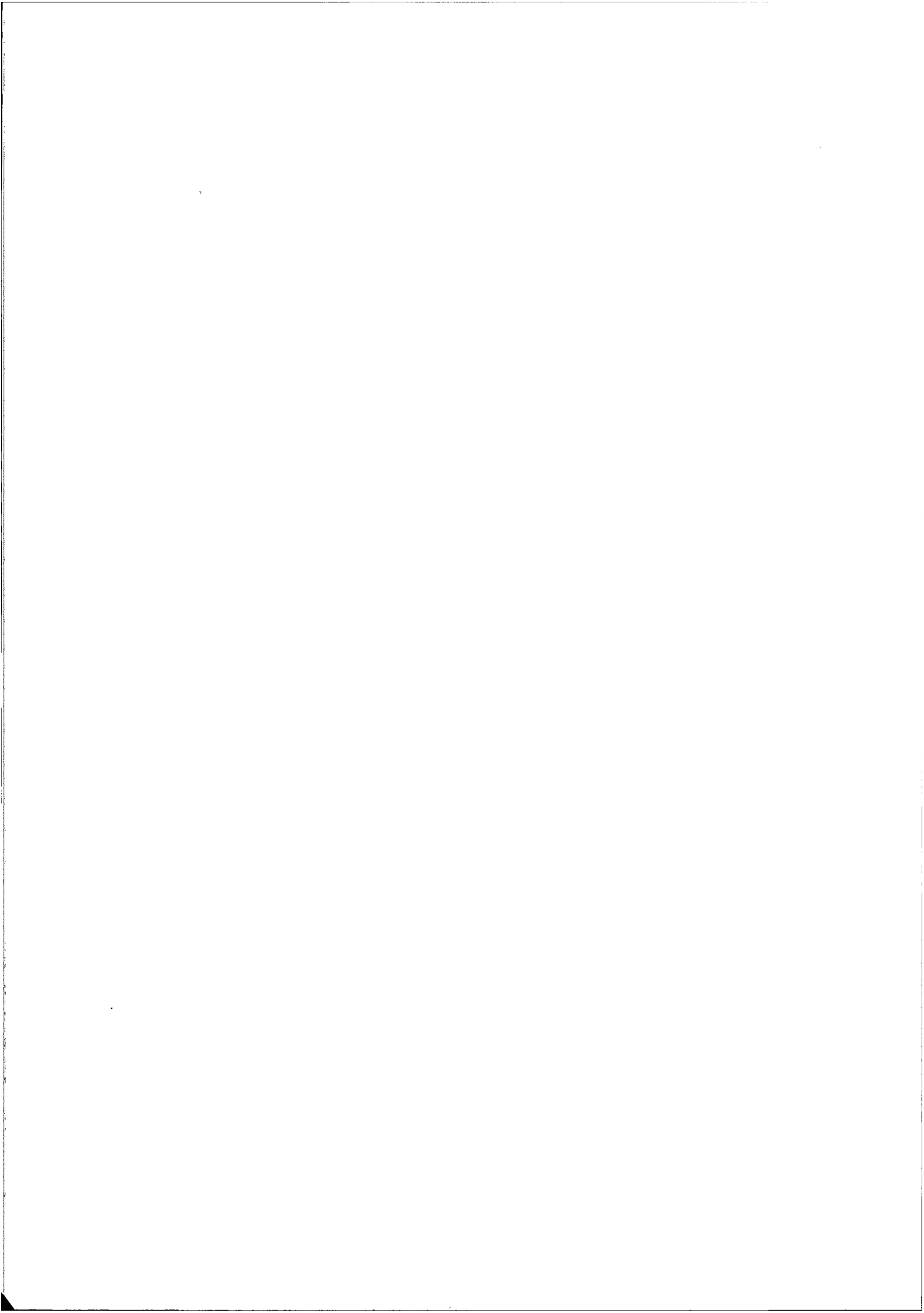
7.1 Resultados en relación con la evolución de la estructura de conocimiento del área de conocimiento "Sistemas Operativos" .....	176
7.2 Distribución de los tipos de anotaciones en varias áreas de conocimiento .....	189
7.3 Grado de continuidad, grado de mejora y posible consolidación de las propuestas de versiones de documentos ("Razonamiento bajo Incertidumbre").....	191
7.4 Porcentaje de las anotaciones de crítica o sugerencia de mejora tenidas en cuenta en la experiencia de "Razonamiento bajo Incertidumbre" .....	192
7.5 Evaluación (de la instructora) de los documentos originales y de las propuestas de versiones de estos, del área de conocimiento "Estrategias de Aprendizaje" .....	193
7.6 Comparación ente la opinión de la instructora y la opinión de los usuarios, acerca de la continuidad, mejora y consolidación de las nuevas versiones ("Estrategias de Aprendizaje") .....	195

### APÉNDICE D.

D.1 Encuesta realizada a alumnos .....	225
D.2 Encuesta realizada a profesores .....	228









---

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis es plantear la posibilidad de crear un repositorio de conocimiento de calidad sobre un tema a través del conocimiento y las opiniones aportadas de forma colaborativa por un grupo de usuarios.

### 1.1 MOTIVACIÓN

Encontramos de bastante interés proporcionar mecanismos que permitan a un grupo de personas la creación de un "espacio" de conocimiento común, donde el conocimiento sea de calidad y utilidad para sus miembros.

Un primer obstáculo en el propósito anterior, es averiguar la relevancia o calidad de un conocimiento dado. Una forma de saber si un conocimiento es apropiado para un grupo de usuarios es mediante el análisis de las interacciones de sus miembros con éste. Se pueden obtener dichas interacciones de forma implícita, mediante la inspección de lo que se consulta, y de forma explícita, recogiendo las opiniones de los componentes del grupo acerca del conocimiento.

Además, estamos interesados en que este proceso se realice sin necesidad de una supervisión centralizada, es decir, sin la necesidad de la figura de un "editor". La propuesta para conseguir el objetivo planteado es permitir que los usuarios del grupo colaboren en la creación, organización y distribución del conocimiento y que, además, entre ellos realicen la evaluación del conocimiento, con el fin de ir con el tiempo refinando el conocimiento colectivo.

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nadie duda hoy en día que Internet está casi en cualquier lugar y que con el tiempo muy posiblemente se convertirá en uno de los principales depósitos de conocimiento del ser humano. De entre los servicios que nos proporciona Internet, el más extendido y utilizado por los usuarios es la World Wide Web (Web) como medio de publicación de información, por lo que podríamos ver la Web como la herramienta de compartición de información más universal y extendida hoy en día.

El problema que se nos presenta es que encontramos demasiada información en la Web y no podemos tener apenas garantía de la utilidad, valor, exactitud e importancia de ésta. Es por esto que necesitamos mecanismos para abordar esta "sobrecarga de información" [Borchers *et.al.*, 1998].

Se han realizado numerosos intentos para poder trabajar con la creciente masa de información y conocimiento que nos encontramos en la Web, siendo la solución más empleada hoy en día tener una serie de proveedores de información encargados de recolectar, evaluar y revisar la información y conocimiento. No creemos que esta solución sea factible a medio plazo. Hay un incremento creciente de información en la Web y para tratarla con este planteamiento se necesitaría entonces un número creciente de editores.

Hoy en día, cada vez es más habitual el trabajo en grupo. De hecho, las nuevas tecnologías de la información apuestan cada vez más por el grupo como la unidad elemental de trabajo. Se propone en esta tesis abordar la sobrecarga de información y conocimiento que encontramos en la Web mediante el trabajo de los miembros de un grupo interesados en crear un espacio común de conocimiento, a partir de su conocimiento individual sobre el área. Se propone, por tanto, que el espacio de conocimiento sea creado por los miembros del grupo, mediante sus aportaciones de conocimiento, y que además dicho espacio sea refinado y mejorado, gracias a las interacciones de los miembros del grupo.

Distintas tecnologías de la información nos pueden ayudar a llevar a cabo la propuesta planteada. De estas tecnologías, la que más se adapta a las necesidades planteadas es la *gestión del conocimiento*. Hay una amplia oferta de soluciones informáticas que nos pueden ayudar a realizar la gestión del conocimiento de un grupo de usuarios. Debido a la necesidad que tienen las empresas de gestionar de forma efectiva su conocimiento y conseguir así incrementar su capital intelectual, son éstas el principal objetivo de este tipo de sistemas.

Sin embargo, es deseable que estos sistemas también fueran adaptados a necesidades existentes en otros campos, como por ejemplo el campo de la docencia y de la investigación, en los que también encontramos grupos interesados en gestionar su conocimiento colectivo.

### 1.3 LA PROPUESTA

Como solución a la problemática comentada en el apartado anterior, se propone gestionar el conocimiento de una comunidad de usuarios mediante un mecanismo que permita la compilación de conocimiento de forma distribuida e incremental, de manera que un determinado *corpus* de conocimiento, tras la interacción con sus usuarios, evolucione a un estado más refinado o estructurado. La propuesta se basa en un *mecanismo de cristalización del conocimiento*.

El objetivo de la propuesta, por lo tanto, es conseguir cristalizar el conocimiento de una comunidad de usuarios como resultado de las interacciones de los componentes de dicha comunidad con éste. La propuesta permite que una comunidad de usuarios pueda crear colaborativamente un espacio de conocimiento colectivo común, donde se pueda tener el conocimiento relevante y de calidad del área o tema de interés para la misma, sin la necesidad del trabajo de ningún editor o persona encargada de esta tarea.

En este trabajo de tesis nos interesa gestionar el conocimiento sobre el cuál se puede interaccionar muchas veces antes de que pueda haber sufrido modificaciones, es decir, al que le atribuimos la denominación de *estable en el tiempo*. Pero estable no significa *invariable* o

que no evolucione, al contrario, este tipo de conocimiento también evoluciona pero seguramente tenga una evolución distinta de la de otros conocimientos más fluidos.

Además de estable en el tiempo, el tipo de conocimiento objeto de esta investigación es el *conocimiento explícito*, es decir, el tipo de conocimiento que no presenta dificultades para su formalización. Ejemplos de este tipo de conocimiento (explícito y estable en el tiempo) son los que podemos encontrar en enciclopedias o libros de referencia. En la propuesta planteada el conocimiento colectivo se encuentra explicitado en forma de una estructura del conocimiento y unos documentos que describen los temas que forman la estructura del conocimiento.

El *área de conocimiento* de la comunidad está organizado en un árbol jerárquico al que se denomina *árbol de conocimiento*. Este árbol está compuesto por nodos que representan los temas en los cuales se divide el área de conocimiento. Cada tema contiene a su vez documentos que los describen: los *documentos* son las unidades atómicas del conocimiento.

Aparte de los dos elementos de conocimiento ya citados, la propuesta también trabaja con anotaciones a documentos. Este elemento de conocimiento suele ser un comentario, crítica o sugerencia al documento que anota. El principal objetivo de este elemento de conocimiento es motivar al autor del documento para que realice una nueva versión.

Tanto la estructura como los documentos son conocimiento en evolución. En el caso de la estructura, ésta evoluciona mediante propuestas de cambios. El conocimiento de los documentos evoluciona mediante las propuestas de versiones que realizan sus autores.

El área de conocimiento de la comunidad se *construye* mediante las aportaciones de sus miembros en forma de algunas de las unidades de conocimiento antes nombradas. El área de conocimiento *evoluciona* gracias a las interacciones de los usuarios, que son recogidas y evaluadas por el mecanismo de cristalización del conocimiento.

Los elementos sobre los que se aplica el mecanismo de cristalización son I) los documentos, II) las anotaciones a documentos, III) las propuestas de versiones de documentos, IV) la estructura completa y V) las propuestas de modificaciones en la estructura. Cada uno de estos elementos de conocimiento puede recibir distintos tipos de interacciones por parte de los usuarios. Como el mecanismo de cristalización es función del tipo de interacciones que puede recibir un elemento de conocimiento por parte de los usuarios, se propone un mecanismo de cristalización para cada tipo de elemento de conocimiento.

La cristalización del conocimiento en forma de documentos se basa en el cálculo y evolución de lo que se denomina *grado de aceptación*, valor que mide cuánta aceptación ha recibido un documento por parte de los usuarios. El grado de aceptación de un documento se calcula en función de las opiniones implícitas que recibe en forma de consultas o accesos, y de las opiniones explícitas que recibe en forma de votos o anotaciones.

El mecanismo de cristalización determina el estado en el que está cada documento a partir de su grado de aceptación. Un documento cambia al estado de cristalizado cuando durante un cierto tiempo ha obtenido bastante aceptación (durante un cierto tiempo su grado de aceptación ha permanecido por encima de un valor umbral). Un documento es candidato a ser eliminado cuando durante un cierto tiempo ha obtenido muy poca aceptación (durante un cierto tiempo su grado de aceptación ha permanecido por debajo de otro valor umbral). En cualquier otro caso un documento continúa en el área de conocimiento en lo que se puede llamar estado de "permanencia".

Todos los elementos de conocimiento hacen uso de las opiniones en forma de votos, como el principal factor de evaluación. Teniendo además en cuenta que no se debe valorar igual la opinión de un usuario experto que la de un usuario ocasional, se propone que la emisión de

---

opiniones en forma de votos sobre la estructura y sobre los documentos (los dos elementos básicos que forman el área de conocimiento) recaiga sobre la figura de usuarios expertos, o más concretamente, sobre lo que denominamos *comunidades virtuales de expertos*.

Con comunidad virtual de expertos se hace referencia a un grupo de usuarios que son considerados expertos en uno o más temas relacionados. En nuestra propuesta se considera experto al usuario que ha adquirido cierto grado de reconocimiento dentro de la comunidad, gracias a la cristalización de alguno de sus documentos.

Cuando un documento cristaliza como resultado de recibir buena aceptación por la comunidad, a su autor se le atribuye la categoría de experto en el entorno (comunidad virtual) dónde está dicho documento y además recibe un cierto número de votos que puede emplear para apoyar a otros documentos (y de esta manera poder opinar sobre ellos) que están ubicados en la comunidad virtual donde se encuentra su documento cristalizado.

Es de destacar que, cuando un grupo de usuarios empieza a formar su área de conocimiento, probablemente no se tenga suficiente masa crítica en forma de conocimiento y opiniones como para que el proceso de cristalización pueda llevarse a cabo en términos de comunidades virtuales de expertos. Por ello, se plantea iniciar el trabajo en lo que se denomina fase supervisada. Durante esta fase hay un grupo de usuarios, los miembros del grupo de coordinación, encargados de tomar una serie de decisiones que posteriormente se harán de forma distribuida, mediante las citadas comunidades virtuales. Se ofrecen, por tanto, distintos mecanismos de trabajo adaptados al estado de madurez del área de conocimiento.

Para poder poner en práctica la propuesta planteada para la gestión del conocimiento de una comunidad de usuarios, con todas las características mencionadas, se ha diseñado y desarrollado el sistema *KnowCat*. El nombre, KnowCat, es el acrónimo de *Knowledge Catalyser* o *catalizador de conocimiento*, haciendo referencia a la propiedad principal que exhibe el sistema: la catalización del proceso de cristalización del conocimiento.

## 1.4 PLAN DE TESIS

A continuación se expone la organización de los contenidos del presente documento, memoria del trabajo de investigación de la tesis doctoral que nos ocupa. En el capítulo 2 se presenta una revisión bibliográfica y discusión de las áreas de investigación relacionadas con el problema a resolver (véase 1.2). Éstas son: el trabajo en grupo, las comunidades virtuales, la gestión del conocimiento, las librerías digitales y la Web Semántica.

El objetivo del capítulo 3 es mostrar y analizar las similitudes y diferencias de algunos de los sistemas que nos encontramos tanto en el campo comercial como en el ámbito de la investigación tecnológica, basados en el trabajo en grupo para la gestión del conocimiento de una colectividad de usuarios.

En el capítulo 4 se detalla la propuesta planteada que permite que una comunidad de usuarios pueda gestionar su conocimiento colectivo de forma colaborativa, distribuida y no supervisada. La propuesta se basa en un mecanismo de cristalización del conocimiento. En este capítulo también se expone el tipo de conocimiento que interesa gestionar y se presentan los elementos que forman el conocimiento colectivo de la comunidad.

---

En el capítulo 5 se explica en detalle del mecanismo de cristalización del conocimiento. Se presenta cómo funciona este mecanismo aplicado a cada elemento de conocimiento que forma el área de conocimiento de la comunidad.

En el capítulo 6 se presenta la modelización del sistema desarrollado para poner en práctica la propuesta planteada: KnowCat. También en este capítulo, se encuentra la descripción del diseño e implementación del sistema.

En el capítulo 7 se presenta un recorrido por los experimentos realizados en los últimos cinco años con el sistema. Se presentan los resultados obtenidos en la tarea de corroborar las hipótesis de partida de esta tesis. Finalmente se comentan los proyectos actuales en los cuales se está haciendo uso del sistema.

Finalmente, en el capítulo 8 se exponen las conclusiones obtenidas, así como las ventajas y limitaciones encontradas. Como parte final del capítulo, se comenta el trabajo en curso y las líneas de investigación abiertas en el contexto de la investigación que nos ocupa.

La memoria de tesis se completa con un total de 4 apéndices y la lista de referencias y bibliografía. El apéndice A contiene una descripción funcional del sistema KnowCat. El apéndice B presenta la lista de parámetros que nos ayudan a configurar un área de conocimiento creada con KnowCat. El apéndice C muestra un estudio experimental que relaciona el tamaño de los documentos con su calidad. Finalmente, el apéndice D contiene los resultados de las encuestas realizadas a los usuarios del sistema.

El formato y presentación de la presente memoria de tesis sigue la Norma Internacional ISO 7144:1986 [Aenor, 1997].



## CAPÍTULO 2

### TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DEL CONOCIMIENTO

El presente trabajo plantea una alternativa en el ámbito de las tecnologías de la información a la hora de administrar y gestionar el conocimiento colectivo de una comunidad de usuarios. Más en detalle, el objetivo de la presente investigación se centra en conseguir un conocimiento colectivo común de calidad y útil para los miembros de un grupo, partiendo del conocimiento individual de cada uno de sus miembros.

El tratamiento y distribución del conocimiento es un problema genérico de la humanidad: a lo largo de la historia nos encontramos con diversos intentos de abordar dicha problemática. Algunos ejemplos de estos intentos son la universidad y las bibliotecas, ambos con vocación de recopilar el conocimiento universal.

La aparición de las tecnologías de la información ha permitido tratar este problema de forma novedosa. La informática ha servido para compartir información, ya desde las primeras aplicaciones de ficheros se posibilita la compartición e intercambio de información entre los usuarios. El concepto de fichero es central para la informática ya que está diseñado para posibilitar dicho intercambio y compartición de la información. Entre las primeras aplicaciones exitosas se encuentran las que permitían compartir información de forma fácil y sencilla entre usuarios, como por ejemplo las aplicaciones para el control de nóminas.

Desde la década de los ochenta se ha desarrollado un área de investigación que de manera específica trata la compartición del conocimiento y la información. Este área es la que enmarca a las herramientas de trabajo colaborativo o trabajo en grupo (véase 2.1). Dichas herramientas proporcionan una serie de servicios a los usuarios como son el intercambio de información, la participación conjunta a la hora de generar documentos, etc.

Recientemente, en el tratamiento y manejo del conocimiento ha surgido un nuevo campo multidisciplinar: la gestión del conocimiento. La importancia que ha adquirido la gestión del conocimiento, incluso desde el punto de vista estrictamente económico, ha originado la aparición de herramientas específicas. Estas herramientas proporcionan los medios para la estructuración del conocimiento individual de los usuarios hacia el conocimiento colectivo de la comunidad [Cobos *et.al.*, 2002d], facilitando su compartición.

Hoy en día, las tecnologías de la información más relevantes para la gestión del conocimiento son el trabajo en grupo, las comunidades virtuales, las bibliotecas digitales y más recientemente la Web Semántica.

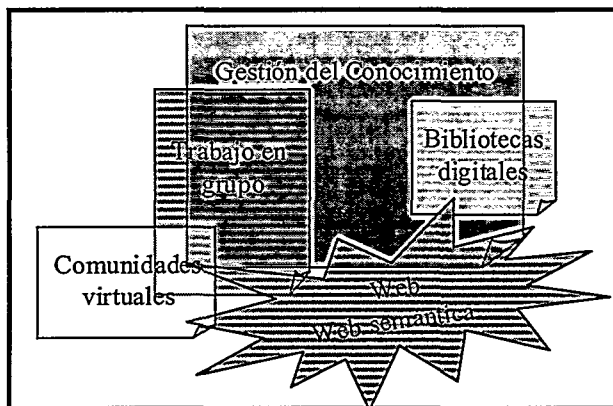


Figura 2.1 Tecnologías relacionadas con la *gestión del conocimiento*.

Hablar de trabajo en grupo basado en ordenador está cada vez más ligado a hablar de comunidades virtuales (véase 2.2), debido a que estas últimas son un tipo de formación grupal en la que sus componentes trabajan juntos a través de la utilización del ordenador.

Por otro lado, la introducción de las tecnologías de la información en las bibliotecas convencionales ha llevado al concepto de biblioteca digital (digital library). El principal objetivo de una biblioteca digital es "emular y extender los servicios que nos brinda una biblioteca convencional, ya que nos proporciona información en formato digital y también facilita un contexto organizacional que permite la selección, evaluación, registro y sistematización de dicha información, para la disponibilidad y acceso por parte de una comunidad de usuarios" [Sanllorenti, 2001]. En síntesis, una biblioteca digital nos proporciona un repositorio común de información y conocimiento disponible para la comunidad (véase 2.3).

El último avance significativo en el tratamiento informático del conocimiento es la World Wide Web o WWW (en adelante Web). La Web fue diseñada originariamente como un "mundo interactivo" que sirviera para compartir información, además de ser el lugar donde las personas pudieran comunicarse las unas con las otras y en donde se permitiera la comunicación entre máquinas [Berners-Lee, 1996].

Recientemente se ha propuesto como evolución de la anterior la Web Semántica. (véase 2.5). La Web Semántica (o Semantic Web) pretende facilitar a los usuarios el acceso, la búsqueda y selección de información de acuerdo con sus intereses, de una forma sencilla y eficaz, y con los mejores parámetros de calidad [Berners-Lee *et.al.*, 2001]. .

## 2.1 TRABAJO EN GRUPO

El desarrollo de aplicaciones software ha experimentado una gran evolución, desde sus orígenes hasta ahora, paralela a los avances de la tecnología hardware. El énfasis se puso inicialmente en las necesidades de las organizaciones como conjunto. Por tanto, se puede decir que las primeras aplicaciones informáticas de alguna manera soportaban el trabajo en grupo. Efectivamente, una base de datos compartida puede ser considerada como un entorno, aunque primitivo, de colaboración entre usuarios del sistema.



Sin embargo, la irrupción de la informática personal en la década de los ochenta imprimió un impulso considerable a las necesidades del individuo; se perdió en cierto grado el enfoque grupal. Es a finales de esta década cuando se reconoce este hecho y, gracias a la gran proliferación de las redes de comunicaciones, empiezan a desarrollarse las que pueden considerarse como las primeras aplicaciones para grupos en la acepción moderna del término [Grudin, 1994b] (véase Tabla 2.1).

Hoy en día, las aplicaciones que soportan el trabajo en grupo reciben la denominación genérica de "groupware". Dicho término fue acuñado por primera vez por Peter y Trudy Johnson-Lenz en 1978 de la siguiente manera: "procesos de trabajo en grupo que tienden a un objetivo preciso y aplicaciones concebidas para facilitar este trabajo en grupo" ("Intentional **group** processes and procedures to achieve specific purposes plus software tools designed to support and facilitate the group's work") [Whitaker, 1996].

Otras definiciones de groupware son: "sistemas computarizados que ayudan a grupos de gente que se comprometen en una tarea o meta común y que proporcionan una interfaz de ambiente compartido" [Ellis *et.al.*, 1993]; "colaboración mediante ordenador que incrementa la productividad o funcionalidad de los procesos entre las personas" [Coleman, 1995]; "software que ayuda a los grupos de personas a comunicarse electrónicamente" [Goldbert, 1994].

Como se puede observar, con groupware se denota a los sistemas que dan soporte a un grupo de colaboradores en la realización de una tarea común.

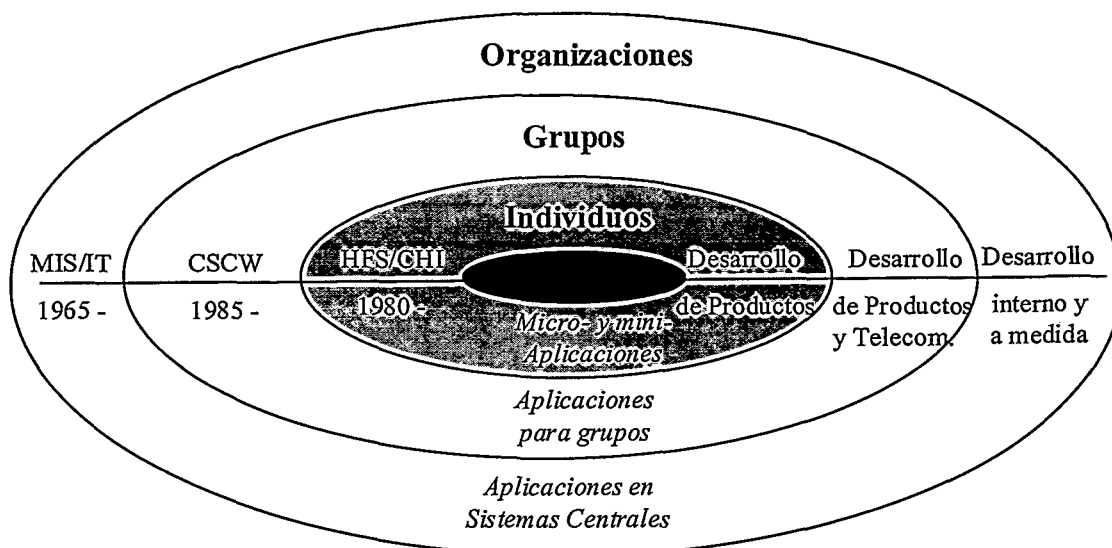


Figura 2.2 Evolución de los sistemas software [Grudin, 1994b].

La disciplina científica que describe cómo desarrollar las aplicaciones groupware es la denominada CSCW (Computer Supported Cooperative Work) [Grudin, 1994b] o "Trabajo Cooperativo Asistido por Ordenador". El término CSCW fue originalmente definido por Irene Greif y Paul Cashman en 1984 como "una vía para describir cómo la tecnología de los computadores puede ayudar a los usuarios a trabajar conjuntamente en grupos" [Bannon *et.al.*, 1989]. Al igual que ocurre con el término groupware, encontramos diversas maneras de definir CSCW. Por ejemplo, se hace referencia a CSCW cuando se habla del conjunto de tecnologías encaminadas a representar procesos complejos relacionados con actividades que requieren colaboración.

Una de las maneras tradicionales de transmitir conocimiento es mediante la enseñanza reglada. La introducción de CSCW en ese ámbito ha conllevado la aparición de los entornos CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) [Rahikainen *et.al.*, 2001][Scardamalia *et.al.*, 1991] o de "Aprendizaje Colaborativo Asistido por Ordenador". Estos entornos ayudan en el aprendizaje en grupo y en el proceso de enseñanza a distancia.

Con el fin de clarificar más lo que se entiende por servicios groupware se presentan distintas formas de clasificar estos servicios en el apartado 2.1.1. En el siguiente apartado, 2.1.2, se comentan los aspectos más relevantes a tener en cuenta cuando se trabaja en grupo y en el apartado 2.1.3 se presenta un tipo concreto de aplicación del trabajo en grupo de especial relevancia para este trabajo de tesis: la toma de decisiones en grupo. En los dos últimos apartados se hace un repaso de las herramientas CSCW y CSCL que consideramos más relevantes y relacionadas con la actual investigación.

### 2.1.1 Clasificaciones de servicios y sistemas para el trabajo en grupo

Existen diferentes criterios para clasificar los servicios y sistemas para trabajo en grupo o groupware. Una primera clasificación la propuso R. Johansen [Johansen, 1988] mediante la denominada taxonomía temporal/espacial de groupware, en la que se toman como dimensiones determinantes el tiempo y el espacio. A continuación, en la Tabla 2.1, se han incluido una serie de ejemplos de servicios groupware [Ortega *et.al.*, 2001b] dentro de la taxonomía propuesta por R. Johansen.

	<b>SINCRONO</b> (mismo tiempo)	<b>ASÍNCRONO</b> (distinto tiempo)
<b>LOCAL</b> (mismo lugar)	<b>REUNIONES CARA A CARA</b> Pantalla compartida para explicaciones Utilidades con respuesta de la audiencia Entornos de conversación y tormentas de ideas (posible aplicación: toma de decisiones)	<b>ADMINISTRACIÓN / MANEJO DE DATOS</b>  Raramente utilizado, un posible ejemplo: trabajo en turnos (en el mismo ordenador)
<b>REMOTO</b> (en lugares distintos)	<b>REUNIONES REMOTAS</b> Pizarra electrónica Charla (chat) Aplicaciones compartidas Vídeo/tele conferencia	<b>MECANISMOS DE COORDINACIÓN</b> Transferencia de ficheros Correo electrónico Grupos de noticias (news) Foros de debate (posible aplicación: toma de decisiones) Flujo de trabajo (workflow)

**Tabla 2.1** Taxonomía temporal/espacial de groupware [Johansen, 1988] [Ortega *et.al.*, 2001b].

En la taxonomía anterior tenemos, en primer lugar (arriba a la izquierda), los servicios o aplicaciones de los que disponen los miembros de un grupo cuando interaccionan cara a cara. En segundo lugar (a la derecha del anterior), están los servicios que proporcionan interacción asíncrona entre los usuarios, servicios orientados mayoritariamente al manejo de datos e información. Abajo a la izquierda están los servicios que permiten interacción distribuida síncrona y que, por lo tanto, facilitan la realización de reuniones entre personas distribuidas geográficamente. Y por último (abajo a la derecha), están los servicios que proporcionan interacción distribuida asíncrona, aquéllos que permiten que los usuarios además de estar distribuidos geográficamente puedan trabajar juntos sin necesidad de hacerlo en el mismo momento.

La clasificación que nos proporciona esta taxonomía no cubre todos los servicios o sistemas colaborativos, debido a que hay sistemas que pueden trabajar tanto de forma síncrona como asíncrona. Además, existen distintos grados de colaboración, tema que no está especificado en esta taxonomía.

Jonathan Grudin amplía la taxonomía anterior con lo que él denomina "mapa 3x3 de opciones groupware" [Grudin, 1994a]. En esta propuesta la actividad colaborativa puede llevarse a cabo: en "tiempo real" (mismo tiempo), para hacer referencia a distintos tipos de reuniones; en distintos momentos pero estos predecibles (distinto tiempo pero predecible), por ejemplo cuando se envía un correo electrónico a un colega se espera que éste sea leído al poco tiempo de su recepción; en distintos momentos pero estos impredecibles (distinto tiempo pero impredecible), donde un ejemplo de actividad de este tipo es la creación en grupo de documentos. En lo referente a la dimensión espacial, la actividad colaborativa puede llevarse a cabo: en un mismo lugar, en distintos lugares pero estos conocidos por los participantes o en distintos lugares no todos ellos conocidos por los participantes.

En la Tabla 2.2 se muestra un ejemplo que ilustra cada una de las opciones de la propuesta de Jonathan Grudin.

	<b>MISMO TIEMPO</b>	<b>DISTINTO TIEMPO PERO PREDECIBLE</b>	<b>DISTINTO TIEMPO PERO IMPREDECIBLE</b>
<b>MISMO LUGAR</b>	Reuniones cara a cara	Trabajo por turnos	Habitaciones de equipo
<b>DISTINTOS LUGARES PERO PREDECIBLES</b>	Vídeo/tele conferencia	Correo electrónico	Escritura colaborativa
<b>DISTINTOS LUGARES PERO IMPREDECIBLES</b>	Seminarios interactivos	Grupos de noticias	Flujo de trabajo

**Tabla 2.2** Mapa 3x3 de las opciones groupware [Grudin, 1994a].

Otro esquema de clasificación de groupware es el que nos ofrece David Coleman orientado al producto, es decir, centrado en la funcionalidad del producto [Coleman, 1997]. Las categorías de esta taxonomía son las doce siguientes: correo electrónico y mensajería, calendario y programación de grupo, sistemas de encuentro o reunión electrónica (pizarras o foros de debate), sistemas de conferencia de escritorio en tiempo real (los usuarios pueden trabajar simultáneamente sobre un mismo documento), sistemas de conferencia en tiempo no real (tipo tablón de anuncios), flujo de trabajo, edición documental multiusuario (manejo de documentos en grupo), utilidades de trabajo en grupo y herramientas de desarrollo de groupware, servicios groupware, marcos (frameworks) groupware y finalmente aplicaciones colaborativas basadas en Internet.

Otra clasificación es la que diferencia entre groupware restrictivo y groupware permisivo [Galegher *et.al.*, 1990]. Los sistemas restrictivos dirigen el trabajo del usuario a través de una serie de pasos de obligado cumplimiento. Un ejemplo de este tipo de groupware es un sistema de flujo de trabajo. Los sistemas permisivos, en cambio, dan al usuario libertad a la hora de actuar en dicho medio, los sistemas de conferencia son ejemplos de sistemas permisivos. Existen sistemas que presentan ambos aspectos, un ejemplo de estos son las pizarras compartidas con moderador, en las cuales el moderador puede determinar quién participa y quién no en la pizarra en determinados momentos.

Finalmente, si nos centramos en el grado de estructuración de la información que se va a compartir mediante un sistema o servicio groupware, podemos distinguir los siguientes tipos de sistemas:

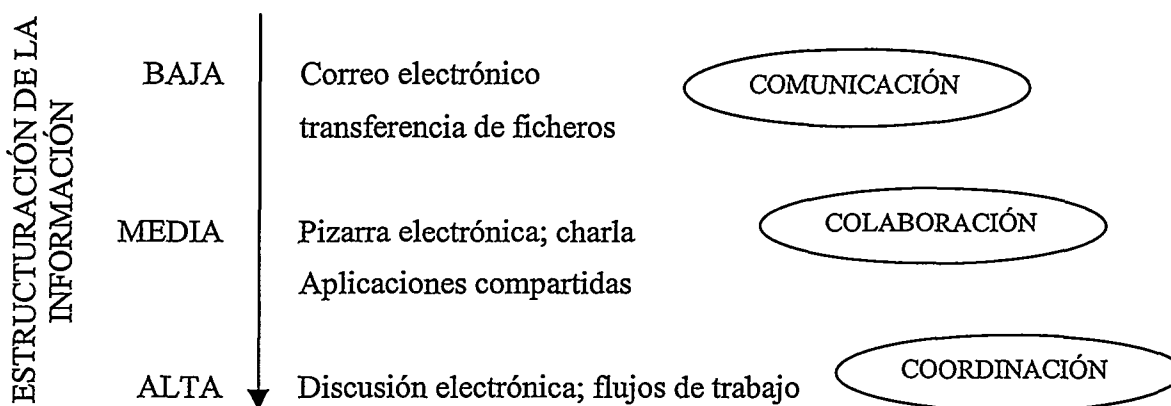


Figura 2.3 Taxonomía del groupware según el grado de estructuración de la información.

En primer lugar están los sistemas que no requieren que la información que facilitan y distribuyen entre los usuarios esté muy estructurada. Este es, por ejemplo, el caso de los sistemas de correo electrónico, los cuales se utilizan para el intercambio y compartición de información en cualquier formato o con cualquier estructura. Son sistemas que proporcionan básicamente la comunicación entre los usuarios.

En segundo lugar, están los sistemas que requieren algo más de estructura en la información manejada. Por ejemplo, en el caso de compartir una pizarra electrónica entre varios usuarios, cuanto más organizada y estructurada esté la información aportada al espacio común más fácil será su tratamiento y gestión. Estos sistemas aportan, más que comunicación entre los usuarios, la interacción sobre objetos de información compartidos [Rodden, 1993].

Finalmente, están los sistemas cuyo foco es la coordinación. Estos sistemas requieren que la información tratada esté bien estructurada. Por ejemplo, los sistemas de flujo de trabajo modelan la secuencia de tareas que se suceden en un proceso de trabajo y los roles que desempeña cada uno de los participantes. Cuando una tarea es completada el trabajo es automáticamente encaminado a la persona encargada de la siguiente tarea; todo este proceso es factible si la información está lo suficientemente bien estructurada.

### 2.1.2 Aspectos sociales que influyen en el trabajo en grupo

Existen factores físicos y sociales que influyen en el trabajo en grupo. Por el momento nos centraremos principalmente en los aspectos sociales, los cuales intervienen tanto en las labores colaborativas en sí como en el uso de herramientas colaborativas para llevar a cabo el trabajo en grupo.

Es sabido, en la comunidad de CSCW, que la motivación de los usuarios para su participación en el trabajo colaborativo es uno de los aspectos críticos que determina el éxito o fracaso de un sistema de este tipo. Por tanto, es un aspecto que hay que estudiar y cuidar desde el principio cuando estamos elaborando un sistema groupware.

La motivación va a depender en gran manera del ámbito de aplicación del sistema. En un entorno de enseñanza reglada, el aliciente de la calificación podría ser suficiente para tal fin. En un entorno empresarial, en cambio, la motivación tendrá que encontrar una expresión de tipo económico o de reconocimiento profesional. En un entorno científico, el prestigio puede constituir por sí mismo motivación suficiente, como lo es hoy día la publicación en revistas y congresos especializados.

La motivación también va a depender del tipo de actividad realizada. Si a una persona le interesa una actividad concreta y además con la realización de ésta se satisfacen sus objetivos personales, entonces va a estar motivada a participar y se va a involucrar más en el trabajo común. Por ejemplo, en la actividad de toma de decisiones los participantes suelen estar bastante motivados a colaborar [Inaba *et.al.*, 1997]. Esto puede ser debido a que el proceso de discusión que lleva asociado dicha actividad sirve normalmente como medio mediante el cual los usuarios expresan sus ideas, sus puntos de vista, etc. Veremos más en detalle esta actividad y sus características en el apartado 2.1.3.

Otro factor social a tener en cuenta es la proximidad entre los miembros del grupo. Nos referimos principalmente a la proximidad intelectual entre los usuarios, ya que la compatibilidad intelectual entre estos se reinvierte en un aumento de productividad en el trabajo en grupo. En lo referente a la proximidad física, es relevante destacar que si los usuarios están próximos físicamente se beneficia la comunicación y se minimizan los problemas de interacción [Kraut *et.al.*, 1990].

Otro aspecto de máxima importancia en cualquier sistema en el cual trabajen varias personas aportando su conocimiento de forma colaborativa, es la consideración de los derechos de autor y el reconocimiento adecuado de la contribución de cada persona. En principio cualquiera que cree un trabajo original puede reclamar el Copyright o derechos de autor sobre dicho trabajo. De hecho "el autor de una obra posee el Copyright de ésta desde el momento en el que está disponible en algún medio (papel, página Web, disco de ordenador, etc.)" [Updike *et.al.*, 1999].

En relación con lo anterior, también es oportuno mencionar la posibilidad de estar o no atentando contra los derechos de otra persona cuando se trabaja con su material digital en Internet. Existen cuatro factores a tener en cuenta a la hora de juzgar si se está accediendo de forma justa a un trabajo con Copyright: el propósito del uso del trabajo, la naturaleza del trabajo con Copyright, los ingresos que se pueden obtener por dicho uso y el daño o daño potencial al mercado por dicho uso [Samuelson, 1994].

Por último, no se quiere dejar pasar la oportunidad de comentar un aspecto de interés sobre todo en el ámbito empresarial, que es el paso "del mundo competitivo al colaborativo". Parece que la competitividad y la colaboración son dos temas extremos y opuestos. Sin

embargo, muchos autores apoyan la idea de fomentar que los miembros de una empresa colaboren compartiendo con los demás lo que saben con la utilización de lo que se conoce como Intranets o redes locales de la empresa [Davies, 1998] [Tramullas, 1996]. De esta manera, la buena distribución y gestión interna del conocimiento entre los miembros de una misma compañía les dará más competitividad frente a otras empresas. Por otro lado, esta colaboración también se puede extender entre empresas. Por ejemplo, en el sector tecnológico, las compañías necesitan colaborar las unas con las otras con el fin de desarrollar verdaderas innovaciones tecnológicas.

### 2.1.3 Una aplicación concreta: la toma de decisiones en grupo

La toma de decisiones y la deliberación en grupo son ejemplos de un tipo bastante importante de aplicación del trabajo en grupo. Normalmente para la realización de dicha tarea se utilizan los sistemas que dan soporte a la toma de decisión en grupo, a los cuales se les suele denominar abreviadamente GDSS (Group Decision Support System) [Lewis *et.al.*, 1988]. Según una encuesta realizada en 1988 por Straub y Beauclair [Straub *et.al.*, 1988] en 135 organizaciones de Estados Unidos, los GDSS's están siendo incorporados cada vez más como parte de las herramientas de trabajo de los empleados.

Hay una gran variedad de GDSS's que se diferencian unos de otros por características tales como el número de usuarios que pueden participar en la actividad, o cómo de dispersos geográficamente pueden estar los usuarios, etc. Los GDSS's dan soporte en la toma de decisión mediante la realización de un proceso formado por, al menos, las siguientes tareas: aportación de ideas, organización de las ideas y emisión de valoraciones sobre ellas.

La aportación o generación de ideas por parte de los miembros del grupo suele consistir tanto en aportar comentarios como información sobre la cuestión concreta a tratar. Esta tarea puede llevarse a cabo mediante distintos tipos de servicios groupware, como pueden ser los foros de debate o las pizarras compartidas.

Un mecanismo muy interesante para la realización de la primera tarea es el implementado por un GDSS utilizado en la universidad de Arizona [Vogel *et.al.*, 1990], el cual permite que todos los miembros del grupo reciban ideas y observaciones de otros participantes mediante lo que ellos denominan como "lluvia de ideas electrónica". Este mecanismo consiste en lo siguiente: inicialmente los miembros emiten un comentario sobre una cuestión determinada, estos comentarios posteriormente son distribuidos de forma aleatoria entre los miembros, que pueden hacer comentarios sobre ellos y estos son de nuevo distribuidos.

El objetivo de la organización de ideas es resumir lo aportado anteriormente. El trabajo en esta tarea suele ser la identificación de los elementos clave entre las ideas que fueron aportadas. Dicha identificación puede hacerse de diversas maneras. Por ejemplo, en el sistema implantado en la universidad de Arizona, en primer lugar los usuarios deben hacer su propia selección y luego entre todos deben llegar a consenso sobre qué es lo más importante tras la valoración de las ideas.

La siguiente tarea, emisión de valoraciones, da a los miembros la oportunidad de opinar sobre las ideas aportadas mediante la emisión de votaciones. Hay distintas formas de realizar estas votaciones y algunos ejemplos son: elegir entre "de acuerdo" o "en desacuerdo", dar un valor elegido dentro de un rango a cada elemento a valorar, ordenar los elementos de mejor a peor y realizar una elección múltiple. Una vez emitidas las valoraciones, el sistema permite la generación de informes con los resultados obtenidos en forma de tablas o en forma de

gráficos. En el sistema de la universidad de Arizona además se proporcionan estadísticas e información sobre el grado de consenso obtenido en la toma de decisión.

Aparte de los GDSS, existen otros ejemplos de sistemas que también dan soporte al proceso de discusión, diálogo y negociación entre los miembros del grupo. Un ejemplo es un entorno CSCL llamado iDCLE, basado en el Modelo del Proceso de Negociación de Inaba y Okamoto [Inaba *et.al.*, 1997]. Este modelo tiene en cuenta qué idea se está discutiendo, cuál es el foco de diálogo de cada participante y el grado de implicación de cada participante en el proceso de discusión. El sistema iDCLE fomenta la reacción de los participantes ante las declaraciones de otros, ya que posee la característica de identificar qué participantes no están tomando parte en la discusión para entonces motivarles a que participen más activamente. Otros entornos CSCL que soportan la decisión en grupo son comentados en el apartado 2.1.5.

En el presente trabajo de tesis los usuarios necesitan de algún mecanismo de negociación que les ayude a llegar a acuerdos acerca de qué conocimiento es útil y de calidad para la comunidad. En este trabajo se propone la utilización de mecanismos de votación para tal efecto. Como se expone en el Capítulo 7, donde se detallan los experimentos realizados, la utilización de votos como medio para opinar sobre la calidad del conocimiento se corrobora como una elección acertada. De hecho cuando hay suficientes opiniones en forma de votos sobre los documentos que describen un tema, el resultado es una buena descripción del tema.

#### **2.1.4 Herramientas colaborativas de propósito general**

Hay una amplia variedad de herramientas colaborativas o de desarrollo en grupo. Ya se vieron en el apartado anterior algunas cuyo objetivo principal era la toma de decisiones. En el apartado 2.1.5 se habla de las herramientas aplicadas a la docencia. En este apartado se da un rápido repaso a algunas herramientas colaborativas de propósito general según la funcionalidad o servicios de colaboración que proporcionan. La siguiente exposición puede completarse con las aproximaciones a los sistemas hipertexto colaborativos expuestos en [Ortega *et.al.*, 2001a].

En primer lugar tenemos herramientas que proporcionan principalmente servicios de comunicación, como son: mensajería, foros de debate, charla o chat. Algunos ejemplos de herramientas comerciales de este tipo son: Novell GroupWise 6 (<http://www.novell.com/products/groupwise/>), Lotus Notes 6 (<http://www.lotus.com/>), Netscape SuiteSpot 3.5 (Netscape SuiteSpot 3.5) o Microsoft Exchange Server 2000 (<http://www.microsoft.com/exchange/default.asp>). Todas ellas tienen en común que proporcionan correo electrónico y foros de debate como los principales medios de comunicación entre los usuarios. Los foros de debate permiten la realización de discusiones encadenadas, en la mayoría de ellas sin límite de niveles en dichas discusiones [PC MAGAZINE, 1997a] [GLOBAL COMMUNICATIONS, 1998].

Actualmente están surgiendo espacios Web donde los usuarios opinan sobre distintos temas tanto en participaciones a foros de debate como mediante votaciones acerca de lo que otros usuarios han comentado en los distintos foros. Algunos ejemplos son: <http://www.barrapunto.com/> o <http://slashdot.org/>, propiedad de Open Source Development Network, Inc. ("OSDN").

Seguidamente se encuentran las herramientas que además de permitir lo anterior, también facilitan el intercambio de información entre los usuarios mediante servicios de intercambio de ficheros o compartición de contenidos. Por ejemplo Novell GroupWise 6 y Lotus Notes 6

tienen funciones de gestión documental, tales como control de versiones, realización de copias de los documentos compartidos, etc. Otro ejemplo es BSCW (Basic Support for Cooperative Work), herramienta desarrollada por GMD, German National Research Center for Information Technology (<http://bscw.gmd.de/>) [Appelt, 1999]. BSCW proporciona un entorno donde compartir documentos, directorios, calendarios (para la gestión de reuniones), libro de direcciones, enlaces y otros elementos. También da la posibilidad de llevar a cabo el control de versiones de los documentos compartidos.

Seguidamente, están las herramientas que además de lo anterior, permiten llevar a cabo actividades conjuntas como navegación por la Web en conjunto, o dibujo y edición multiusuario o calendario en grupo. Un ejemplo de este tipo de herramientas es el sistema Groove, desarrollado por Groove Networks (<http://www.groove.net>). Groove tiene una interfaz para el espacio compartido en la cual los usuarios pueden ver en todo momento quiénes están conectados. Cuando un usuario realiza un cambio en el espacio, dicho cambio se refleja en las máquinas de los demás, implementando la filosofía denominada WYSIWIS (What You See Is What I See) o "lo que tú ves es lo que yo veo". Otro ejemplo es TeamWare Pl@za 3.5 (<http://www.teamware.net/Resource.phx/twplaza/intranet.htm>), desarrollado por TeamWare®, herramienta que proporciona la facilidad de crear espacios para comunidades virtuales (véase 2.2.2), tanto para Intranet como Internet. Un último ejemplo de este tipo de herramientas es Documentum eRoom (<http://www.documentum.com/eroom/>) de Documentum, herramienta que proporciona diversos servicios groupware síncronos y asíncronos destinados a la óptima gestión de proyectos en los que participan distintos grupos de trabajo.

Entre dichas herramientas destaca Lotus Notes 6 por las utilidades que proporciona a la hora de desarrollar aplicaciones colaborativas. Lotus Notes incluye entre otros elementos un lenguaje de programación LotusScript, un lenguaje de macros, formularios y vistas personalizables [PC MAGAZINE, 1997b]. Además, Lotus ha ido avanzando y algunos de sus productos que fueron originariamente para el trabajo en grupo, se han convertido en productos de gestión del conocimiento. Estos son WebSphere Portal Server 1.2 y Lotus K-station (<http://www.lotus.com/home.nsf/welcome/kstation>), los cuales, según ha anunciado IBM, van a ser integrados en un solo producto para la gestión del conocimiento: WebSphere Portal 4.1 (<http://www-3.ibm.com/software/webservers/portal/>) (véase 2.4.2).

Otros ejemplos de herramientas que también permiten desarrollar sistemas groupware son: GroupKit (<http://www.cpsc.ucalgary.ca/grouplab/projects/GroupKit.html>), NCSA Habanero (<http://www.isrl.uiuc.edu/isaac/Habanero/>), FACT [Mora *et al.*, 2001] y ANTS (<http://ants.etse.urv.es/>). GroupKit ha sido desarrollado por la Universidad de Calgary [Roseman, *et al.*, 1996]. Esta herramienta nos permite crear, entre otras cosas, pizarras compartidas, juegos multi-usuario o herramientas para dar soporte a reuniones. NCSA Habanero, desarrollado por la Universidad de Illinois, es un entorno de trabajo (o framework) que permite transformar aplicaciones escritas en Java o applets Java en aplicaciones colaborativas. FACT, desarrollado por el Grupo de Herramientas Interactivas y Aplicaciones del departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid, es un entorno de trabajo para el análisis del proceso de aprendizaje colaborativo y tutorización. Permite desarrollar aplicaciones colaborativas sobre las cuales podremos llevar a cabo el análisis y tutorización comentada. Y por último, ANTS es un entorno de trabajo colaborativo desarrollado por la Universidad de Murcia en colaboración con la Universidad Rovira i Virgili. Este entorno permite la creación de potentes aplicaciones para el aprendizaje colaborativo o aplicaciones CSCL [García, 2001].

Para finalizar, existe un amplio abanico de herramientas groupware destinadas a facilitar la conferencia en grupo. Las que se nombran a continuación tienen en común que además de



proporcionar servicios como pizarra compartida, charla o compartición de aplicaciones, también proporcionan servicio de audio y vídeo conferencia: Microsoft NetMeeting 3 (<http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/>); CollabOrator System 4000 de Creative Software Technologies [PC MAGAZINE, 1997b]; CVIEW de IBM [Koved, 1990]; CAVECAT (Computer Audio Video Enhanced Collaboration and Telepresence) de la Universidad de Toronto [Mantei *et.al.*, 1991]; y el sistema Argo, desarrollado por DEC Systems Research Center [Berc *et.al.*, 1995].

### 2.1.5 Herramientas colaborativas para la enseñanza.

El desarrollo de los estudiantes es de naturaleza social. De ahí el gran interés por proporcionar a los miembros de la comunidad escolar los medios que les faciliten la interacción y colaboración social que lleva implícito el aprendizaje colaborativo [Pifarré *et.al.*, 2000].

Existen un gran número de herramientas y sistemas destinados al aprendizaje colaborativo, también llamados entornos CSCL, que pueden clasificarse de diferentes maneras. A continuación presentamos dos propuestas de clasificación de tales entornos.

En primer lugar, Jermann, Soller y Muehlenbrock [Jermann *et.al.*, 2001] clasifican los sistemas que soportan CSCL en tres tipos: los que reflejan acciones, los que monitorizan el estado de las interacciones y los que ofrecen consejo. Los sistemas más básicos son los que reflejan las acciones (ofrecen la posibilidad de inspeccionar los accesos de estudiantes y profesores a los recursos compartidos). Algunos ejemplos de sistemas CSCW que pueden utilizarse como sistemas CSCL que reflejan acciones son GroupKit, NCSA Habanero, CuseeMe (<http://www.wpine.com/>) y Microsoft NetMeeting.

Los sistemas que monitorizan el estado de las interacciones, permiten la posibilidad de comparar las interacciones de los usuarios con modelos de interacciones ideales. Algunos sistemas de este tipo son HabiPro [Vizcaíno *et.al.*, 2000], MarCO [Tedesco *et.al.*, 2000] y EPSILON [Soller *et.al.*, 2000]

Los sistemas que ofrecen consejo son los que permiten analizar el estado de la colaboración utilizando modelos de interacción. Gracias a los consejos que emiten estos sistemas se puede favorecer e incrementar la participación de los usuarios. Ejemplos de estos sistemas son: DEGREE (se verá más adelante en detalle), Group Deader System [McManus *et.al.*, 1995], GRACILE [Ayala *et.al.*, 1998], COLER [Constantino-Gonzalez *et.al.*, 2000] e iDCLE (véase 2.1.3).

En segundo lugar, Alejandra Martínez *et.al.* [Martínez, *et.al.*, 2002a] clasifican los sistemas por las diferentes perspectivas teóricas sobre aprendizaje y estrategias para la intervención pedagógica. Según esta clasificación hay tres tipos de sistemas: los orientados al modelo del estudiante, los orientados a la interacción y los que tienen perspectiva de la participación.

Los primeros construyen "modelos de estudiante" con el fin de detectar y promover posibles situaciones de "interacciones buenas". Estas interacciones buenas son definidas como las interacciones que promueven el aprendizaje. Estos modelos de estudiante no necesitan ser tan detallados como en el caso de los correspondientes de los tutores inteligentes (ITS o Intelligent Tutoring Systems), es suficiente con que describan alguna característica de interés, como por ejemplo, el número de elementos de conocimiento accedidos recientemente, el

número de contribuciones en un chat, etc. Ejemplos de este tipo de sistemas son GRACILE y COLER.

Los sistemas orientados a la interacción se centran en el estudio de las interacciones y su progreso a lo largo del tiempo, con el fin de inferir los diferentes patrones de interacción relacionados a la construcción de conocimiento y de promover "buenos" patrones de interacción. Ejemplos de este tipo de sistemas son los clasificados anteriormente dentro de los que monitorizan las interacciones.

Por último, los sistemas con perspectiva de la participación consideran el grupo como un todo, e intentan analizar el grupo en sí, y los roles sociales asumidos por los estudiantes a través del grupo. Esta perspectiva se centra en los aspectos sociales del aprendizaje más que en los aspectos cognitivos, considerando la actividad y la participación como una manifestación del aprendizaje. Un sistema ejemplo de este tipo es TAGS [Allison *et.al.*, 2001].

Como se ha podido apreciar, algunas de las herramientas comentadas en los apartados anteriores también son utilizadas en el entorno de la enseñanza. El trabajo y el aprendizaje tienen muchos aspectos en común [Lewis, 1998], sin embargo, en el entorno de la enseñanza hay cabida para nuevos elementos, como es por ejemplo la existencia del rol del profesor y su diferenciación con respecto al rol del alumno.

Sobre el aspecto de diferenciación de roles, el sistema DOMOSIM-TPC desarrollado por el grupo CHICO de la Universidad de Castilla - La Mancha (<http://chico.inf-cr.uclm.es/>) incorpora un potente gestor de roles personales (Personal Role Management) [Redondo, 2002]. Dicho sistema integra aplicaciones colaborativas asíncronas y síncronas que son utilizadas por los alumnos con el fin de resolver problemas sobre Domótica.

El aprendizaje colaborativo, como ya se dijo al inicio de este apartado, es una actividad social y, por lo tanto, implica a una comunidad de estudiantes que comparten conocimiento y adquieren nuevo conocimiento, proceso que se ha denominado "construcción social del conocimiento" [Jonassen *et.al.*, 1992]. Desde la perspectiva de la gestión del conocimiento de los alumnos, los sistemas CSCL tienen en común las siguientes características:

- Un espacio para la comunidad de estudiantes, donde dispondrán de una serie de herramientas colaborativas que les facilite su trabajo conjunto, así como el intercambio de ideas y conocimiento entre ellos.
- El conocimiento estará estructurado generalmente en temas. Las unidades de conocimiento son no sólo documentos, sino también ejercicios, estudios, preguntas-respuestas, etc.

Se exponen con más detalle algunos de los sistemas de aprendizaje colaborativo que contemplan las dos características anteriores. El primer ejemplo es WISE (<http://wise.berkeley.edu>). Es un sistema para la adquisición de conocimiento basado en la Web soportado por la National Science Foundation. Su objetivo principal es el de proveer a los docentes de una herramienta didáctica de trabajo colaborativo, mediante la cual los estudiantes aprendan y respondan a controversias científicas contemporáneas mediante el diseño y debate de soluciones. [Cuthbert, 1999]. Además de ofrecer un espacio para la comunidad de estudiantes, da soporte a otros tipos de comunidades de usuarios, como por ejemplo a un grupo de docentes interesados en crear un área de conocimiento común en el cual compartir ideas y referencias sobre el tema, y dónde también compartir la estructura a tratar de éste [Baumgartner *et.al.*, 1998].

El sistema GETLE (<http://wbt-2.iicm.edu/product>) de la universidad Graz de Austria propone un sistema donde el material utilizado en el proceso de aprendizaje está compuesto por una biblioteca estática (libros y revistas digitales) y una biblioteca dinámica (indexación de Web sites, bases de datos de conocimiento experto humano, foros de debate, etc.). Todo ello puede verse como una colección de conocimiento en temas, lecciones y términos [Dietinger *et.al.*, 1998].

Otros sistemas gestionan el conocimiento de los estudiantes expresado en forma de ideas. Por un lado el sistema DEGREE (acrónimo de Distance education Environment for GRoup ExperiencEs), desarrollado por la U.N.E.D (Universidad Nacional de Educación a Distancia) permite a los usuarios el intercambio de ideas y contribuciones con el fin de llegar a acuerdos y poder ir elaborando un documento de manera conjunta [Barros, 1999] [Barros *et.al.*, 2000]. Las aportaciones e intervenciones se estructuran en un árbol. Por otro lado el sistema CSILE (acrónimo de Computer Supported Intentional Learning Environments), desarrollado por Marlene Scardamalia y Carl Bereiter del Instituto para Estudios de Educación de Ontario, Toronto (<http://www.ed.gov/pubs/EdReformStudies/EdTech/csile.html>), da soporte al intercambio de ideas entre los usuarios. Estas ideas o aportaciones están clasificadas (etiquetadas): unas son "problemas", otras "teorías propias", etc. Las ideas o notas del estudiante son la parte central de la herramienta y están almacenadas en una base de datos común [Scardamalia *et.al.*, 1999].

Por último, se considera de interés mencionar los sistemas adaptativos para la enseñanza a través de Internet, ya que la adaptación puede mejorar el proceso colaborativo del grupo [Medina *et.al.*, 2002]. Un sistema de este tipo es TANGOW (Task-based Adaptive learNer Guidance On the Web), sistema desarrollado por el Grupo de Herramientas Interactivas y Aplicaciones del departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid [Carro *et.al.*, 1999]. La principal característica de este sistema es la capacidad que presenta para el desarrollo de cursos en los que el contenido y su estructura pueden adaptarse al perfil particular de cada alumno. Los cursos se construyen a partir de unidades de conocimiento llamadas "contenidos", los cuales son enlazados por un conjunto de tareas y reglas que definen la estructura del curso y cómo debe ser éste adaptado al usuario.

Otro ejemplo de sistema hipermedia adaptativo para el aprendizaje cooperativo es WebDL (Web-based Distance Learning) [Gaudioso *et.al.*, 2002] [Boticario *et.al.*, 2001]. Este sistema ha sido desarrollado por la U.N.E.D., sobre la plataforma aLF (Active Learning Framework), también desarrollada en la U.N.E.D (<http://www.ia.uned.es/personal/elena/webdl/index.html>). (<http://www.iued.uned.es/iued/tecinfo/>). WebDL permite adaptar recursos de información y servicios de Internet a los usuarios según sus necesidades, sus preferencias y sus interacciones. La plataforma aLF dota a WebDL de una serie de utilidades para el manejo de cursos electrónicos (on-line), espacios compartidos, servicio de notificación de eventos, calendarios privados y públicos, enlaces de interés compartidos y un potente servicio de manejo de documentos.

## 2.2 COMUNIDADES VIRTUALES

Como ya hemos visto en el apartado anterior, las nuevas tecnologías de la información apuestan cada vez más por el grupo como la unidad elemental de trabajo [Finholt, 1990]. Por grupo se entiende dos o más individuos que trabajan juntos en algo. Nos encontramos distintos tipos de grupos, siendo algunos ejemplos las familias, los equipos y las comunidades. A continuación se definen los dos últimos.

Existen diferentes interpretaciones del término "equipo" [Dyer, 1987][Hackman, 1987] [Katzenbach *et.al.*, 1993][Schlichter *et.al.*, 1998], de todas ellas se pueden sacar las siguientes conclusiones acerca del comportamiento de los miembros de un equipo: estos se conocen, deben confiar los unos en los otros, se debe coordinar el trabajo entre ellos, se debe entender lo importante que es el trabajo de cada uno para la tarea conjunta y deben ser todos responsables de la tarea. En resumen, con el término equipo denotamos lo que Ferrán-Urdaneta define de la siguiente manera: "un grupo pequeño de individuos perfectamente identificados, comprometidos con un objetivo común, claro y que se puede medir, que requiere su coordinación y esfuerzo interdependiente por el cual se tienen como responsables los unos a los otros, y están juntos por un tiempo finito" [Ferrán-Urdaneta, 1999].

El concepto de "comunidad" también es susceptible de ser interpretado de distintas maneras. Por ejemplo, Markus define comunidad como un grupo de individuos que se comunican entre ellos y comparten intereses comunes [Markus, 1990]. Johann Schlichter define comunidad como un grupo de personas que pueden no conocerse y que comparten intereses y preferencias [Schlichter *et.al.*, 1998]. Aunque quizás la definición más completa es la proporcionada por Ferrán-Urdaneta: "una comunidad está compuesta por un gran número de personas con objetivos reconocidos comunes que satisfacen algunas de sus necesidades individuales, que necesitan poca coordinación pero con un gran número de vínculos entre ellos, donde ningún miembro es crítico para la supervivencia del grupo o la realización de los objetivos comunes" [Ferrán-Urdaneta, 1999].

Equipo y comunidad son similares en algunos aspectos y diferentes en otros. Las diferencias más notables entre estas formaciones grupales son el nivel de interacción entre los miembros y la existencia de metas o "artefactos" compartidos.

Para terminar con las distinciones entre los términos descritos, se presenta a continuación la propuesta de evolución de los sistemas software de Johann Schlichter. En dicha propuesta la distinción entre un tipo u otro de sistema se hace en base a la unidad de trabajo que lo utiliza.

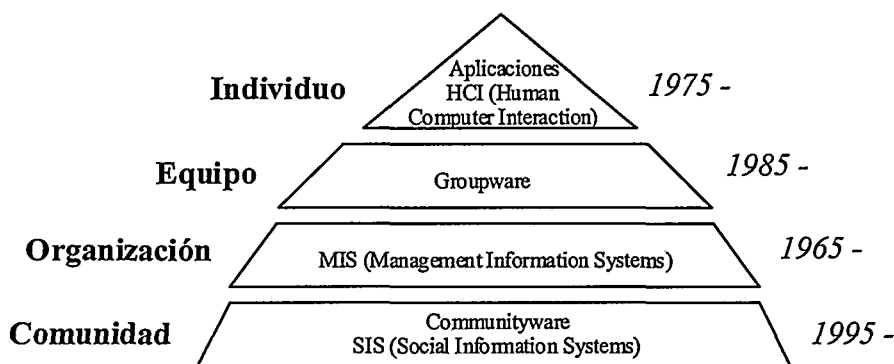


Figura 2.4 Propuesta de evolución de los sistemas software de Johann Schlichter.

El autor de la propuesta representada en la Figura 2.4 propone un término nuevo para las aplicaciones o sistemas basados en comunidades: "communityware". Con communityware se denota a los sistemas que dan soporte a un grupo de colaboradores, que pueden no conocerse entre ellos, los cuales tienen intereses y preferencias similares.

Dependiendo de la actividad a llevar a cabo y del entorno de ésta, será más recomendable la utilización de una u otra unidad de trabajo. El presente trabajo de tesis se interesa por los procesos de gestión del conocimiento en los cuales los miembros del grupo tienen como objetivo común la creación de conocimiento colectivo de calidad entre todos, y en donde además ningún miembro es esencial para el desarrollo de dicha actividad. Por ello hablamos de comunidad de usuarios o comunidad electrónica [Collins *et.al.*, 2001] cuando se trabaja con sistemas de gestión del conocimiento.

A partir del término comunidad o comunidad electrónica aparecen diversas variedades. Un tipo de comunidades son las que Jean Lave y Etienne Wenger llamaron "comunidades de práctica" ("communities of practice" o CoP) por primera vez en 1991 en su libro "Situated Learning" [Lave *et.al.*, 1991]. Este término denota a grupos de individuos que trabajan, aprenden y se socializan juntos, compartiendo ideas y desarrollando en conjunto un conocimiento compartido gracias a su participación. Otros autores diferencian otro tipo de comunidades con lo que llaman "comunidades estratégicas" ("strategic communities") [Storck *et.al.*, 2000]. Estas comunidades son similares a las comunidades de práctica, aunque se diferencian en que éstas son creadas para llevar a cabo objetivos estratégicos y se centran en conseguir alcanzar metas específicas.

Se pueden seguir diferenciando distintos tipos de comunidades electrónicas, por ejemplo Arthur Armstrong y John Hagel III centran su atención en los siguientes tipos: comunidades de transacción (communities of transaction), comunidades de relación (communities of relationship), comunidades de fantasía (communities of fantasy) y comunidades de interés (communities of interest) [Armstrong *et.al.*, 2000]. El último tipo se refiere al grupo en el cual no sólo interaccionan los unos con los otros, sino que además los participantes interaccionan generalmente en torno a un tema o área concreta.

En definitiva, los diferentes tipos de comunidades electrónicas descritas son lo que se denomina comunidades virtuales, en sentido amplio. Con el término comunidad virtual se denota al grupo de personas que forman una comunidad, según la acepción de Ferrán-Urdaneta, y cuyas interacciones son potenciales, no se hacen directamente de unos a otros como puede ser por ejemplo en un contacto cara-a-cara [Hill *et.al.*, 1995]. Con interacción potencial se hace referencia a que dicha interacción podrá producir un efecto o reacción de la misma naturaleza por parte de otros miembros de la comunidad virtual.

Existen tres elementos influyentes en las comunidades virtuales:

- El medio en sí mismo, es decir el sistema, los servicios de éste (que se utilizan en la comunicación) y la relación entre los miembros de la comunidad.
- Las convenciones o patrones de interacción de los miembros de la comunidad virtual.
- Los usuarios, es decir, tanto el número de estos y sus características como los roles que desempeñan en la comunidad [Schuler, 1994]. Sobre este último punto, es de destacar que una misma persona en distintas comunidades se puede comportar de manera distinta y tener por tanto diferentes roles [Collins *et.al.*, 2001].

En los siguientes apartados se tratan en primer lugar, las diferentes aplicaciones y usos de las comunidades virtuales (véase 2.2.1), y en segundo lugar, se trata un tipo de aplicación concreta de las comunidades virtuales: los sistemas de recomendación (véase 2.2.2). Finalmente se presentan algunos ejemplos de sistemas de recomendación orientados a la gestión del conocimiento.

### 2.2.1 Aplicaciones de las comunidades virtuales

En la misma definición de comunidad virtual se expresa implícitamente dónde podemos encontrar a las comunidades virtuales como unidad de trabajo. Las comunidades virtuales aparecen en todos aquellos sistemas informáticos que facilitan la interacción de varios usuarios que comparten objetivos a la hora de realizar algún tipo de actividad conjunta con el sistema.

Una aplicación de las comunidades virtuales es la generación de conocimiento colectivo. Como se verá en detalle en el apartado 2.4.1, a lo largo de los años se ha intentado fomentar la transmisión de conocimientos y compartición de estos entre los miembros de una comunidad por diversos medios. Por ejemplo, mediante la recopilación del conocimiento de los miembros de una organización en forma de documentos u otros artefactos en una "memoria organizacional" ("organizational memory") [Conklin, 1992]. Otra propuesta es mediante los sistemas de comunidades electrónicas: estos sistemas permiten codificar tanto el conocimiento formal como el informal de una comunidad y además de proporcionar un entorno donde poder manipular el conocimiento, permite la comunicación entre los miembros de la comunidad [Schatz, 1992]. Y finalmente, están los entornos o sistemas actuales de gestión del conocimiento (véase 2.4 y Capítulo 3), los cuales además de permitir lo anterior tienen en cuenta la identificación de expertos.

Otra posible aplicación de las comunidades virtuales es la realización de conferencias electrónicas. Este propósito se ha intentado llevar a cabo de diversas maneras, por ejemplo mediante listas de correo, o mediante conferencias en línea o foros de discusión en Web. Por un lado, en el primero de los casos, nos encontramos con el problema de que se generan un gran número de mensajes inadecuados (en contenido y longitud), pues existen cada vez más listas con objetivos similares con lo cual se duplican mensajes y se agrava el fenómeno del correo no solicitado (spamming). Por otro lado, en las conferencias en línea, si bien se permite una buena estructura de gestión de la información, se carece del incentivo para la comunicación.

Una buena gestión de las comunidades virtuales en la conferencia electrónica nos puede permitir una mejor comunicación y distribución de información entre personas distribuidas geográficamente. Esta es la idea sobre la cual está basada EMEC (Efficient Management of Multilingual Electronic Conferences), metodología diseñada por Funredes, una ONG dedicada a la divulgación de Internet en el hemisferio Sur (<http://www.funredes.org/emec/>). EMEC permite la creación de conferencias electrónicas moderadas basadas en servidores de listas, con elementos de valor añadido que ayudan a salvar los inconvenientes que restringen la participación. Además incorpora un proceso de traducción automática que ayuda a la comunicación intercultural [Pimienta *et.al.*, 2002].

---

Los puntos clave que hacen que la metodología EMEC funcione son:

- La animación de la lista, es decir, los debates se ven conducidos por una o varias personas que lanzan y facilitan las discusiones, de esta manera se contribuye a una discusión fluida y eficiente.
- La moderación de la lista, una persona recibe todos los mensajes enviados a la lista y decide si los transmite a los demás miembros de ésta, así se evitarán mensajes inadecuados.
- La documentación, los mensajes cumplen un formato que facilita su almacén y recuperación.
- La traducción de los mensajes, así cada uno puede leer y escribir en su idioma.
- La integración correo-sitio web, lo que facilita el acceso y búsqueda de los mensajes en cualquier momento.

También en los entornos de aprendizaje colaborativo nos encontramos con las comunidades de aprendizaje (learning communities) [Lewis, 1998]. Parafraseando a Boticario *et.al.*, estas comunidades estarán formadas por "estudiantes que tendrán que empezar a ser conscientes de su papel activo y esencial en el proceso de aprendizaje como miembros de una comunidad virtual de personas que comparten intereses educacionales" [Boticario *et.al.*, 2001].

Por último, son de gran utilidad las comunidades virtuales cuyo objetivo es ayudar a los usuarios a la hora de encontrar lo que les sea más afín (información, conocimiento...) con el mínimo esfuerzo. Este propósito nos lo ofrecen los sistemas de recomendación que se desarrollan en detalle en el siguiente apartado.

### 2.2.2 Sistemas de recomendación y comunidades virtuales

Los sistemas de recomendación son herramientas que ayudan a que le llegue a cada usuario lo que podría ser más de su interés, teniendo en cuenta principalmente sus gustos y preferencias.

De forma general, "el término 'sistema de recomendación' hace referencia tanto a los sistemas que se dedican a recomendar listas de productos como a los que ayudan a los usuarios a evaluar dichos productos" [Schafer *et.al.*, 2000].

A la hora de hacer recomendaciones se puede utilizar una de las siguientes vías:

- Recomendar a cada usuario elementos similares a los que eligió en el pasado. En este caso se utiliza recomendación basada en el contenido (content-based recommendation) [Balabanovic *et.al.*, 1997].
- Detectar qué usuarios o miembros de la comunidad tienen gustos y perfiles similares y entonces recomendar a cada usuario lo que otros de similares características han encontrado útil [Wyner, 1998]. En este caso se hace uso de recomendación colaborativa.

Nos centraremos en los sistemas de recomendación colaborativa, los cuales se basan en el filtrado colaborativo de información [Herlocker, 2000]. Este tipo de filtrado permite a los miembros de la comunidad beneficiarse de la experiencia de los demás antes de decidir qué nueva información consumir.

Los primeros pasos en el filtrado colaborativo vinieron de la mano de XeroX PARC, en su sistema Tapestry [Goldberg *et.al.*, 1992], utilizado en el filtrado de documentos electrónicos (principalmente correos electrónicos). Surgirían entonces distintos proyectos y sistemas de recomendación de productos. Algunos de los sistemas de recomendación de productos más relevantes son: GroupLens, desarrollado en la Universidad de Minnesota, [Resnick *et.al.*, 1994], que es un sistema de recomendación de noticias electrónicas, el cual ayuda a los usuarios en la búsqueda de artículos de su interés; Ringo [Shardanand *et.al.*, 1995] es un ejemplo de sistema de recomendación de música; Bellcore Video Recommender [Hill *et.al.*, 1995] y EachMovie (<http://www.research.compaq.com/SRC/eachmovie>) son ejemplos de sistemas de recomendación de películas de cine.

En líneas generales, los sistemas de recomendación se caracterizan por realizar las siguientes actividades:

- Capturan y almacenan el perfil de usuario, es decir, cada usuario del sistema tiene registradas sus preferencias, gustos, etc. Esta captura se hace con la información explícita que proporciona el usuario, mediante formularios o información de bases de datos, y con la información implícita de éste, deducida a partir de su comportamiento (por ejemplo, a través de la inspección de los lugares Web que visita).
- Permiten que los usuarios emitan valoraciones u opiniones sobre los elementos almacenados en el sistema. Estas opiniones son de gran utilidad, ya que gracias a ellas se irán refinando los perfiles de usuario y en algunos casos se ayudará a mejorar la clasificación de los elementos dentro del sistema.
- Tras el análisis de los perfiles de usuario y las interacciones de los usuarios con el sistema, se pueden crear bien comunidades de usuarios con perfiles similares, bien relaciones entre usuarios por afinidad de perfil y actividad que realizan. En algunos casos el sistema también recoge información sobre la actividad de las comunidades creadas. Por ejemplo, es de gran importancia el detectar consenso entre los miembros de una comunidad cuando estos están valorando algún elemento del sistema.
- Finalmente, se proporcionan recomendaciones a los usuarios en forma de sugerencias. Estas recomendaciones pueden variar en función del método que utilice la herramienta para hacer dichas recomendaciones. Algunos de estos métodos son: selección manual, resúmenes estadísticos, correlación elemento-a-elemento (recomendación basada en el contenido) y correlación usuario-a-usuario (recomendación colaborativa) [Schafer *et.al.*, 2001].

Se pueden distinguir dos grupos de sistemas de recomendación, teniendo en cuenta el entorno al que están destinados. El primer grupo son los sistemas de recomendación orientados al comercio electrónico, como por ejemplo el incluido en Amazon.com (<http://www.amazon.com/>) [Schafer *et.al.*, 2000]. Estos sistemas, de gran importancia en la actualidad, reciben información del usuario acerca de los productos de su interés y le recomienda aquéllos cercanos a sus necesidades, gustos y preferencias [Gil *et.al.*, 2002].

El segundo grupo lo forman los sistemas de recomendación que tienen por funcionalidad ayudar en la gestión del conocimiento e información generada en la actividad de una empresa. El objetivo en este entorno es distribuir la información y el conocimiento que sea relevante y



de interés para cada usuario, teniendo muy en cuenta las actividades que realiza dentro de la empresa, como parte de su perfil.

Un primer ejemplo en esta línea es el sistema NewKnow, desarrollado por la compañía NewKnow Network (<http://www.newknow.com/>). Esta herramienta permite recolectar documentos de fuentes diversas, clasificarlos en categorías y además infiere relaciones entre documentos gracias a las consultas de los usuarios sobre estos. También distribuye los documentos a los usuarios tras un análisis de relación entre el contenido de los documentos y el perfil de cada usuario.

Jasper II (<http://www.lags.bt.com/projects/>), desarrollado por British Telecommunications, es un sistema cuya finalidad es estimular el intercambio de conocimiento tácito y explícito a través de comunidades de interés [Davies, 2001]. Consta de un sistema de agentes software inteligentes que conocen los detalles de los intereses de los usuarios según sus perfiles [Raybourn *et.al.*, 2001] y tienen la capacidad de resumir y extraer las palabras clave de los documentos que forman el repositorio de conocimiento del sistema.

Tacit Knowledge System (<http://www.tacit.com>) tiene por funcionalidad analizar el contenido de los documentos que se generan día a día en un empresa con el fin de detectar los usuarios que forman la experiencia de la empresa, es decir, quiénes tienen conocimientos sobre cada tema que le interesa a la empresa. Este análisis sirve para canalizar las diversas situaciones de negocio que se generan diariamente en la empresa a las personas adecuadas de acuerdo a cada situación.

Como ejemplos de sistemas de recomendación de documentos Web (páginas Web) están Coins y Fab. En primer lugar, Coins ha sido desarrollado por GMD, German National Research Center for Information Technology (<http://orgwis.gmd.de/projects/Coins/>). Este sistema se basa en el filtrado colaborativo del conocimiento y su recomendación se basa en agentes inteligentes y minería de datos, técnicas que permiten localizar qué documentos están relacionados con cada perfil de usuario, teniendo además en cuenta cuáles son los documentos que han obtenido una alta valoración por parte de las personas que las han leído recientemente.

En segundo lugar, el sistema Fab es un ejemplo de sistema de recomendación integrado en una biblioteca digital. Este tipo de aplicación de los sistemas de recomendación, como parte de bibliotecas digitales, es muy importante, ya que como diferentes investigaciones corroboran, "las recomendaciones proporcionan un valioso servicio a los usuarios de las bibliotecas digitales" [Huang *et.al.*, 2002] (véase 4.3). De hecho, Fab es parte del proyecto de la biblioteca digital de la universidad de Stanford. Se caracteriza por ser un sistema de recomendación que se basa tanto en el filtrado colaborativo de información, como en la recomendación basada en el contenido [Balavanovic, 1997]. Estos sistemas que combinan la potencialidad de ambas partes son los llamados sistemas de recomendación híbridos o basados en conocimiento (knowledge-based recommender systems) [Burke, 2000].

## 2.3 BIBLIOTECAS DIGITALES

Con el término biblioteca digital se hace referencia a la unión de tecnologías de la información (almacenamiento, comunicaciones y el software necesario) con el fin de emular y extender los servicios de colección, almacenamiento, clasificación y distribución de información que ofrece una biblioteca convencional. Por lo tanto, una biblioteca digital lleva a cabo los servicios esenciales de una biblioteca tradicional y hace uso de las ventajas que proporciona el almacenamiento digital y la búsqueda y comunicación por ordenador [Gladney *et.al.*, 1994]. La utilización de bibliotecas digitales es una buena solución para abordar la problemática con la que nos encontramos cuando se desea dar acceso a grandes colecciones de datos heterogéneos [Fox *et.al.*, 2001].

Desde la aparición de la expresión "biblioteca digital", en la década de los noventa y hasta la actualidad, se han propuesto varias definiciones para este término. Christine Borgman afirma que algunas ideas sobre la biblioteca digital se centran en el estudio de sus aspectos teóricos, mientras que otras dan importancia a sus usos [Borgman, 1999]. Borgman considera que las definiciones que se generan a partir de la investigación, se caracterizan por el análisis de alguna problemática presente o latente, mientras que aquéllas orientadas desde la práctica, muestran un interés por la solución a cambios de carácter operativo en la biblioteca

En el trabajo [Tramullas, 2002] de Jesús Tramullas podemos encontrar un exhaustivo análisis de las numerosas definiciones que este término ha recibido hasta la fecha. En este análisis se propone una definición del concepto de biblioteca digital, atendiendo a su evolución hacia un modelo de centro de conocimiento. Esta definición es: "una biblioteca digital es un sistema de tratamiento técnico, acceso y transferencia de información digital, estructurado alrededor del ciclo de vida de una colección de documentos digitales, sobre los cuales se ofrecen servicios interactivos de valor añadido para el usuario final".

En los siguientes apartados se presenta, en primer lugar, un repaso histórico de la biblioteca (véase 2.3.1). Seguidamente se presenta lo que nos ha llevado desde las bibliotecas convencionales a las bibliotecas digitales actuales (véase 2.3.2). A continuación se comentan algunos de los aspectos más relevantes a tener en cuenta en el trabajo con bibliotecas digitales (véase 2.3.3). Finalmente se exponen algunos ejemplos representativos de bibliotecas digitales (véase 2.3.4).

### 2.3.1 El mecanismo tradicional para la gestión del conocimiento: la biblioteca

De todos es sabida la necesidad que siempre ha sentido el hombre de comunicarse. El primer tipo de comunicación que desarrolla el ser humano es la comunicación oral. Con la aparición de sociedades complejas se hace necesario un sistema de comunicación más amplio, que permita superar las barreras del tiempo y del espacio. A partir de entonces aparecen las primeras manifestaciones de lenguaje no hablado: en forma de señales o símbolos.

Según todos los indicios que se poseen en la actualidad, fue en la antigua Mesopotamia, concretamente en Sumer en el segundo milenio a.C, donde nació la escritura. Es en Sumer donde surgen las primeras bibliotecas, en ellas se guardaban tablas de arcilla con inscripciones comerciales y legales en escritura cuneiforme. Las bibliotecas más citadas de esta época son la de Ebla y la Asurbanipal en Nínive.

Las siguientes bibliotecas de las que tenemos constancia son las que surgieron en Egipto. La primera de estas fue establecida por Ramsés II en el año 1250 a.C., la cuál contaba con 20.000 papiros en escritura jeroglífica. Las bibliotecas de esta época eran llamadas Casas de la Vida y estaban situadas en los templos y los palacios reales.

La aparición de la escritura alfabética en la antigua Grecia favoreció tanto la técnica de escribir, como para que ésta pudiera estar al alcance de cualquier persona. El libro adquirió por primera vez su verdadera dimensión en la antigua Grecia. Es en esta época cuando las bibliotecas dejan de estar exclusivamente en los templos, y aparecen las primeras bibliotecas particulares en las casas.

En el siglo III a.C es fundada por los Ptolomeos la que sería posteriormente conocida como la biblioteca más célebre de entre las conocidas de la Antigüedad: la Biblioteca de Alejandría. Esta biblioteca constaba de un museo, una biblioteca de 700.000 pergaminos en papiro o lino, y además una serie de salas que eran utilizadas para copiar y traducir distintos textos a otras lenguas.

En Roma se crean tanto bibliotecas privadas como públicas o estatales. Hacia el siglo I a.C., son creadas las primeras bibliotecas privadas con obras griegas y latinas, por parte de los romanos acaudalados. Las bibliotecas públicas aparecen como respuesta a la creciente demanda de libros que surge hacia el siglo II de nuestra era. Las bibliotecas públicas más importantes de esta época eran las bibliotecas Octaviana y Palatina, creadas por Augusto, y la Biblioteca Ulpia, del Emperador Trajano.

En la Edad Media, las bibliotecas europeas se hallaban en los monasterios, las universidades y, en algunos casos, en palacios reales. Algunas de las bibliotecas situadas en monasterios eran la del monasterio de San Millán de la Cogolla y la del monasterio de Ripoll en España.

Durante los siglos VIII y IX, musulmanes y cristianos se dedicaron a copiar y conservar textos científicos y matemáticos. Es de destacar de esta época la Escuela de traductores de Toledo. Se produce un abaratamiento de los libros y una amplia distribución de estos por todo el imperio musulmán, debido a la adopción de los métodos chinos de fabricación del papel por parte de los árabes. Hacia el siglo X, la biblioteca de Córdoba tenía del orden de 400.000 libros.

En el siglo XI, las universidades italianas de Bolonia y Salerno fomentaron la generación de colecciones bibliográficas para alumnos e investigadores. En el siglo XIV se establecen importantes bibliotecas en Europa, como por ejemplo, la Biblioteca Real Francesa, en Francia.

En el siglo XV, la invención de la imprenta y una economía en auge, favorecieron que los libros fueran más asequibles y que por lo tanto el hábito a la lectura creciera entre la población. En esta época las bibliotecas ampliaron sus áreas de lectura y desarrollaron los sistemas de almacenamiento. Son de destacar, en esta época, la Biblioteca del monasterio de San Lorenzo de El Escorial, creada por el rey Felipe II, y la Biblioteca Medicea Laurenziana de Florencia, fundada a partir de una importante colección privada del bibliófilo Jean Grolier.

Durante los siglos XVII y XVIII se crean las primeras bibliotecas nacionales en toda Europa. Algunos ejemplo son la Biblioteca Bodleyana de la Universidad de Oxford, que fue establecida por el inglés sir Thomas Bodley y la Biblioteca Real en España, origen de la actual Biblioteca Nacional, que fue creada por Felipe V en 1712.

En 1850, se inaugura la primera biblioteca pública europea en Manchester, Inglaterra. Esta biblioteca estaba financiada por el gobierno y tenía por objetivo servir en la formación de la

población. A partir del siglo XIX empiezan a fundarse bibliotecas públicas nacionales en España y en los países de Latinoamérica.

Existen varios testimonios a lo largo de la historia de la humanidad donde se recoge el interés por el estudio de las bibliotecas. Por ejemplo, están los casos de Calímaco de Alejandría, los intelectuales y políticos romanos, los monjes medievales, y los creadores y usuarios de las bibliotecas catedralicias y universitarias. Es a partir del Renacimiento cuando la preocupación por el estudio y organización de las bibliotecas comienza a tomar un papel importante en el mundo occidental.

Con el estudio de la biblioteca aparecen tres nuevos conceptos: Biblioteconomía, Ciencias de la Información y Documentación. La biblioteconomía es el conocimiento y habilidad que se encarga de la administración de bibliotecas y su contenido, es decir, la economía de la biblioteca. También se define como biblioteconomía el estudio de las bibliotecas y centros de información, su función en la sociedad, sus diversos comportamientos, técnicas y procesos, su historia y desarrollo futuro.

La ciencia de la información es el estudio de las propiedades y el comportamiento de la información, las fuerzas que gobiernan su flujo y su tratamiento para lograr su máxima accesibilidad y utilidad. Nos encontramos otras formas, quizás más detalladas, de definir la ciencia de la información. Por ejemplo, Harold Borko la define como "la ciencia que investiga el comportamiento de la información, las fuerzas que gobiernan el uso de la misma y las técnicas tanto manuales como mecánicas para procesar la información, para su óptimo almacenamiento, recuperación y diseminación" [Borko, 1968].

Con documentación, según la norma ISO 5127/2:1983 emitida por la Organización Internacional de Estandarización (o su homóloga UNE 50-113-92/1 de la Asociación Española de Normalización y Certificación), se hace referencia a "recogida y tratamiento de información registrada, de forma continua y sistemática y que permita su almacenamiento, recuperación, utilización y transmisión" [AENOR, 1997, p. 30].

La documentación es el primer paso hacia el objetivo de integrar la masa de conocimientos existentes y dispersos en multitud de documentos con el fin de conseguir un acceso más fácil para una comunidad más amplia. Por lo tanto, los fundamentos de la documentación deben ser tenidos en cuenta en los posteriores intentos llevados a cabo con igual propósito.

Antes de seguir adelante, es de especial relevancia determinar qué se entiende por documento. Encontramos diferentes definiciones de dicho término emitidas por diferentes estudiosos. Para Roberto Coll-Vinent y Francisco J. Bernal el documento expresa, manifiesta, tangible y potencialmente, el ingenio, el artificio del hombre al mostrar y enseñar conocimientos, ideas, sentimientos, etc. o más sencilla y abreviadamente, lo definen como "soporte de una información" [Coll-Vinent *et.al.*, 1990]. Y remitiéndonos de nuevo a la norma ISO 5127/2:1983, se define documento como: "información registrada que puede considerarse como una unidad en un proceso de documentación" [AENOR, 1997, p. 30].

Existen dos tipos de documentos: primarios y secundarios. Los primarios son los documentos originales que suministran una información directa. Ejemplos de documentos primarios son:

- El libro es el documento primario más importante, la definición de éste según la UNESCO es "una publicación no periódica e impresa que tiene un mínimo de 49 páginas".
- Publicaciones periódicas, son publicaciones colectivas que aparecen con regularidad y cuyos fascículos siguen un orden cronológico y numérico.

- El artículo de revista o periódico.
- Catálogos industriales y comerciales, que son documentos elaborados y difundidos periódicamente por un industrial determinado, como instrumento de comercialización y con función de mercadotecnia.

Los documentos secundarios son una "condensación" (títulos, resúmenes) de los documentos primarios. Ejemplos de documentos secundarios son bibliografías, resúmenes, Boletines de Sumarios, Boletines analíticos, etc. El acceso a cualquiera de estos documentos secundarios nos proporciona información esquematizada, y en algunos casos también extensa, de los documentos primarios sin necesidad de acceder a ellos físicamente.

El proceso documental en una biblioteca convencional está compuesto de cuatro fases. La primera es la fase de entrada que consiste en escoger y seleccionar las fuentes de información. Las dos siguientes fases componen la parte del tratamiento de la información, el trabajo en estas dos fases intermedias consiste en establecer un plan de clasificación conveniente (análisis documental) y crear un sistema de centralización ideológica que nos de la seguridad de encontrar lo que buscamos y reagruparlo en forma racional (búsqueda). Finalmente está la última fase, la fase de salida o difusión, en la cual es necesario estudiar los medios de conservación.

Como se verá más adelante (véase 2.4.2), las fases del proceso documental son comparables a las etapas asociadas al ciclo de vida del conocimiento: creación de conocimiento entre los usuarios (comparable con la primera fase del proceso documental), almacenamiento/integración del conocimiento (comparable a las dos fases intermedias del proceso documental) y difusión del conocimiento mediante su compartición y distribución (comparable con la cuarta fase del proceso documental).

### **2.3.2 De las bibliotecas convencionales a las bibliotecas digitales**

A lo largo de la historia de la documentación han ido surgiendo varios factores que han contribuido a una mejora del tratamiento de la información, como por ejemplo el lenguaje, la escritura, la imprenta, el ordenador y las telecomunicaciones. Es destacable cómo el uso de las nuevas tecnologías de la información en el área de las bibliotecas convencionales ha tenido como resultado un nuevo concepto de biblioteca: la biblioteca digital.

Uno de los primeros avances ha sido la automatización de la gestión de las bibliotecas y con ello la automatización de los procesos básicos que en ella se realizan, tales como catalogación y adquisición, entre otros.

La aparición de la tecnología multimedia ha "enriquecido" las bibliotecas: se hace posible tener información textual, imágenes, sonidos, etc. como parte del contenido de la biblioteca. La información está digitalizada, lo que también facilita tanto el acceso como las búsquedas.

En los últimos años, el acceso a Internet ha sido de vital importancia en este campo. Con la aparición de las redes de ordenadores, y más concretamente con la aparición de la Web se ha producido un auge de las bibliotecas digitales. Este nuevo entorno hace posible acceder al contenido de la biblioteca desde cualquier sitio y en cualquier momento.

Los avances anteriores facilitan que en la década de los noventa aparezcan las primeras bibliotecas digitales. Una biblioteca digital, como vimos en su definición (véase 2.3), es mucho más que sólo la colección de material de sus depósitos. Provee una variedad de

servicios a todos sus usuarios (tanto humanos como máquinas, y productores, administradores y consumidores de información). Algunos de estos servicios son acceso a catálogos en línea para recuperación en tiempo real de información de la biblioteca; pedido y suministro de documentos, mantenimiento de la administración de las colecciones; proveer almacenamiento duplicado y confiable; ayudar a formular y realizar consultas.

En paralelo con la aparición de las bibliotecas digitales se suceden una serie de avances en la industria del libro electrónico. En la mayoría de los casos, un libro electrónico (electronic book o e-book) se concibe como un libro almacenado en formato electrónico [Saez, 2000] [EBK, 2001]. Sin embargo, es más general el hacer uso de la definición de documento virtual para hacer referencia a un libro electrónico, como se expone en [Cobos *et.al.*, 2002b].

Si comparamos los libros electrónicos con los libros en papel, los primeros nos proporcionan una serie de ventajas a la hora de ser utilizados como medios de transmisión de información, ventajas que comparten con los materiales que encontramos en bibliotecas digitales. Por ejemplo, se produce una simplificación en la tirada y una reducción del volumen de existencias, ya que la información en formato digital puede ser copiada de forma individual sin la necesidad de realizar un tirada masiva como es el caso de lanzar una nueva edición de un libro en papel, lo que nos lleva a pensar que se produce un aumento en la eficiencia del manejo de su almacenamiento [Beverly, 2000].

Una biblioteca digital nos brinda una serie de facilidades a la hora de acceder y trabajar con los materiales almacenados en ésta. En primer lugar, nos facilita el acceso a la información sin dependencia geográfica (ubicuidad), se puede acceder a ésta desde cualquier lugar y a cualquier hora. Además, se consigue acceso casi instantáneo de la información, se puede decir que "se lleva la biblioteca al usuario".

Otra facilidad es la de permitir navegar por los materiales, de esta manera se puede acceder de forma más directa que en el caso de las bibliotecas convencionales a las fuentes originales o referenciadas en la información accedida. Sin embargo, se presenta el problema de la sobrecarga cognitiva, es posible que al ir de unos documentos a otros se pueda perder el objetivo sobre lo que se deseaba obtener.

En relación con la navegación y la utilización de la Web, en las bibliotecas digitales se hace posible navegar entre "piezas de información". Los documentos no tienen porqué ser algo estático, sino que pueden ser dinámicos o virtuales [Paradis *et.al.*, 1998]. Un documento es dinámico cuando se crea (confecciona) en el momento de ser mostrado al usuario. Por ejemplo, se puede crear un documento dinámico a partir de datos de una base de datos.

Más concretamente, se hace referencia a un documento virtual cuando éste está creado por fragmentos que pueden ser ensamblados para construir documentos reales o documentos hipermedia, que son leídos por navegación [Falquet *et.al.*, 2001]. Dichos documentos virtuales se generan bajo demanda, en respuesta de las necesidades de un usuario [Gruber *et.al.*, 1996]. Los documentos virtuales, por lo tanto, contribuyen en el avance de la documentación, debido a que, como ha sido probado en [Garzotto *et.al.*, 1996], son útiles en la reutilización de la información.

Muy relacionado con el tema del dinamismo de la información que se presenta al usuario está la posibilidad de adaptación de dicha información. Por lo tanto, las bibliotecas digitales son susceptibles de beneficiarse de las técnicas de la hipermedia adaptativa [Brusilovsky, 1996], con las que se puede proporcionar un mayor acercamiento del contenido a los usuarios o lectores. Este acercamiento puede venir dado o por la adaptación de los contenidos a los distintos tipos de lectores [Bry *et.al.*, 2002], o por la adaptación en la manera de presentar los contenidos (variación de la interfaz) [Wilson, 2002].

Otra de las facilidades que nos da la biblioteca digital es la posibilidad de tener los materiales en cualquier formato. Esta situación es muy habitual, por ejemplo, en las organizaciones, dónde además no suele existir formato de documentos uniforme [Dieng, 2000]. El formato digital permite unificar distintos formatos: texto, vídeo, audio, etc.

Si se comparan los materiales de la biblioteca digital con los que podemos encontrar en Internet (a través de la Web), se puede decir que los primeros son de más calidad que los segundos, debido a que en el segundo medio no suele existir la figura de un editor encargado de la revisión de los materiales. Los materiales en una biblioteca digital son revisados para su publicación lo que les da un carácter de mayor fiabilidad y calidad.

### 2.3.3 Aspectos clave en una Biblioteca Digital

Una biblioteca digital tiene como fin servir a una comunidad de usuarios interesados en un tema o temas específicos.

Las características o aspectos clave más relevantes de una biblioteca digital son los que se detallan a continuación, en los siguientes grupos:

- Aspectos relacionados con la forma de organizar los materiales en la biblioteca digital y cuál es la estructura de estos.
- Aspectos relacionados con la naturaleza de los materiales almacenados en una biblioteca digital (carácter fluido, calidad) y las interacciones sobre estos por parte de los usuarios (control de versiones, derechos de autor).
- Aspectos relacionados con los servicios mínimos que nos ofrece una biblioteca digital (servicio de búsqueda, seguridad y control de accesos).

En una biblioteca digital la información está almacenada en lo que se denominan objetos de información [Arms, 1995]. Los objetos de información pueden ser digitales o bien estar en otros medios, como por ejemplo en papel. En el segundo caso, estos objetos de información están representados en la biblioteca digital mediante medios digitales, a través de, por ejemplo, metadatos (contenido y datos o información asociada) o catálogos electrónicos.

En el entorno bibliotecario son ejemplos de metadatos un catálogo de biblioteca o un repertorio bibliográfico. En el entorno electrónico se utiliza el término en un sentido más restringido, para designar a los registros producidos a partir de una serie de estándares creados específicamente para la descripción de recursos electrónicos. Han surgido distintas normas o estándares para dicha tarea, siendo el ejemplo más conocido el Dublin Core (<http://www.dublincore.org/>) [Dekkers *et al.*, 2003]. Dublin Core utiliza el siguiente conjunto de 15 elementos para describir un recurso electrónico: Título, Asunto, Descripción, Fuente, Idioma, Relación, Fondos, Creador, Publicador, Contribuyente, Derechos, Fecha, Tipo, Formato e Identificador.

La arquitectura de la biblioteca digital está separada del contenido de ésta, es decir, está separada de los objetos de información, con el fin de abordar de la mejor manera posible las particularidades de cada tipo de contenido [Arms, 1995].

Cada vez más, las bibliotecas digitales siguen el estándar propuesto por la Open Arhives Initiatives (OAI, <http://www.openarchives.org/>) en 1999 para la arquitectura de una biblioteca

digital [Van de Sompel *et.al.*, 2000]. Dicha propuesta consiste en el establecimiento de una arquitectura formada por componentes interconectados entre sí por un protocolo que garantice su interoperabilidad. De esta manera cada componente de la arquitectura de la biblioteca digital es un proveedor de datos o servicios y puede ser compartido para su reutilización por otros sistemas, sin que ello sea un conflicto en la estructura del mismo.

Por ejemplo, la NCSTRL (Networked Computer Science Technical Reference Library, <http://www.ncstrl.org>), que es una federación estadounidense de bibliotecas digitales que proveen de materiales informáticos, ha adaptado la arquitectura de sus bibliotecas digitales al estándar OAI [Anan, *et.al.*, 2002].

Un aspecto a tener en cuenta es el contraste entre la "estabilidad" (fixity) de los documentos en papel, y la "fluidez" (fluidity) de los documentos electrónicos [Levy, 1994]. El creciente uso de las nuevas tecnologías digitales, nos llevan a cambiar del uso de los documentos en papel (documentos con contenidos estables y que permanecen inalterables en el tiempo y en el espacio), al uso de los documentos electrónicos (documentos que en la mayoría de los casos tienen contenidos de carácter más fluido y susceptibles de ser cambiados) . Sin embargo, no se debe perder de vista que todos los documentos, sin reparar en el medio, tienen tanto estabilidad como fluidez.

En contraste con las bibliotecas convencionales, la mayoría de las bibliotecas digitales permiten tener múltiples versiones de un documento [Adam, 2000]. Por lo que otro aspecto de especial relevancia, en el cual hay bastante investigación en curso actualmente, es el control de versiones de los contenidos de una biblioteca digital. Debido a la importancia de este aspecto se ha creído oportuno dar una muestra detallada de algunas propuestas para esta tarea.

El control de versiones de documentos puede realizarse por alguna de las aproximaciones que se exponen a continuación. La primera opción, es mediante el mantenimiento de cada versión de un mismo documento como documentos individuales, estas versiones del mismo documento están enlazadas por lo que Parunak denominó en 1990 "enlaces de corrección" (revision links) [Parunak, 1991]. El problema que manifiesta esta aproximación es que presenta dificultades a la hora de mantener los enlaces actualizados [Choquette *et.al.*, 1995].

La segunda opción para el control de versiones es mediante el modelado con atributos de las modificaciones realizadas de una versión a otra. De esta manera se tiene un histórico de cada documento, y en cada momento un usuario puede saber si un documento ha sido cambiado y dónde puede encontrar dichos cambios. Por ejemplo, en el modelo de Chawathe *et.al.* los documentos son representados con una estructura jerárquica compuesta por fragmentos, en donde los cambios son anotaciones a los nodos (fragmentos) afectados de dicho árbol, y la detección de versiones se realiza por comparación de árboles [Chawathe *et.al.*, 1996].

La tercera opción es mediante el mantenimiento del documento original y un conjunto de reglas, cuya aplicación permita la generación automática de las versiones de dicho documento [Arnold-Moore *et.al.*, 2000]. Veamos dos formas de llevar a cabo esta tarea. Una alternativa es tener almacenado por cada versión de un mismo documento un conjunto de reglas o "tablas de contenidos" que nos indican cómo generar dicha versión. Esta opción tiene la ventaja de ser precisa y eficiente, pero la desventaja de necesitar un esfuerzo extra en la realización de cada conjunto de reglas de cada versión, ya que cada conjunto de reglas se realiza de forma independiente.

Una alternativa muy eficiente a la hora de generar versiones de documentos es la que nos propone el grupo de investigación en Recuperación de Información y Bibliotecas Digitales del Departamento de Informática (<http://descartes.dcs.fi.uva.es/~ir/index.html>), de la Universidad de Valladolid, junto con el laboratorio francés LORIA (Laboratoire Lorraine pour la



---

Recherche en Informatique et ses Applications, <http://www.loria.fr/>). En su propuesta un documento es considerado como un árbol con elementos o fragmentos, cada versión de un mismo documento es el árbol de fragmentos original modificado con la adición, modificación o eliminación de alguno de esos fragmentos, y las reglas que permiten la generación de versiones son deducidas de la información de relación, modelada en un grafo de relación y almacenada en enlaces [Martínez *et.al.*, 2001] [Martínez *et.al.*, 2002b].

Otro aspecto importante, es el de asegurar la calidad de los datos que contiene la biblioteca digital. Si una biblioteca digital acepta todo, puede llegar a contener mucha información probablemente inútil. En la mayoría de los casos este problema se solventa con la figura de un bibliotecario. Por este motivo, como ya se comentó en el apartado anterior, una biblioteca digital es una fuente más fiable, dónde podemos encontrar con cierta garantía materiales útiles y de calidad, en comparación con Internet.

Otro aspecto importante está relacionado con el impacto de las bibliotecas digitales en los derechos de autor (Copyright), la responsabilidad del autor sobre el contenido de lo que se expone en la biblioteca, etc. [Hearst, 1996] (véase lo que se expuso sobre Copyright y derechos de autor en el apartado 2.1.2).

Un aspecto muy importante en una biblioteca digital es que posea facilidades para buscar, filtrar y resumir grandes volúmenes de datos, imágenes e información. En la mayoría de los casos una biblioteca digital proporciona al menos búsqueda booleana y búsqueda categorizada.

La búsqueda booleana utiliza palabras combinadas con operadores booleanos (y, o, no) y se obtienen todos los documentos que cumplan con dicha expresión. Es el tipo de búsqueda textual más habitual en estos sistemas.

En la búsqueda categorizada, solamente se especifican palabras clave y se obtienen los documentos más relevantes de acuerdo con las palabras clave especificadas. La característica principal de estas búsquedas es que se pueden realizar en todo el contenido del documento y/o en sus metadatos. Este tipo de búsqueda nos permite, por lo tanto, hacer búsqueda multimedia.

Un aspecto asociado con el anterior es el método de indexación que utiliza la biblioteca digital. El método de indexación más habitual es el que consiste en tener punteros a palabras y trozos claves contenidos en los documentos. De esta manera, tras la realización de una consulta, se pueden recuperar o un documento entero o parte de éste. Además, el resultado de la consulta puede mostrarse de diferentes formas: en el formato original o en una transformación de éste [McNab *et.al.*, 1998].

Otros aspectos a considerar son la seguridad y el control de acceso que ofrece una biblioteca digital. La biblioteca digital debe proporcionar seguridad para asegurar que sólo se realizan operaciones válidas sobre los objetos digitales y, de esta manera, evitar que la información que ofrece pueda perderse o adulterarse. En relación con esto último, la biblioteca digital debe llevar control de cómo son los accesos para evitar un uso indebido de los materiales que nos ofrece.

Finalmente, otro aspecto importante es tener en cuenta el continuo cambio tecnológico. La red es aún muy joven y los continuos adelantos permiten implementar desarrollos cada vez más complejos. Por ello, es importante mantenerse actualizado atendiendo a todas las normas y estándares que se están desarrollando para la red (estos adelantos son investigados, entre otros por el consorcio World WideWeb, <http://www.w3.org/>). Parafraseando a James Richvalsky y David Watkins "siguiendo el ritmo a las últimas normas y estándares, se puede lograr una biblioteca digital de gran utilidad para muchos visitantes" [Richvalsky *et.al.*, 1998].

### 2.3.4 Ejemplos de bibliotecas digitales

Seguidamente se describen algunas de las bibliotecas digitales que se consideran de más interés dentro de las líneas de investigación del presente trabajo. Todas ellas son accesibles a través de la Web.

Los siguientes tres ejemplos de bibliotecas digitales son de propósito específico, es decir, proporcionan una colección de información sobre un sólo tema.

NDLTD, acrónimo de Networked Digital Library of Theses and Dissertations (<http://www.ndltd.org/>), nace de un proyecto llevado a cabo a principios de los años noventa en la Universidad de Michigan (más concretamente en el departamento Virginia Tech) cuyo principal objetivo es proporcionar a los estudiantes la oportunidad de aprender de publicaciones electrónicas y de bibliotecas digitales.

THOMAS (<http://thomas.loc.gov/>), que está en continuo desarrollo dentro del Center for Intelligent Information Retrieval (CIIR) de la Universidad de Massachusetts y la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos desde 1994, tiene por funcionalidad crear un medio tecnológico avanzado en el cual el público en general pueda tener acceso a la información legislativa de Estados Unidos [Croft *et.al.*, 1995];

En los últimos años el Center for the Study of Digital Libraries de la Universidad de Texas (<http://www.csdl.tamu.edu/>), ha llevado a cabo diversos proyectos en relación con la construcción de bibliotecas digitales sobre diversas colecciones para estudiantes y el público en general, algunos de estos son "Flora of Texas Consortium" (<http://www.csdl.tamu.edu/FLORA/fic/fichome.htm>) y "Cervantes Project 2001" (<http://www.csdl.tamu.edu/cervantes/>). Este último proyecto ha sido realizado en cooperación con el Centro de Estudios Cervantinos español y presenta una completa biblioteca digital sobre Miguel de Cervantes Saavedra (1547-1616) y su obra.

Como ya se comentó en el apartado dedicado a los sistemas de recomendación (véase 2.3.3), es de gran utilidad para los usuarios de las bibliotecas digitales el hecho de dotarlas del servicio de recomendación. Un ejemplo representativo de una biblioteca digital que presta especial atención a dicho servicio, es la biblioteca digital MELC (Maryland Electronic Community). Este sistema ha sido desarrollado por la Universidad de Maryland (<http://md-diglib.org/>) y está diseñado para su uso por parte de comunidades de aprendizaje, más concretamente por grupos de profesores. Los profesores pueden hacer uso del sistema para manejar sus recursos docentes, y el sistema puede aconsejarles la utilización de recursos que otros profesores encontraron de utilidad [Allen *et.al.*, 2001].

En la actualidad, casi todas las revistas importantes están transfiriendo la información que albergan al formato digital, en la mayoría de los casos en forma de biblioteca digital. Destacan las bibliotecas digitales asociadas al IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) y a la ACM (Association for Computing Machinery). IEEE Xplore™ (<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/DynWel.jsp>) permite acceder a artículos en revistas y proceedings de congresos publicados desde 1988. La Biblioteca Digital de la ACM o la ACM Digital Library (<http://www.acm.org/dl/>) permite acceder tanto a textos completos como a partes (abstracts, referencias, reseñas) de artículos publicados en revistas, proceedings de congresos y boletines informativos de la ACM, y también facilita el acceso a artículos publicados en organizaciones afiliadas a la ACM.

Algunas de las bibliotecas digitales que podemos encontrar en la actualidad en España son la Biblioteca Digital en Ciencias de la Salud y la Biblioteca Digital de la Universitat Oberta de Catalunya (<http://biblio.uoc.es:443/ibe/inici.html>). La primera, ha sido creada a partir del

proyecto "Dioscórides" (<http://www.ucm.es/BUCM/diosc/>), proyecto llevado a cabo por la Biblioteca de la Universidad Complutense, la Fundación Ciencias de la Salud y Glaxo Wellcome. Dicha biblioteca proporciona a la comunidad científica el fondo bibliográfico histórico biomédico, de los siglos XV al XVIII, más representativo en formato digital. La segunda biblioteca digital está siendo utilizada por la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) con el fin de dar acceso a recursos en formato digital de información que normalmente podemos encontrar en enciclopedias, revistas, estadísticas, etc.

Aunque la mayoría de las bibliotecas digitales han surgido "ad hoc" sin una herramienta específica, últimamente están surgiendo entornos que facilitan la construcción de bibliotecas digitales. Un ejemplo de este tipo de entornos es el sistema COSPEX (COncceptual SPace EXplorer). Este sistema permite a los usuarios crear y organizar su propia biblioteca digital privada, basándose en repositorios de información almacenada en bases de datos relacionales [Sugimoto *et.al.*, 1997] (<http://www-sl.r.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/cospex/wm/index.htm>).

La arquitectura de COSPEX se basa en unas unidades denominadas "servidores de información". Cada uno de estos servidores tiene su propio esquema de información, mediante bases de datos relacionales. También, cada servidor tiene una definición del dominio a través de un conjunto de correlaciones entre los contenidos de las bases de datos y un conjunto de imágenes.

Otro ejemplo es la New Zealand Digital Library (NZDL), sistema que empezó a crearse a partir del proyecto con el mismo nombre en 1995 [Witten *et.al.*, 1995]. Proyecto dirigido por el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Waikato en Nueva Zelanda (<http://www.nzdl.org/cgi-bin/library>).

NZDL es de acceso libre en la Web, y proporciona índices a distintas colecciones de información. Cada colección (comparable a una biblioteca digital como las explicadas al inicio del apartado) está formada por documentos de diversos formatos (ASCII, PDF, HTML, etc.) sobre un tema específico. En la actualidad, existe un gran número de colecciones, como por ejemplo: "bibliografía sobre interacción persona ordenador" (the hci bibliography), "pueblos indígenas" (indigenous people) [Witten *et.al.*, 1997], "la biblioteca virtual de la salud para desastres", etc.

Finalmente, la Biblioteca Digital de Stanford o Stanford Digital Library (<http://www-diglib.stanford.edu/>), nace del proyecto con el mismo nombre realizado en varias fases, la última empezada en 1999, cuyo objetivo es diseñar e implementar la infraestructura y servicios necesarios para la creación colaborativa, divulgación, compartición y manejo de información en una biblioteca digital.

## 2.4 GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Existe la aceptación generalizada, en el recién estrenado siglo veintiuno, de que la ventaja competitiva en las organizaciones está relacionada con la gestión del conocimiento [Drucker, 1993] [Stewart, 1997]. Se encuentra mucha investigación y trabajo relacionado con la gestión del conocimiento en el campo empresarial. Queda bastante constatada la afirmación anterior en este apartado, dónde la mayoría del trabajo que se describe relacionado con la gestión del conocimiento es precisamente en el campo empresarial.

Sin adentrarnos todavía en la definición de conocimiento, nos encontramos mucha literatura donde se hace referencia al término "Gestión del Conocimiento". La mayoría de las definiciones coinciden en que la gestión del conocimiento implica la colección, organización, clasificación y distribución del conocimiento [Malthotra, 2000], para beneficio de una organización y de las personas que lo comparten [Lueg, 2002]. Se entiende, que el conocimiento es el resultado del tratamiento de la información y la interacción de un grupo de personas interesadas en esa información [McDermott, 1999].

Parafraseando a Juan Carlos Maroto [Maroto, 1999] la gestión de conocimiento permite unir tres factores de interés: conocimiento de las personas, desarrollo de los procesos y uso de las tecnologías de la información. En otras palabras, la gestión del conocimiento es el conjunto de procesos y sistemas que permiten que el Capital Intelectual de una organización aumente de forma significativa. Por Capital Intelectual se entiende el conjunto de activos intangibles de una organización, o dicho de otra manera, el Capital Intelectual es la medida del valor creado en una organización que permite evaluar la eficiencia de la gestión del conocimiento [Bueno, 1999].

Es importante destacar que el fin último de un sistema para la gestión del conocimiento no es sólo el almacenamiento del conocimiento, como solía ser el uso de "memorias organizacionales" ("organizational memory") en el ámbito empresarial mayoritariamente. Estas memorias organizacionales eran creadas en su mayoría por expertos en el tema sobre el cual tratan, con el fin de poder posteriormente recordar y aprender del pasado. Los sistemas de gestión del conocimiento deben además cumplir con las necesidades sociales, económicas, académicas, etc., de los usuarios que utilizan dicho conocimiento almacenado [Churchman, 1971].

Llegados a este punto, se necesita concretar y definir más en detalle el concepto de conocimiento, una propuesta se encuentra en el apartado 2.4.1. Seguidamente, en el apartado 2.4.2, se comentan algunos de los modelos del ciclo de vida del conocimiento. Por último, hay un avance sobre los sistemas o herramientas de gestión del conocimiento más relevantes de la actualidad, apartado 2.4.3, los cuales están expuestos en detalle en el Capítulo 3.

### **2.4.1 Conocimiento. El "sustrato" a gestionar**

Ya desde los tiempos de la antigua Grecia, los filósofos discutían sobre el significado y la naturaleza del conocimiento. Los primeros en embarcarse en dicha tarea fueron Platón y Aristóteles. Según Platón en el conocimiento es posible distinguir diversos grados que se correlacionan con distintos grados de realidad: I) el mundo de la doxa u opinión, que abarca la creencia y la imaginación y que por lo tanto, no proporcionan un conocimiento verdadero ni fiable, II) la episteme, es decir, el conocimiento científico de la realidad, el cual abarca la diainoia o razón discursiva del matemático y III) la nóesis o dialéctica propiamente dicha. En conclusión, el conocimiento verdadero es únicamente inteligible: se accede a él a través de la razón, del entendimiento y no de la sensación.

Más tarde Wolf (racionalista), Locke (empirista) y Kant (idealista), entre otros, seguirían buscando el significado del conocimiento. Surgen dos posturas opuestas: el racionalismo (la certeza se obtiene a partir de ideas y principios innatos, rechazando el valor del conocimiento que no aporta la experiencia) y el empirismo (el conocimiento proviene de la experiencia, se niega la existencia de ideas innatas). El "criticismo kantiano" supone un intento de conciliación y superación entre las posturas anteriores: "aunque todo conocimiento ha de

---

provenir de la experiencia, sin embargo no todo conocimiento se agota en ella, ya que si no, no obtendríamos nunca certezas con carácter universal y necesario".

Wittgenstein, Popper y Kuhn son algunos de los pensadores del siglo XX interesados en el tema. Es de destacar la aportación de Wittgenstein, para quien el conocimiento es un fenómeno esencialmente social, ello significa que, como cualquier otro fenómeno social, es parte de la cultura que se transmite de generación en generación y se desarrolla y modifica activamente en respuesta a contingencias prácticas.

En la actualidad, el interés por el "conocimiento" se manifiesta también en otras disciplinas, tales como la teoría de la organización, las ciencias empresariales, la ingeniería del conocimiento, la inteligencia artificial, la psicología cognitiva y las ciencias cognitivas. Este interés está motivado en muchos casos por el auge de la gestión del conocimiento corporativo [Stenmark, 2002].

Hay diferentes formas de definir el término conocimiento. Una posible acepción la encontramos en el Diccionario de María Moliner: "cosas que se saben de cierta ciencia, arte, etc.". Verna Alle nos proporciona otra definición: "el conocimiento es la experiencia o la información que puede ser comunicada y compartida" [Alle, 1997, p. 27]. Ambas definiciones son muy generales. A continuación, se presentan algunas de las clasificaciones de tipos de conocimiento proporcionadas por distintos autores, que nos pueden ayudar a comprender mejor este término.

En la propuesta elaborada por James Brian Quinn, Philip Anderson y Sydney Finkelstein [Quinn *et.al.*, 1996], se sugiere distinguir entre cuatro niveles de conocimiento en orden incremental de importancia. En primer lugar, está el conocimiento cognitivo o datos simples, conocimiento que se aprende por ejemplo, en el aprendizaje tradicional de una disciplina (*qué sabemos sobre algo*). En segundo lugar, están las habilidades avanzadas o la capacidad para aplicar lo aprendido sobre una disciplina a los problemas de la vida cotidiana (*cómo lo empleamos*). En tercer lugar, el entendimiento de lo que sucede, es decir, tener conocimiento sobre la relación de causa y efecto de lo que nos rodea (*el porqué de las cosas*). Y por último, la creatividad motivada por uno mismo, es decir, la capacidad de motivación y adaptación a lo que nos sucede (*inquietud por el porqué*).

Otros autores, como Nonaka y Takeuchi [Nonaka, 1994] por un lado, y Polanyi [Polanyi, 1966] por otro, coinciden en hacer la distinción entre conocimiento tácito y conocimiento explícito. Con conocimiento tácito se hace referencia al tipo de conocimiento que reside en las personas y es difícil de formalizar (por ejemplo experiencias y habilidades), mientras que con conocimiento explícito se hace referencia al tipo de conocimiento que puede ser transmitido de unos a otros a través de imágenes, documentos y otros elementos (por ejemplo el tipo de conocimiento que se encuentra en libros, manuales, etc.).

En relación con la distinción entre tácito y explícito, existe la controversia suscitada por Stenmark en su trabajo "Information vs. Knowledge: The Role of intranets in Knowledge Management" [Stenmark, 2002], en el cual manifiesta que el conocimiento es siempre tácito, y a lo que llamamos conocimiento explícito es en definitiva información. Sin embargo, encontramos opiniones opuestas a la anterior, por ejemplo, Kogut y Zander definen información como "conocimiento que puede transmitirse sin pérdida de integridad" [Kogut, *et.al.*, 1992], con lo cual se está afirmando que información es una forma de conocimiento.

Verna Alle propone una clasificación del conocimiento en distintos niveles, donde cada uno de estos niveles está "embebido" en (es parte de) el siguiente nivel [Alle, 1997, p. 62]. El primer nivel corresponde a los datos. La unión y organización de los datos se convierte en el segundo nivel: la información. El siguiente nivel es el conocimiento, la información se convierte en conocimiento cuando es analizada, o enlazada con otra información, o

comparada con lo que ya se sabe. El siguiente nivel es el significado, el cual abarca nuestras interpretaciones y predisposiciones sociales y culturales. El nivel siguiente es la filosofía, en donde están las creencias, las teorías sobre las cosas y las presunciones. En el siguiente nivel está la sabiduría, la cual además, engloba nuestros valores y propósitos. Finalmente, en el último nivel, está la unión de todo lo anterior. En conclusión, los primeros niveles de esta clasificación están más relacionados con los datos externos, mientras que los últimos niveles están más relacionados con las personas, sus creencias y valores.

Otras tipologías del conocimiento son las que proponen los siguientes autores: Boisot diferencia entre conocimiento propietario, público, personal y de sentido común [Boisot, 1995]; Choo diferencia entre conocimiento tácito, explícito y cultural [Choo, 1998]; la propuesta anterior es modificada por la de Spender, el cual diferencia entre conocimiento explícito, implícito, individual y colectivo [Spender, 1998]; y por último Collins diferencia entre cinco tipos de conocimiento, estos son "embodied" (es el tipo de conocimiento donde el "hardware" es importante, es decir, este conocimiento no puede ser transferido simplemente con el paso de señales de un cerebro/ordenador a otro), "embrained" (el relacionado con las habilidades cognitivas), "encultured" (es el conocimiento social, el generado en las relaciones entre las personas), "embedded" (el relacionado con las acciones rutinarias) y "encoded" (el que nos encontramos por ejemplo en el software) [Collins, 1993].

Para terminar con las distinciones entre tipos de conocimiento, es interesante entrar en el debate sobre si el conocimiento es un objeto o un proceso. Por un lado, si por ejemplo consideramos nuestro conocimiento como la unión de todo lo que hemos aprendido a lo largo de nuestras vidas, entonces sería comparable a un objeto. Mientras que por otro lado, podría considerarse al conocimiento como el propio proceso de creación, adaptación, compartición, aprendizaje y comunicación.

El conocimiento es un "bien" de interés en múltiples disciplinas. Ya desde los primeros pensadores se interrogaba sobre su naturaleza, su disponibilidad para ser formalizado, las posibilidades que éste presenta para transmitirse de unos a otros, etc. De los distintos estudios expuestos se extrae que:

- El conocimiento no es estático, tiene asociado un proceso y una evolución. Además el conocimiento puede presentar en lo que podría denominarse distintos grados de estabilidad. Se puede diferenciar en un lado de la escala el conocimiento estable en el tiempo y en el otro lado el conocimiento efímero o fluido.
- En función de la facilidad que presenta un conocimiento a ser formalizado, se puede distinguir entre conocimiento formalizable y no formalizable, o en otras palabras entre tácito y explícito, respectivamente.

#### 2.4.2 Modelos del ciclo de vida del conocimiento

Distintos autores proponen diferentes modelos sobre el ciclo de vida del conocimiento. La primera propuesta tiene un enfoque general, es decir, es aplicable a la gestión del conocimiento de grupos de usuarios de cualquier campo: empresarial, académico y otros.

En el modelo propuesto por Gerhard Fischer y Jonathan Ostwald se considera a los usuarios participantes en la gestión del conocimiento como creadores activos de conocimiento mediante su trabajo, es decir, no son sólo consumidores de conocimiento o meros "recipientes" pasivos de información. En este modelo la gestión del conocimiento es un

proceso cíclico compuesto por las siguientes actividades: creación, integración y diseminación [Fischer *et.al.*, 2001].

Es necesaria la creación de nuevo conocimiento por parte de los usuarios, ya que el conocimiento contenido en la "memoria organizacional" o repositorio a gestionar no va a contener todo el conocimiento necesario para resolver cada uno de los problemas que vayan surgiendo en el trabajo diario de los usuarios.

La integración del conocimiento consta de dos tareas: "generalización conceptual" y "formalización de la representación". La primera se refiere a la unión de conocimientos de varios contextos, para lo cual se necesita que los usuarios entiendan del dominio en cuestión. La segunda tarea consiste en poner la información y el conocimiento de tal forma que los mecanismos informáticos puedan acceder a ellos e interpretarlo.

Sobre la diseminación de la información, al ser las necesidades de conocimiento de los usuarios impredecibles, es necesario proporcionarles mecanismos mediante los cuales puedan acceder bajo demanda al conocimiento necesitado. De esta manera se dispondrá de un contexto para el aprendizaje.

Las dos siguientes propuestas se plantean en el contexto de la gestión del conocimiento en organizaciones, de hecho, como ya se comentó al inicio del apartado 2.4, hay bastante investigación al respecto en el campo empresarial.

Para Joseph Firestone el nuevo foco de la gestión del conocimiento es la innovación. En su opinión las innovaciones se producen dentro de una organización cuando se completa el ciclo de vida de conocimiento de las proclamas (exposición de ideas). Joseph Firestone en su artículo "Accelerated Innovation and KM Impact" [Firestone, 1999] plantea un modelo de ciclo de vida del conocimiento en donde se diferencian cuatro etapas.

La primera etapa del modelo de Joseph Firestone es la etapa de "producción del conocimiento", en la cual se produce una recopilación de información, seguidamente ésta es procesada mediante un análisis y una síntesis logrando un conjunto de proclamas, las cuales son clasificadas durante esta etapa y finalmente validadas por una organización capaz de evaluarlas. Las proclamas resultantes en esta fase forman lo que se conoce como "conocimiento organizacional".

La segunda etapa es la de "integración del conocimiento". En esta etapa el conocimiento organizacional debe ser integrado a la empresa para continuar con el proceso de validación mediante los siguientes subprocesos: la difusión, búsqueda y respuesta, enseñanza y el intercambio. Estos subprocesos pueden estar basados en las interacciones personales de forma electrónica o no.

Una vez que las proclamas son integradas a la empresa, durante la tercera etapa se forman las "Bases Distribuidas de Conocimiento Organizacional", las cuales son estructuras abstractas que se manifiestan bien por implementaciones electrónicas o por el quehacer diario mediante por ejemplo optimización de procesos.

En la cuarta etapa, tras la creación de las Bases Distribuidas, se producen reacciones de los usuarios, los cuales emitirán juicios y opiniones que ocasionarán una realimentación. Si los juicios emitidos son buenos y validan las proclamas que constituyen la Base Distribuida, entonces, éstas serán incorporadas dentro de la organización como verdades y modelos a seguir. Por lo tanto, cuando una proclama cumple un ciclo de vida de conocimiento completo se incorpora dentro de la organización y se dice que se ha realizado una innovación.

Otro enfoque es el planteado por Eduardo Bueno [Bueno, 1998], el cual hace énfasis en la importancia del ciclo básico de la gestión del conocimiento para una organización (o grupo), con el fin de potenciar la creación de procesos dinámicos de generación de flujos de

conocimiento y la creación de conocimientos nuevos. Dicha gestión debería saber diseminar el conocimiento por toda la organización e incorporarlo a los productos, a los servicios, a los sistemas y a los procesos.

Su propuesta de ciclo consta de un conjunto de fases: acceder a fuentes del conocimiento externo o interno a la empresa o grupo; facilitar o explotar el conocimiento a través de unos valores y de una cultura que lo potencie y dinamice; representar o aplicar a través de las tecnologías de la comunicación el conocimiento con el fin de que ayuden al aprendizaje individual y de grupo; generar o crear el nuevo conocimiento gracias a la interacción de estas fases y a la "capacidad de aprender a aprender", tanto a nivel de personas como de grupo; e incorporar e integrar el conocimiento como un nuevo valor añadido en los productos, servicios, sistemas y procesos del grupo u organización.

Otras propuestas acerca de las tareas o fases que forman el ciclo de gestión del conocimiento son las de autores como Myers [Myers, 1996] que divide entre adquisición, codificación y transferencia de conocimiento, Ruggles [Ruggles, 1997] que propone generación, codificación, transferencia e implementación, y otros que dividen en creación, codificación, almacenamiento, recuperación, validación y compartición del conocimiento.

Como resumen, se observa que hay un acuerdo sobre las etapas que forman el ciclo de vida del conocimiento. Estas etapas son además las que se han adoptado como las componentes del modelo de ciclo de vida en la propuesta de gestión del conocimiento del presente trabajo de tesis:

1. Creación de conocimiento entre los usuarios. Los usuarios colaboran en la creación de una masa de conocimiento colectiva de utilidad para el grupo.
2. Integración del conocimiento. Es importante proveer de medios adecuados para el almacenamiento y organización del conocimiento, los cuales faciliten las tareas a realizar en la siguiente etapa (como por ejemplo el acceso al conocimiento buscado).
3. Compartición y distribución del conocimiento, con el fin de conseguir de forma activa la creación de nuevo conocimiento. La clave para ir mejorando el conocimiento colectivo es aprender de lo aportado entre todos y también, entre todos seguir aportando más y mejor conocimiento al grupo.

### 2.4.3 Sistemas de gestión del conocimiento

A la hora de gestionar el conocimiento de una comunidad de usuarios podemos elegir entre un gran número de herramientas o sistemas para tal objetivo. Dependiendo de las necesidades del grupo y del tipo de conocimiento a gestionar, se podrá elegir entre la amplia gama de herramientas existentes tanto en el ámbito comercial como en la investigación.

Por un lado, están las herramientas centradas en proporcionar mecanismos que faciliten el trabajo en grupo, es decir, las que tienen por objetivo fomentar la colaboración entre los usuarios a la hora de generar conocimiento colectivo. Las herramientas que encontramos en este grupo son aquellas que principalmente proporcionan servicios groupware (de trabajo en grupo) del tipo: compartición de espacios de trabajo, compartición de ficheros, servicio de comunicación, soporte a la toma de decisiones, etc. Este primer conjunto de herramientas son principalmente útiles en las etapas extremas del ciclo de vida del conocimiento, es decir, a la hora de permitir participar aportando nuevo conocimiento y compartiéndolo con los demás.



Por otro lado, están las herramientas centradas en la parte intermedia del ciclo de vida del conocimiento, es decir, las que contemplan la organización y clasificación del conocimiento. El tipo de herramientas a las que nos referimos en este segundo grupo son, por ejemplo, las que están basadas en ontologías (véase 2.5.2).

También existen los sistemas o herramientas que nos permiten una gestión del conocimiento íntegra: son aquellas que tienen en cuenta ambos aspectos antes comentados. A los sistemas susceptibles de clasificarse en esta categoría los denominamos "sistemas integrales de conocimiento" [Cobos *et.al.*, 2002d]. Los objetivos de estos sistemas son: facilitar el trabajo colaborativo de los usuarios involucrados en el proceso de la gestión del conocimiento, es decir, dan soporte a las aportaciones de los usuarios tanto en forma de nuevo conocimiento, como opiniones sobre éste (ayudando de esta manera a la validación del conocimiento); y proporcionar una estructura robusta donde almacenar el conocimiento que nos permita administrarla, recuperarla y en definitiva su acceso y compartición. Nos referiremos a sistemas de esta categoría a partir de ahora, cuando se haga referencia a los sistemas de gestión del conocimiento.

Los objetivos antes expuestos, los llevan a cabo los sistemas de gestión del conocimiento mediante diversos servicios o funcionalidades, que pueden ser clasificados en tres áreas: tratamiento del conocimiento, gestión/manejo de los usuarios y otros servicios (véase 3.2). Veamos en detalle cada una de estas áreas.

El tratamiento del conocimiento está directamente relacionado con la segunda y tercera etapa del ciclo de vida del conocimiento: integración del conocimiento y distribución del conocimiento.

Por lo general los sistemas integran el conocimiento colectivo en un espacio común, en forma de repositorio o memoria organizacional. Las unidades de conocimiento que gestionan estas herramientas son generalmente documentos en cualquier formato, desde páginas Web, hasta documentos personalizados con un formato específico. En algunos casos, los sistemas tienen además un servicio de control de versiones de los documentos aportados, y también pueden ofrecer a los usuarios la opción de añadir anotaciones o comentarios a los documentos que se han aportado en el espacio común.

Una vez recogido el conocimiento los sistemas permiten su administración a través de su estructuración o indexación, e incluso en algunos casos proporcionan servicios de tesauros o sinónimos. En la mayoría de los casos la estructura del conocimiento atiende a dos necesidades:

- ⇒ La necesidad de representar la estructura inherente al conocimiento manejado, para lo cual el mecanismo más empleado en la organización del conocimiento es una jerarquía de temas - lo que bien se podría denominar "árbol de conocimiento" -. Otro mecanismo es a través de sistemas de organización basados en redes jerárquicas de nodos conectados entre sí mediante relaciones.
- ⇒ La necesidad de organizar el conocimiento en función de quién o quiénes lo utilicen y cómo lo compartan entre sí. En el segundo caso, tenemos estructuras que están basadas en los grupos de discusión que se forman en el sistema u organizaciones elaboradas de acuerdo a espacios de usuarios que se pueden compartir en el sistema.

Ejemplos de sistemas que organizan el conocimiento en una jerarquía de temas son: Meta4 KnowNet<sup>®</sup>, desarrollada por la compañía Meta4 (<http://www.meta4.com>); Microsoft<sup>®</sup> SharePoint<sup>™</sup> Portal Server 2001 (<http://www.microsoft.com/sharepoint/>); la herramienta KnowNet realizada dentro del proyecto ESPRIT KnowNet (<http://www.know-net.org/>); el

sistema Annotate! (<http://uaeller.eller.arizona.edu/~mginsbur/>), desarrollado en el Stern School of Business, en la Universidad de Nueva York; y Sintagma, herramienta desarrollada por la compañía Carrot Informática y comunicaciones (<http://www.e-carrot.net/>) en donde los nodos son la unidad de conocimiento y eje central de la herramienta.

Ejemplos de sistemas que estructuran el conocimiento en función de la organización de los grupos de usuarios son: Dynasites (Dynamic, Extensible and Integrated Information Spaces), (<http://seed.cs.colorado.edu/dynasites.Documentation.fcgi>) desarrollado en la universidad de Colorado, el cual utiliza una estructura basada en los foros de discusión que se crean en el sistema; Plumtree Corporate Portal, fabricado por Plumtree Software Inc (<http://www.plumtree.com/products/>), el cual organiza el conocimiento en espacios de usuarios a los que se les llama MyPages y pueden ser compartidos para extenderlos al concepto de OurPages. Otros sistemas como Zaplet Appmail Suite desarrollado por Zaplet Inc (<http://www.zaplet.com/>) establecen la organización del conocimiento en función de un tipo de documento llamado appmail, el cual se crea colaborativamente ensamblando elementos llamados bloques de conocimiento y se distribuyen entre todos los usuarios que están interesados en él.

El tratamiento del conocimiento debe garantizar una correcta distribución del conocimiento en cada momento y a cada usuario según sus necesidades. Para ello se pueden emplear distintos mecanismos:

- ⇒ Realización de búsquedas. Éstas pueden ser, bien en los contenidos que se encuentran registrados por el sistema, bien en Internet.
- ⇒ Ordenación de contenidos por calidad. Es de interés informar a los usuarios sobre qué unidades de conocimiento son las mejores en cada tema o categoría.
- ⇒ Proporcionar recomendaciones. Según las interacciones de los usuarios con el conocimiento colectivo, el sistema puede recomendar contenidos a los usuarios. En algunas ocasiones la recomendación se realiza mediante el envío (por correo electrónico) de los documentos que pueden ser de interés al usuario.

Casi todas las herramientas nombradas anteriormente permiten realización de búsquedas. La ordenación de los contenidos por calidad es un servicio que proporciona Microsoft® SharePoint™ Portal Server. Annotate! proporciona servicio de búsqueda y servicio de recomendación a través de su elaborada gestión de anotaciones de documentos (las anotaciones son añadidas por los usuarios de forma colaborativa sobre los documentos que les proporciona el sistema). Meta4 KnowNet® proporciona recomendaciones a través del envío de documentos a los usuarios, acerca del conocimiento que deberían conocer.

La gestión de usuarios maneja las diferentes interacciones colaborativas de los usuarios con el conocimiento colectivo. El papel de los usuarios en estos sistemas es muy importante, de hecho en algunas herramientas, como Meta4 KnowNet®, cierto tipo de usuarios es considerado como parte del conocimiento de la organización.

La gestión de usuarios está relacionada principalmente con la primera etapa del ciclo de vida del conocimiento: creación de nuevo conocimiento. Los usuarios pueden colaborar:

- ⇒ Aportando conocimiento. La aportación de nuevo conocimiento puede ser en forma de contenidos (normalmente documentos) y/o en la forma de la estructura de estos.
- ⇒ Aportando opiniones sobre el conocimiento. La opinión sobre el conocimiento ya existente en el sistema por parte de los usuarios puede ser hacia los contenidos y/o la estructuración de estos.

Todas las herramientas, nombradas en este apartado, permiten la aportación de conocimiento en forma de contenidos y en algunas de las herramientas además se puede opinar sobre estos, como Meta4 KnowNet<sup>®</sup>, Microsoft<sup>®</sup> SharePoint<sup>™</sup> Portal Server 2001, Zaplet Appmail Suite, Dynasites y Annotate!. Sin embargo, la mayoría no facilita ni la aportación de conocimiento en forma de estructura (de los contenidos) por parte de los usuarios, ni sus opiniones sobre propuestas de cambio en la estructura.

Existen distintos tipos de usuarios: el lector o consumidor de conocimiento; el usuario editor o productor de conocimiento que en unos casos podrá aportar conocimiento y en otros además opinar sobre éste; el coordinador, cuya misión es supervisar las aportaciones; y finalmente el experto. Este último tipo de usuario es considerado como parte del conocimiento de la organización para algunas herramientas, como ya se comentó anteriormente, las cuales además facilitan la utilidad de localización de expertos en determinados temas.

Por último, todas estas herramientas están dotadas de otros servicios, como son:

- ⇒ Servicios groupware o de trabajo en grupo [Coleman, 1997]. Todas tienen al menos uno de los siguientes: foros de discusión, mensajería, discusión o conferencias on-line, planificación.
- ⇒ Servicio de notificación de eventos. Lo proporcionan: Microsoft<sup>®</sup> SharePoint<sup>™</sup> Portal Server 2001, Zaplet Appmail Suite, y la herramienta KnowNet.
- ⇒ Servicio de informes o mediciones. Por ejemplo Meta4 KnowNet<sup>®</sup> proporciona este servicio.
- ⇒ Servicio de control de versiones de documentos. Lo proporcionan: Meta4 KnowNet<sup>®</sup>, Microsoft<sup>®</sup> SharePoint<sup>™</sup> Portal Server 2001, Zaplet Appmail Suite y Dynasites.

## 2.5 WEB SEMÁNTICA

Como ya se introdujo en el primer capítulo (véase 1.2), cada vez es más general la concepción de que la Web ha pasado de ser un espacio de información a ser un espacio de conocimientos. Con la nueva generación de la Web, la web semántica (semantic web), se plantea la evolución del conjunto actual de documentos y servicios contenidos en la Web (estos sin una estructuración establecida) hacia un entorno formado por recursos estructurados y enriquecidos con información semántica explícita, lo que nos permitirá acceder a la información y al conocimiento necesitado en cada caso de forma más fácil a como ocurre en la actualidad.

Parafraseando a Tim Berners-Lee, presidente del consorcio W3C e inventor de la Web, "la Web Semántica es una extensión de la Web actual en la cual la información contiene un significado bien definido, y permite una mejor interacción y trabajo cooperativo entre ordenadores y personas" [Berners-Lee *et.al.*, 2001].

Teniendo en cuenta la definición anterior, el funcionamiento de la web semántica dependerá de que los ordenadores puedan acceder a colecciones estructuradas de información y a conjuntos de reglas de inferencias que serán utilizadas con el fin de permitir razonamiento automático. Dicha situación a la hora de la representación del conocimiento ya fue objeto de

investigación en el campo de la Inteligencia Artificial antes de que apareciera la Web. La propuesta utilizada a la hora de representar el conocimiento tanto en los sistemas de Inteligencia Artificial como en la web semántica es mediante ontologías [Guarino, 1998], término procedente de la filosofía.

Con ontología se hace referencia a "una especificación explícita de una conceptualización" [Gruber, 1993]. Más concretamente, Jesús Tramullas define ontología de la siguiente manera: "una ontología es el resultado de seleccionar un dominio, y aplicar sobre el mismo un método para obtener una representación formal de los conceptos que contiene y las relaciones que existen entre los mismos" [Tramullas, 1999]. Resumiendo, se podría decir que una ontología proporciona una representación compartida del conocimiento de un dominio [Castells *et.al.*, 2001].

El objetivo de este apartado es el de tan sólo dar unas nociones e ideas básicas sobre la nueva generación de la Web. En el apartado 2.5.1 se encuentra una visión de la web semántica y la necesidad de las ontologías como soporte de la anterior, y en el apartado 2.5.2 se comentan distintos tipos existentes de sistemas basados en ontologías.

### 2.5.1 Web Semántica y ontologías

Como ya se introdujo en este apartado, es necesario que el conocimiento en la Web esté representado de forma legible para los ordenadores, además de estar consensuado y de ser reutilizable. La forma más adecuada para proporcionar dicha representación del conocimiento es mediante ontologías [Lozano, 2001].

Las ontologías están formadas por los siguientes componentes: conceptos, que son las ideas básicas que se intentan formalizar; relaciones, que representan la interacción y enlace entre los conceptos del dominio (suelen formar taxonomías del tipo: "parte-de"); funciones, que son un tipo concreto de relación en las cuales se identifica un elemento mediante un cálculo de una función que considera varios elementos de la ontología; instancias, que son utilizadas para representar objetos concretos de un concepto; y axiomas, que son declaraciones formales que se enuncian sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología.

La principal aplicación de las ontologías en la web semántica es la de facilitar el uso, acceso y gestión del conocimiento en la web. Otras áreas de aplicación de las ontologías son: ingeniería del conocimiento, representación del conocimiento, sistema de información cooperativos, integración inteligente de información, recuperación de información, procesamiento del lenguaje natural y comercio electrónico.

Con el fin de explotar la utilización y aplicación de las ontologías se necesitan lenguajes apropiados de marcado. Existe un gran número de lenguajes para representar ontologías. En el informe (<http://www.ontoweb.org/download/deliverables/d4.0.pdf>) "Ontology Language Standardisation Efforts", elaborado como parte del trabajo de investigación del proyecto IST-2000-29243 "OntoWeb: Ontology-based Information Exchange for Knowledge Management and Electronic Commerce" (<http://ontoweb.aifb.uni-karlsruhe.de/>), se encuentra una exposición de los estándares existentes y los esfuerzos de estandarización realizados hasta el momento en el área de los lenguaje de formalización.

En Ingeniería Informática se han utilizado en los sistemas de Inteligencia Artificial las ontologías como medio de representación del conocimiento. Ejemplos de lenguajes que

aparecieron en este entorno son KIF y CycL. La sintaxis de ambos lenguajes deriva del cálculo de predicados de primer orden, extendido para razonar sobre relaciones.

KIF (Knowledge Interchange Format) es un lenguaje diseñado para ser usado en el intercambio de conocimiento entre los distintos sistemas informáticos existentes (creados por distintos programadores, en distintos momentos y en distintos idiomas). Este lenguaje tiene una semántica declarativa. Es posible entender el significado de las expresiones en el lenguaje sin hacer uso de un intérprete para manipular dichas expresiones (<http://logic.stanford.edu/kif/kif.html>).

CycL (<http://www.cyc.com/cycl.html>) es un lenguaje formal cuya sintaxis deriva del cálculo de predicados de primer orden y del Lisp. Su vocabulario consiste en términos. El conjunto de términos se puede dividir en constantes, términos no atómicos (NATs), variables, y algunos otros tipos de objetos. Ha sido desarrollado en el marco del proyecto CYC (<http://www.cyc.com/>) [Lenat *et.al.*, 1990].

La introducción de la web ha conllevado la aparición de varios lenguajes de marcado. El lenguaje más importante de la web de primera generación es el HTML (HyperText Markup Language). Con la nueva generación de la Web, la web semántica, aparecen nuevos lenguajes de etiquetado semántico, utilizados a la hora de representar el conocimiento. Uno de los primeros lenguajes de etiquetado semántico que aparecen en la web semántica es XML (Extensible Markup Language). En la siguiente tabla se presenta una comparación entre HTML y XML.

	HTML	XML
<b>FORMA Y ESTRUCTURA</b>	Documentos no estructurados	Documentos estructurados
<b>SEMÁNTICA</b>	Semántica implícita	Etiquetado explícito (metadatos, web semántica)
<b>RELACIÓN ENTRE FORMA Y CONTENIDO</b>	Fusión de forma y contenido	Estructura en capas de forma y contenido: XML + transformación (p.e. XSL) a HTML, WML, PDF y otros formatos
<b>EDITABILIDAD</b>	Documentos estáticos (véase explicación abajo)	Documentos dinámicos
<b>DESCOMPONIBILIDAD Y RECOMPONIBILIDAD</b>	Sitios web monolíticos, independientes	bricolaje (agregación), sindicación, reasignación de contenido
<b>AUDIENCIAS</b>	Para consumo humano	Para humanos y ordenadores (p.e. servicios web)
<b>CONTROL DE PRODUCCIÓN</b>	Centralizado	Descentralizado (peer-to-peer P2P)

**Tabla 2.3** Comparación entre HTML y XML

([http://www.straddle3.net/context/02/020619\\_semantic.es.html](http://www.straddle3.net/context/02/020619_semantic.es.html)).

Gran parte de las limitaciones de HTML, como por ejemplo que los documentos sean estáticos, se han conseguido solventar con la utilización de lenguajes de programación para entornos web, como por ejemplo Perl o PHP. Por otro lado, XML además de proporcionar lo que se ha comentado en la Tabla 2.3, también nos permite crear etiquetas específicas para

aplicaciones y es muy habitual su utilización para representar ontologías, aunque la semántica y la estructura de éstas se encuentra mezclada.

XML hace uso de las DTDs (Definición de Tipo de Documento o Document Type Definition), las cuales definen las reglas de marcado de cada tipo concreto de documento [Martín *et.al.*, 2002]. Originariamente XML se diseñó para resolver los desafíos de la publicación electrónica a gran escala (<http://www.w3.org/XML/>), y por lo tanto para ser capaz de manipular tanto el texto de los documentos como cualquier otra forma de estructuración de datos. De este modo, surgen los denominados XML Schemas (<http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/>).

La forma más habitual de describir los recursos que se encuentra en la web es mediante metadatos (véase 2.3.2). Aunque tanto con HTML como con XML podemos crear nuestros propios metadatos, el actual estándar propuesto para el procesamiento de metadatos es RDF (Resource Description Framework). RDF proporciona interoperabilidad entre las aplicaciones que intercambian la información en la web, y además enfatiza sobre las facilidades que permiten automatizar el procesamiento de recursos web. RDF nos permite realizar la definición de clases, la creación de jerarquías de clases y la definición de ontologías y de instancias.

La sintaxis de RDF utiliza XML, se puede interpretar que RDF es la suma de XML y restricciones estructurales para asegurar consistencia [Castells, 2002]. Una de las metas de RDF es hacer posible la especificación de datos mediante XML de forma estandarizada y con un nivel de abstracción mayor. El modelo RDF básico de los datos consiste en tres tipos de objetos (<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>): recursos (todo lo que se describe con RDF es un recurso), propiedades (es un aspecto específico, característica, atributo o relación utilizada para describir un recurso) y declaraciones (un recurso concreto con una propiedad etiquetada más el valor de dicha propiedad para el recurso es una declaración).

DAML+OIL (<http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index.html>) es un lenguaje de marcado semántico para los recursos de la web. Es posible interpretar que DAML+OIL, y otros lenguajes de marcado semántico, son la suma de un modelo RDF, restricciones en propiedades y una definición lógica de clases.

DAML+OIL se basa en los estándares RDF y RDF Schema [Broekstra *et.al.*, 2000], y amplía estos lenguajes con primitivas de modelado más ricas. DAML+OIL fue construido a partir del lenguaje original DAML (The DARPA Agent Markup Language) en un esfuerzo de combinar muchos de los componentes del lenguaje OIL. Este lenguaje tiene una semántica limpia y bien definida [Connolly *et.al.*, 2001].

## 2.5.2 Sistemas basados en ontologías

Los primeros usos de ontologías en sistemas computacionales aparecieron en sistemas de inteligencia artificial. Después de esto el uso de ontologías ha sido propuesto como base para diversos tipos de sistemas informáticos. En primer lugar, se comentan algunos sistemas susceptibles de ser considerados gestores de conocimiento, los cuales se centran en lograr la definición de una ontología que represente eficazmente el conocimiento que manejan.

En el campo de los negocios, encontramos sistemas como WebCADET (<http://www2.eng.cam.ac.uk/~nhmc1/cadet.htm>) que es un sistema basado en la Web para el soporte de decisiones, el cual permite apoyar el proceso de diseño de nuevos productos aplicando un motor de inferencia a bases de datos estructuradas ontológicamente [Caldwell

*et.al.*, 2000]. Otro ejemplo en la misma línea, es Planet-Onto, sistema desarrollado como administrador inteligente de noticias en grupos de trabajo interinstitucionales [Domingue *et.al.*, 2000] (<http://kmi.open.ac.uk/projects/planetonto/>). Este sistema ofrece servicios como son: recuperación semántica de información, personalización de presentaciones, servicio de notificación de noticias y además da la opción de anotar el contenido de las noticias.

Otros sistemas de propósito más general son C-Web (<http://cweb.inria.fr/>) e IBROW3 (<http://web.swi.psy.uva.nl/projects/IBROW3/home.html>). C-Web da soporte a comunidades virtuales de usuarios que tienen en común el uso de conocimiento almacenados en diferentes medios (documentos, bases de datos, etc.). El sistema se basa en la idea de crear un modelo conceptual (ontología) del dominio sobre el que trabaja la comunidad con el fin de integrar fácilmente fuentes heterogéneas de conocimiento [Christophides, 2000].

IBROW3 es el nombre del proyecto ESPRIT (<http://www.cordis.lu/esprit/src/27169.htm>) que tiene por objetivo desarrollar un sistema de intermediación para la búsqueda y selección de componentes reutilizables creados para el manejo de conocimiento a través de la Web [Benjamins, 2000].

Otro sistema basado en ontologías, y ejemplo de sistema orientado a la creación de bases de conocimiento, es IKRAFT [Gil *et.al.*, 2002a]. La motivación de este sistema es la de permitir el desarrollo de bases de conocimiento compuestas por piezas de conocimiento, las cuales pueden estar en cualquier formato. El sistema posibilita además la migración y reutilización del conocimiento almacenado a través de enlaces entre los elementos de la base de conocimiento a los recursos originales y a otros fragmentos de conocimiento.

Como ya se vio en el apartado dedicado a la gestión del conocimiento (véase 2.4.2) una de las tareas de los sistemas de gestión del conocimiento es la distribución de éste, para lo cual cobra una especial relevancia la presentación. A continuación se comentan dos sistemas que utilizan ontologías para proporcionar la presentación del conocimiento que almacenan: PEGASUS y OntoWebber.

PEGASUS (Presentation modeling Environmet for Generic Adaptive hypermedia SUpport Systems) es un sistema para la generación automática de páginas web sensibles al contexto, con soporte para la representación del conocimiento mediante ontologías [Macías *et.al.*, 2002] [Castells *et.al.*, 2001]. Se caracteriza por permitir la utilización de un modelo abstracto de la presentación, separado de los contenidos. De esta forma se puede hacer que la presentación de los contenidos sea adaptativa e independiente de la elaboración de estos. Este sistema ha sido desarrollado por el Grupo de Herramientas Interactivas y Aplicaciones del departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid (<http://astreo.ii.uam.es/~castells/pegasus/>).

OntoWebber es un sistema basado en ontologías para la creación, organización y presentación de la información mostrada en sitios Web o portales Web [Jin *et.al.*, 2001]. El sistema integra recursos heterogéneos y posee unos modelos declarativos que ayudan a definir cómo es el sitio Web. Las ontologías son utilizadas en el sistema tanto para la presentación estructurada de la información como para proporcionar acceso a ella y ofrecer guías en el proceso del modelado.

Seguidamente, se comentan algunos de los sistemas basados en ontologías cuyo principal objetivo es aportar información semántica a documentos electrónicos. TRELIS [Gil *et.al.*, 2002b] es un entorno interactivo que permite a los usuarios añadir a documentos electrónicos observaciones, opiniones y conclusiones mediante anotaciones semánticas. TRELIS ha sido utilizado para diversos fines: toma de decisiones, organización de materiales, análisis de desacuerdos y polémicas sobre un tema, etc. Este trabajo está financiado por la Air Force Office of Scientific Research (AFOSR) junto con la National Reconnaissance Office (NRO).

La Escuela de Informática e Ingeniería de la University of New South Wales en Australia propone un sistema Web (<http://pokey.cse.unsw.edu.au/servlets/RI>) que permite anotar documentos Web seleccionando palabras claves que usaron otros usuarios con intereses similares. El principal uso del sistema es permitir que los usuarios del sistema (principalmente investigadores) anoten sus páginas personales con los nombres de áreas o temas en los que están interesados y de esta manera el sistema permite una búsqueda que muestra las personas adecuadas según lo que se esté buscando. Dicha búsqueda está basada en "navegación por el enrejado de las páginas", es decir, según la relaciones que se forman tras las anotaciones a las páginas, [Kim *et.al.*, 2002].

Por último, las ontologías también se han utilizado para soportar sistemas de búsqueda automática de conocimiento y gestores de consultas sobre la Web, Ontobroker (<http://ontobroker.semanticweb.org/>) plantea un lenguaje poderoso para generar esquemas conceptuales del conocimiento en la red y un motor de consultas estructuradas.

## 2.6 CONCLUSIONES

A lo largo del capítulo se han expuesto las diferentes alternativas, mediante distintas tecnologías de la información, que nos permiten abordar el tratamiento y gestión del conocimiento de grupos de usuarios. Como conclusión de todo ello:

1. *Se presenta la figura del grupo, y más concretamente la figura de comunidad virtual, como la unidad de trabajo sobre el conocimiento a gestionar.* Se puede decir que la tarea de gestión de conocimiento es de naturaleza grupal. Por esto los SGC tienen la necesidad de proveer de mecanismos que permitan las interacciones colaborativas de los usuarios que lo están utilizando.
2. *La toma de decisiones y la deliberación en grupo son aplicaciones del trabajo en grupo habitualmente utilizadas a la hora de gestionar el conocimiento colectivo.* La gestión del conocimiento necesita de las participaciones de los usuarios tanto en forma de aportaciones de conocimiento como en forma de opiniones sobre éstas. Estas opiniones sobre el conocimiento aportado en un SGC y su tratamiento por parte del sistema ayudan en la decisión sobre qué conocimiento es útil y no es útil para el grupo.
3. *La gestión del conocimiento se beneficia de las ventajas que nos proporcionan los sistemas de recomendación.* Los sistemas de recomendación ayudan a los usuarios a encontrar lo que puede ser de su interés según sus gustos y preferencias. En el caso de trabajar con conocimiento estos sistemas ayudan a que cada usuario obtenga, cuando éste lo requiera, el conocimiento más relevante y de interés para él. De hecho, es muy habitual que los SGC dispongan de servicio de recomendación.
4. *Una biblioteca digital nos proporciona un repositorio común de información y conocimiento disponible a la comunidad.* El propósito de gestionar el conocimiento no es algo nuevo. Desde que el hombre empieza a comunicarse y detecta la necesidad de establecer algún mecanismo de comunicación más amplio que supere las barreras del tiempo y el espacio, aparecen las primeras formas de lenguaje no hablado a las que les seguirían las primeras bibliotecas convencionales. Estas bibliotecas han evolucionado a lo que se denomina bibliotecas digitales, las cuales comparten tanto características como servicios con los SGC. Tanto una biblioteca digital como un SGC tienen por objetivo servir a una comunidad de usuarios interesados en un tema o temas específicos.



5. *El interés por el conocimiento y su gestión es de suma importancia en múltiples disciplinas.* El hecho de tener el conocimiento adecuado en el momento oportuno, ha sido siempre una de las principales aspiraciones del ser humano. Un intento, por conseguir dicho objetivo, nos lo proporciona la utilidad de localización de expertos (véase 2.4.3.).
6. *Se puede distinguir entre diversos tipos de conocimiento. El conocimiento tiene asociado un proceso de evolución.* Existen diversas formas de distinguir entre tipos de conocimiento. Por ejemplo, atendiendo a su formalización podemos distinguir entre conocimiento tácito y explícito. Por otro lado, atendiendo a su evolución o facilidad de cambio podemos distinguir entre conocimiento estable y fluido. Relacionado con la segunda forma de diferenciar tipos de conocimiento, está el denominado ciclo de vida del conocimiento (véase siguiente punto).
7. *El modelo del ciclo de vida más extendido comprende las etapas de creación, integración y distribución del conocimiento.* El conocimiento colectivo se crea a partir de las contribuciones de las personas que colaboran en el proceso de gestión del conocimiento. Es necesario que el proceso de gestión del conocimiento proporcione medios para almacenar y organizar el conocimiento aportado. Finalmente, el conocimiento es compartido y distribuido con el fin de ir mejorándolo entre todos, de forma colaborativa.
8. *La Web Semántica nos permite acceder a la información y al conocimiento necesitado de forma fácil, eficaz y con mejores parámetros de calidad.* Aunque se presenta a la nueva extensión de la Web como una buena opción a utilizar en la tarea de gestionar el conocimiento de una comunidad, se puede decir que es un campo todavía en proceso de consolidación.



## CAPÍTULO 3

### SISTEMAS BASADOS EN TRABAJO COLABORATIVO PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Los sistemas para la gestión del conocimiento en los cuales se centra el estudio que se presenta en este capítulo, son aquellos que articulan y potencian el paso del conocimiento individual al conocimiento de la comunidad. Si tenemos en cuenta que el conocimiento tiene su ciclo de vida, como ya se vio en el capítulo anterior (véase 2.4.2), entonces los sistemas objeto del presente estudio son los que Michael Bieber *et. al.* han denominado Sistemas que soportan la Evolución del Conocimiento Colaborativo o CKESS (Collaborative Knowledge Evolution Support Systems) [Bieber *et.al.*, 2002b].

La definición anterior manifiesta una vez más el protagonismo de la colaboración o trabajo en grupo dentro de estos sistemas. Y más concretamente el importante papel que desempeñan las comunidades virtuales en la tarea de gestionar el conocimiento de una organización o grupo [Bieber *et.al.*, 2002a].

Las empresas ya cuentan con mecanismos para automatizar la información. Pero si se quiere automatizar el conocimiento entonces se propone la utilización de los sistemas para la gestión del conocimiento, propuesta que es corroborada en el trabajo de Javier Martínez "El salto desde la Gestión de Información a la Gestión del Conocimiento" [Martínez, 1999]. En dicho trabajo su autor augura que "una adecuada gestión del conocimiento corporativo garantizará el éxito de las organizaciones dentro de un mercado tan competitivo como el actual".

Los sistemas para la gestión del conocimiento, a partir de ahora SGC, o también denominados sistemas que soportan gestión del conocimiento o KMSS (Knowledge Management Support Systems) por Mark Ginsburg y Ajit Kambil [Ginsburg *et.al.*, 1999] requieren de nuevos principios de diseño debido a que tienen que ser capaces de preservar, indexar y formalizar el conocimiento en las organizaciones. El conocimiento difiere de la información y los datos de las organizaciones. Más en detalle, el conocimiento está en la experiencia y los valores de los miembros de la organización combinado con la información contenida en diversos sistemas y los datos proporcionados por las personas [Davenport, *et.al.*, 1998].

En la literatura sobre gestión del conocimiento encontramos diversas formas de clasificar estos sistemas. En el apartado 3.1 se encuentran dos clasificaciones distintas. Cada una de éstas trata un subconjunto de los sistemas de gestión del conocimiento.

En el apartado siguiente, 3.2, se exponen los aspectos de interés de un SGC, dentro de las áreas que se consideraron en el apartado 2.4.3: tratamiento del conocimiento, gestión de los usuarios y otros servicios. También se describen en el detalle algunos de los SGC más representativos del ámbito empresarial o del ámbito de la investigación. Y para terminar el apartado se muestra una tabla que resume los aspectos más relevantes de los SGC comentados.

Finalmente, en el apartado 3.3 se presentan una serie de conclusiones resultantes del análisis de los SGC.

### **3.1 CLASIFICACIONES DE SISTEMAS PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO**

A la hora de estudiar los SGC es conveniente hacer uso de alguna clasificación de estos sistemas. Existen algunas clasificaciones de los SGC a destacar. A continuación se presentan dos: la primera basada en funcionalidades y la segunda basada en categorías.

#### **3.1.1 SGC por funcionalidades**

Ronald Maier [Maier, 2002], como resultado de un estudio empírico y tras la realización de una serie de entrevistas con organizaciones pioneras en la implementación de SGC, presenta un esquema que describe la secuencia o fases de implementación de las funciones de los SGC en las organizaciones. Dicho patrón puede ser utilizado para clasificar el grado de evolución de un SGC.

Encontramos SGC en los siguientes grados de evolución:

- Los SGC con grado de evolución básico: son aquellos que implementan las funcionalidades básicas, tales como las que dan soporte al trabajo en grupo: foros de discusión, mensajería, etc.
- El siguiente estadio evolutivo lo componen los SGC integrativos: dan soporte a la codificación del conocimiento así como a la búsqueda y recuperación, también dan soporte a la administración de repositorios de conocimiento y a la organización de estructuras de conocimiento. Estos SGC dan soporte a la manipulación de elementos de conocimiento. Dentro de un SGC integrativo, se pueden encontrar funcionalidades de las tres categorías siguientes: búsqueda y presentación de conocimiento (sistema de metabúsqueda, suscripciones de información, clasificación de elementos de conocimiento, etc.), adquisición, publicación y organización del conocimiento (enlace de elementos de conocimiento, análisis semántico de elementos de conocimiento, etc.) y administración (informes sobre elementos de conocimiento).
- El tercer estadio lo componen los SGC interactivos: dan soporte a procesos de gestión del conocimiento como localización de expertos y construcción de comunidades, también proporcionan espacios compartidos para las comunidades e instrumentos de aprendizaje electrónico. Estos SGC hacen especial énfasis en los actores que intervienen en la gestión del conocimiento. Un SGC interactivo se dirige hacia la compartición del conocimiento directo o el desarrollo conjunto de conocimiento entre expertos y/o usuarios del conocimiento o entre proveedores de conocimiento y buscadores de conocimiento. Las funciones de un SGC interactivo se dividen en los tres grupos siguientes: comunicación y cooperación de conocimiento (toma de decisiones en grupo, compartición de aplicaciones), tele-enseñanza y administración (informe sobre participantes).

- Finalmente, en el cuarto estadio de la evolución están los SGC que son una combinación de los dos estadios anteriores. Estos sistemas ayudan a hacer disponibles repositorios de conocimiento altamente contextualizados que tratan también de acercar a los que tienen conocimiento y a los que lo buscan, además de hacer recomendaciones y filtrados de contenidos.

### 3.1.2 SGC por categorías

Otra clasificación de productos comerciales para la gestión del conocimiento se propone en [García, 2002] en base a las siguientes categorías: colaboración y trabajo en grupo, búsqueda y recuperación de información, gestión documental y especialización en gestión del conocimiento.

Según las categorías anteriores, tenemos los siguientes grupos de productos comerciales para la gestión del conocimiento:

- Productos cuyo objetivo es soportar la colaboración y el trabajo en grupo. Estos sistemas hacen uso, mayoritariamente, de las funciones interactivas comentadas en la clasificación anterior. Los principales productos en esta categoría son: Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001 (<http://www.microsoft.com/sharepoint/>) de Microsoft (véase 3.2.1) y WebSphere Portal 4.2 de IBM (véase 2.1.4).
- Productos para la búsqueda y recuperación de información (information retrieval). Se puede decir que son sistemas para la gestión del conocimiento integrativo, ya que hacen uso de algunas de las funciones integrativas de los SGC comentadas en la clasificación anterior. Los desarrolladores de productos para este fin que estuvieron entre los primeros en posicionarse en el área de gestión del conocimiento fueron: Verity (<http://www.verity.com/>), Excalibur (<http://www.xrs.com>) y Hummingbird (<http://www.hummingbird.com/>).
- Productos para la gestión documental, ya que otro ámbito pionero en la gestión del conocimiento es la gestión documental. Estos productos ofrecen funcionalidades de gestión del conocimiento, como son el almacenamiento, la búsqueda y la recuperación de documentos. Algunos de los principales productos de esta categoría son: Livelink (<http://www.opentext.com/livelink/>) y Documentum 5 (<http://www.documentum.com/>).
- Finalmente, están los productos específicos de gestión del conocimiento. Ejemplos de estos son: I) Organik, producto de Orbital (<http://www.orbital.co.uk>), sistema centrado en facilitar la localización del conocimiento buscando e identificando a las personas que lo poseen, como por ejemplo los expertos, II) SERbainware, producto de la empresa alemana SER (<http://www.ser.com/>), cuya tecnología se basa en redes neuronales y técnicas estadísticas, mediante las cuales es capaz de analizar y clasificar texto, extraer la información relevante y acceder a la información independientemente de su formato y de su lugar de almacenamiento y III) Meta4 KnowNet®®, producto desarrollado por la compañía española Meta4 (<http://www.meta4.com>), descrito en 3.2.2

U.A.M.  
E.P.S.  
BIBLIOTECA

### 3.2 EJEMPLOS DE SISTEMAS DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Las dos clasificaciones presentadas en el apartado anterior diferencian inicialmente entre los sistemas orientados a soportar el trabajo en grupo y los sistemas orientados a dar soporte al conocimiento, distinción que ya adelantamos en el capítulo anterior (véase 2.4.3). Sin embargo, también hay SGC que proporcionan tanto mecanismos de trabajo en grupo como una estructura robusta donde almacenar el conocimiento del grupo.

Estos últimos SGC son el objeto del actual estudio. A estos sistemas los denominamos "sistemas integrales de conocimiento". O dicho en términos de la clasificación de Maier, se hace referencia a los SGC que están compuestos por funciones integrativas y funciones interactivas.

A la hora de analizar SGC (sistemas integrales de conocimiento) concretos, vamos a centrarnos en una serie de características relevantes que se encuentran agrupadas en las tres categorías siguientes:

- Tratamiento del conocimiento: integración, estructuración y distribución del conocimiento.
  - En lo referente a la integración del conocimiento es importante analizar cómo se almacena el conocimiento del grupo. Como se verá más adelante, la práctica más habitual es hacer uso de algún tipo de repositorio. También es importante tener constancia del tipo de conocimiento con el que se está tratando y cuáles son los elementos de conocimiento con los que se trata, así como su formato.
  - La estructuración del conocimiento hace referencia a la forma o manera en la que está organizado el conocimiento. Es importante detectar cómo se organizan los elementos de conocimiento, así como extraer si existen relaciones semánticas entre ellos, o si hay tesauros o sinónimos, o si es posible la indexación del conocimiento.
  - La distribución del conocimiento hace referencia a la forma de solicitar el conocimiento y a cómo éste se presenta. Es importante detectar si existe un servicio de recomendaciones, si el SGC permite búsquedas, si hay recuperación de información, etc.

Finalmente, englobando los tres aspectos anteriores del tratamiento del conocimiento está el llamado ciclo de vida del conocimiento. El ciclo de vida expresa las fases por las que pasa un elemento de conocimiento desde que es recogido hasta que deja de tener interés.

- Gestión de Usuarios: tipos de usuarios y comunidades virtuales.
  - Una característica importante es la existencia de distintos tipos o roles de usuarios que interactúan con el conocimiento. Es por lo tanto relevante extraer cuales son estos roles y qué puede o no puede hacer cada uno de ellos en el trabajo en grupo sobre el conocimiento colectivo.
  - Otra característica es saber si el sistema da soporte a comunidades de trabajo, es decir, si es posible la creación de comunidades virtuales de usuarios. Es relevante extraer las características y "reglas de trabajo" de las comunidades virtuales existentes.
  - Por último, una característica de estos sistemas es la capacidad de considerar a los usuarios como recursos, es decir, como parte del conocimiento del grupo (normalmente son los usuarios de tipo "experto" los que son considerados como conocimiento del grupo)

- Finalmente, cabe hablar de otras características que no están directamente asociadas a las dos categorías anteriores:
  - Servicios de cooperación y comunicación, como por ejemplo: mensajería, chat, listas, foros de debates, noticias, etc.
  - Servicio de notificación de eventos.
  - Servicio de estadísticas (sobre conocimiento y sobre los participantes).
  - Servicio de control de versiones de los elementos de conocimiento manejados.

En los siguientes apartados se presentan algunos de los SGC más representativos tanto en el área de la investigación como en el área empresarial. En la exposición de cada sistema se hace especial énfasis en cada uno de los aspectos comentados.

### 3.2.1 Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001

Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001 (<http://www.microsoft.com/sharepoint/>) es una herramienta que sirve como una extensión de las capacidades de Microsoft Windows® y Microsoft Office para organizar, encontrar y compartir conocimiento.

Empresas como jetBlue Airways y Air Products and Chemicals, Inc., ya han instalado el sistema para la administración de sus recursos de información (<http://www.microsoft.com/servers/evaluation/casestudies/>), y trece compañías dedicadas a la implementación de software corporativo como Aimware Inc., Citrix Systems Inc. o InfoImage Inc., entre otras, han anunciado su compromiso de ajustar sus productos a los recursos y prestaciones que ofrece SharePoint Portal Server [Boulton, 2001].

Este producto permite desarrollar portales Web corporativos con funciones de búsqueda, administración de documentos y opciones para el trabajo colaborativo en la empresa. Share Point Portal Server está integrado por un cliente (que es una extensión de las aplicaciones Windows) que enlaza los principales productos de Microsoft con un servidor, el cual administra los recursos Web, maneja la administración de documentos y el trabajo colaborativo entre usuarios.

Los elementos de conocimiento o recursos de información pueden ser documentos, presentaciones o bien enlaces electrónicos, todos ellos organizados en categorías (temas). La organización de estos recursos, por categorías, se lleva a cabo mediante un sistema de directorios.

El acceso a los elementos de conocimiento se basa en roles de usuario, que pueden ser asignados a todo el sistema o bien a contenidos específicos del mismo. Hay tres roles específicos de usuario: el *coordinador*, quien tiene facultades para asignar el rol al resto de los usuarios, establecer los procesos de aprobación de documentos y organizar la información en el espacio de trabajo (se podría decir que desempeña la labor de experto), el *autor*, que tiene permisos para crear y editar archivos o dar su punto de vista tanto sobre los documentos que estén en proceso de aprobación como de aquellos que ya estén publicados y el *lector*, que puede buscar y revisar versiones publicadas de los recursos de información disponibles en el sistema.

Resulta interesante destacar que aunque no existen diferencias en cuanto a la importancia de los recursos que el sistema puede proveer, es posible identificar por parte de los usuarios

que tengan rol de coordinadores aquellos recursos que sean más significativos o que tengan mayor relevancia en alguna categoría, de tal manera que puedan ser presentados a los lectores en un apartado especial del portal Web llamado *Best Bets*.

Acerca del ciclo de vida del conocimiento, los usuarios con el rol de coordinadores establecen los procesos de aprobación para nuevos documentos o versiones de los mismos. Este procedimiento puede desarrollarse de dos maneras diferentes.

1. En serie, cuando el documento tiene que ser revisado por un grupo de usuarios de forma secuencial, de modo que cuando una persona da su aprobación, el documento pasará al siguiente usuario.
2. En paralelo, cuando el documento es enviado a la vez a todas las personas que tengan que dar su opinión. Esta opinión puede ser expresada en discusiones de grupo on-line mediante la interfaz que provee el sistema.

Las tareas que permite el sistema son: navegar en el repositorio de información organizada por categorías, buscar información específica, suscribirse a las notificaciones sobre cambios en la información o emisión de nueva información, verificación de documentos, revisión histórica de las versiones de los documentos, realización de discusiones en línea para la tarea de aprobación de documentos que han de publicarse y publicación de documentos.

En lo referente al tratamiento del conocimiento, Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001 se centra principalmente en la distribución del conocimiento: permite el acceso a los documentos por navegación y búsqueda, y además permite proporcionar información sobre cuáles son los mejores documentos en cada categoría. Esta última característica es de gran utilidad para hacer llegar a los usuarios lo mejor de la forma más rápida posible.

En lo referente a la gestión de usuarios, es destacable el soporte colaborativo que el sistema proporciona para la aprobación de nuevos documentos y versiones de estos. También destaca que el sistema contempla la figura de un usuario que puede realizar tareas más avanzadas: el coordinador.

### 3.2.2 Meta4 KnowNet®©

Meta4 KnowNet®© es una herramienta desarrollada por la compañía Meta4 (<http://www.meta4.com>). Permite aprovechar todo el conocimiento del capital humano de las organizaciones, además de reutilizar experiencias y enfocarse en los casos de negocio [García, 2000], estando destinada al ámbito empresarial. Algunas de las empresas que han implantado esta solución son Vodafone (España) y Pemex (México).

Esta herramienta captura, clasifica, filtra y distribuye el conocimiento. Sus partes más importantes son [García, 2000]:

- Repositorio de conocimiento de alta calidad: es algo más que un repositorio de documentos, ya que además de estos permite almacenar enlaces, descriptores de contexto, expertos, y los recursos que originaron el conocimiento.
- Árbol de conocimiento: está formado por los temas y áreas de interés para la organización o empresa. El primer paso en la utilización de la herramienta es la definición de este árbol de conocimiento adaptado a las necesidades de la empresa.



- Foro de diálogo: donde los usuarios pueden exponer sus retos, hacer sugerencias. Estos retos suelen ser preguntas o planteamientos de problemas en espera de respuestas y sugerencias por parte de los demás usuarios.
- Cuaderno de creación: espacio de trabajo donde los usuarios, de forma individual o en equipo, desarrollan y aportan conocimiento. Aquí los usuarios, entre otras cosas, describen el contexto de sus contribuciones y definen el impacto que prevén que producirán sus contribuciones en la productividad e ingresos de la organización.

Las unidades de conocimiento son cualquier tipo de archivo o documento, es decir puede ser tanto un archivo de texto, como una imagen o un documento multimedia. El sistema organiza el conocimiento en el árbol de conocimiento, en forma de foros, ranking de expertos y consultas relevantes.

Las unidades de conocimiento tienen un ciclo de vida. La primera etapa es la de creación de conocimiento, en la que los usuarios aportan documentos, que serán valorados por los usuarios validadores o evaluadores durante la segunda fase, la fase de valoración del conocimiento. Este conocimiento será entonces publicado en la tercera fase y finalmente se pasará a la fase de seguimiento.

La herramienta mantiene comunidades de expertos y permite a los usuarios la fácil localización de personas expertas en determinados temas y el conocimiento adecuado en cada momento. Además de participar en el sistema consultando y solicitando información, los usuarios pueden participar en los foros de diálogo o aportar conocimiento. Cada usuario tiene un perfil personalizado de conocimiento que va cambiando según amplía sus fuentes de información. Los tipos de usuarios que existen en la herramienta son: editores, creadores, evaluadores, expertos y consumidores.

Otros servicios o funcionalidades de la herramienta son:

- Distribución de información: la herramienta, teniendo en cuenta el perfil de cada persona, lo que sabe, sus preferencias y necesidades, se encarga de distribuir a cada uno el conocimiento adecuado.
- Páginas amarillas: proporciona enlaces entre las personas y el conocimiento que puede ser de su interés.
- Búsquedas: la herramienta permite tanto buscar unidades de conocimiento, las más leídas o visitadas y las más valoradas, como buscar personas de acuerdo a distintos criterios: las que más crean documentos, las que más saben sobre un tema, etc.
- Mediciones e informes: el sistema incluye funciones de informes y consulta que proporciona una información muy útil para el proceso de mejora de la toma de decisiones.
- Suscripción a áreas de conocimiento y a foros: permite a los usuarios que se suscriban a los eventos producidos en ambas partes.

Meta4 KnowNet<sup>®</sup> proporciona la gestión activa de las personas y su conocimiento: gestión del conocimiento centrado en personas. De hecho el usuario experto es considerado como parte del conocimiento de la organización. Esta herramienta permite a las organizaciones saber quién, sabe qué, con el fin de conseguir que todos compartan ese conocimiento cuando y donde haga falta.

### 3.2.3 Sintagma

Sintagma es un conjunto integrado de herramientas, entornos de desarrollo y explotación, basado en un modelo con lógica informática, más cercano al razonamiento humano y dirigido a las nuevas necesidades de la información digital. Sintagma, desarrollo de la compañía Carrot Informática y Comunicaciones (<http://www.e-carrot.net/>), está destinado a la construcción de soluciones de publicación de contenidos, gestión del conocimiento, bases de datos documentales, calidad y procedimiento, portales corporativos o cualquier combinación de estos [Bastos, 2002].

Esta herramienta está destinada al ámbito empresarial, tanto a las empresas como a profesionales informáticos. Algunas de las empresas que utilizan la tecnología Sintagma son Goodman Business Press ([www.infoambiente.com](http://www.infoambiente.com)), empresa del Grupo Telefónica, para la edición y publicación de Portales Sectoriales en Internet, Uría & Menéndez (U&M), uno de los principales bufetes españoles, utiliza Sintagma para todas las funciones asociadas a la gestión del conocimiento [Rodríguez *et.al.*, 2002] y APIEM, Asociación Profesional de Instaladores Eléctricos de Madrid, posee en la actualidad un sistema de gestión interna de Boletines y Asociados, basados en la nueva versión Sintagma3+XML.

Su método está basado en la capacidad humana para almacenar, estructurar y relacionar la información. La unidad de conocimiento y eje central de la herramienta es el nodo. Un nodo puede contener otros nodos, que a su vez pueden contener a otros, y así sucesivamente, formándose una jerarquía de nodos.

Un nodo está formado por un nombre, un contenido y un padre. También puede contener atributos y, como ya se ha mencionado, otros nodos. Un atributo es una característica relativa a un nodo.

El nombre del nodo es la parte que lo identifica y lo diferencia del resto de los nodos que se encuentran jerárquicamente bajo el mismo padre. Cada nodo contiene información. Es el objetivo del sistema, y todo está enfocado a su manejo y explotación. Los posibles contenidos de un nodo son texto, fórmulas, sentencias de programas, una dirección a otro nodo, información adicional de nodo, etc.

Dentro del contenido de un nodo puede estar ubicado un nodo Átomo. Por un lado es un "hijo" de otro nodo y por otro lado forma parte del contenido. El Átomo se utiliza para enlazar una partícula de texto dentro del "contenido texto" que está directamente relacionada con una información adicional que es útil para el usuario.

No existe el concepto de comunidad virtual, y los tipos de usuarios que pueden trabajar en la herramienta son de cinco tipos: super usuario, usuario de sistema, usuario programador, usuario de mantenimiento y usuario invitado. Por lo tanto, la administración y mantenimiento del sistema corre a cargo de usuarios dedicados a esta labor.

La explotación óptima de la información-conocimiento introducida en Sintagma, se lleva a cabo mediante la creación de interfaces de usuario por medio de su lenguaje de incrustación en HTML. Esto permite adaptar la interfaz de usuario al 100% de las necesidades de la organización. La principal tarea que proporciona la interfaz es la de localización de contenidos, normalmente mediante las acciones de:

- Navegación principal: la aproximación al tipo de información que se busca, empezando la búsqueda desde el nivel superior de la jerarquía de nodos.

- Navegación secundaria: una vez seleccionado el tipo de información, se puede refinar el resultado seleccionando dentro de los conjuntos y subconjuntos de características asociadas a los atributos de los nodos.
- Búsqueda en texto libre: permite la especificación de una palabra o texto que debe aparecer en el contenido de los resultados.
- Consulta de resultados.

Sintagma parte de un principio radicalmente diferente al resto de las herramientas existentes en el mercado: trata la información-conocimiento "dibujada" tal y como nosotros la concebimos y, al poder trabajar sobre el propio "dibujo", se puede interactuar con su estructura de una manera intuitiva.

Sintagma se centra en el tratamiento del conocimiento. La organización del conocimiento es una de las partes clave de Sintagma y posibilita la realización de búsquedas complejas. Además, la obtención de un resultado de una búsqueda nos permite encontrar otros elementos que pueden estar asociados a éste aunque no cumplan los criterios de búsqueda.

### 3.2.4 Plumtree Corporate Portal

Plumtree Corporate Portal (<http://www.plumtree.com/products/platform/>) es un sistema fabricado por Plumtree Software Inc. para la administración de información e integración de soluciones que proporcionan una vista personalizada del conocimiento de la empresa y demás recursos digitales. Este sistema provee un directorio que administra los documentos que se utilizan diariamente en la empresa, documentos generados desde bases de datos, desde sistemas de groupware, sitios Web y otros tipos de archivos.

Más de 250 empresas han implementado este sistema para administrar todos los recursos de información que manejan. Entre otros, podemos mencionar a Ford Motor Company, Procter & Gamble, y Kmart cada una de ellas con influencia en áreas de mercado tan diferentes como son el área de automóviles, productos de higiene y belleza o tiendas de departamentos. (<http://www.plumtree.com/customers>).

Plumtree Corporate Portal tiene la flexibilidad y potencia de integrar aplicaciones, contenidos y la seguridad de otros sistemas, para muchos usuarios. Está formado por los siguientes componentes principales [Thompson, 2001]:

- El *Web Server*: que ensambla los espacios personalizados de administración de recursos de información llamados MyPages y resuelve los procesos que demandan los usuarios.
- El *Job Server*: el cual se encarga de poblar el directorio de documentos y ejecuta las tareas de mantenimiento sobre el repositorio de recursos digitales tales como el acceso de nuevo contenido al sistema o la sincronización de los perfiles de usuario.
- El *Gadget Server*: ejecuta las consultas sobre las aplicaciones que están debajo del sistema e incrusta los resultados en las páginas personalizadas de cada usuario.

Las unidades de conocimiento pueden ser desde archivos hasta informes personalizados de bases de datos. La clasificación del conocimiento se establece de forma individual, por usuario en su espacio personal. El espacio personal de cada usuario es denominado MyPage o página personal, en donde cada usuario aporta y organiza su conocimiento. Dicha

clasificación se extiende a una vista similar personalizada que es compartida entre los participantes del foro y se convierte en OurPage o página de la comunidad. Una práctica muy habitual es que cada grupo de trabajo, por ejemplo los colaboradores en un mismo proyecto, cree su propio OurPage.

Plumtree Corporate Portal autentifica y sincroniza a los usuarios desde directorios LDAP y dominios Windows NT como una característica estándar. Sin embargo, el sistema tiene la flexibilidad de autentificar a los usuarios utilizando cualquier otro tipo de protocolo personalizado. Un usuario puede aportar unidades de conocimiento y consultarlas en su MyPage y en los OurPages en los que participa.

Plumtree Corporate Portal permite la creación de portales Web en los que están ensambladas las aplicaciones y servicios que necesitan los usuarios de la organización para su trabajo diario. Los servicios más destacados de este sistema están relacionados con el trabajo colaborativo y con la gestión documental.

El sistema proporciona los siguientes servicios de colaboración en los espacios de comunidad OurPages: compartición de documentos, foros de debate, mensajería, calendario común, creación colaborativa de documentos y creación y distribución de tareas.

El sistema permite la gestión documental, que un servicio de control de versiones y un servicio de notificación de cambios en los documentos.

### 3.2.5 Zaplet Appmail Suite

Zaplet Inc., propone Zaplet Appmail Suite (<http://www.zaplet.com/>) como un producto para habilitar nuevos tipos de aplicaciones colaborativas para la productividad de la empresa. Como ejemplos de la aplicación de este sistema nos podemos remitir a empresas como Cisco Systems que lo utiliza para manipular los aproximadamente 50.000 resúmenes que contienen los comentarios, entrevistas y evaluaciones generadas mensualmente en la oficina de reclutamiento de personal, o como el Comité Republicano Nacional de los EE.UU. que mediante Zaplet se comunica con los cerca de 150.000 seguidores diarios de las convenciones presidenciales [Atkinson, 2001].

El sistema está formado por cuatro componentes que permiten elaborar, distribuir, evaluar y publicar documentos llamados "Appmails", las unidades de conocimiento que maneja el sistema. Los Appmails son generados mediante herramientas colaborativas propias del sistema y son accesibles bien desde un navegador Web o bien desde un cliente de correo electrónico.

El sistema Zaplet Appmail Suite está formado por las siguientes partes:

- El Zaplet Application Builder: incluye las herramientas con las construir los diferentes bloques que forman un documento.
- El Zaplet Application Starter Set: permite ensamblar los bloques creados por el modulo anterior.
- El Zaplet Portal: funciona como el núcleo a través del cuál los usuarios crean, envían y manejan los documentos elaborado en el sistema.
- El Zaplet Appmail Server: facilita la infraestructura para el desarrollo y despliegue de las habilidades del sistema. Coordina el módulo anterior.

Para comenzar un proyecto el usuario crea un documento mediante las herramientas suministradas por el sistema. El documento puede ser publicado en el portal provisto por el sistema o se puede distribuir como una propuesta a un grupo de trabajo para recoger consensos y opiniones. Si estas opiniones necesitan ser inmediatas, el sistema cuenta con una herramienta de notificación que avisa de manera inmediata a los miembros de un equipo de la presencia de un documento por revisar.

Cuando se envía un documento al sistema, el autor puede determinar si todos los participantes están habilitados para ver la totalidad del documento o bien si se limita el acceso a todo o una parte del documento. El sistema maneja el concepto de grupos de trabajo o comunidades.

Este sistema es apropiado si la mayor parte del trabajo es realizado mediante el correo electrónico, y si se desea estructurar los flujos de trabajo en la empresa.

### 3.2.6 Herramienta KnowNet

KnowNet, Knowledge Networking, es un proyecto de investigación subvencionado por la Comisión Europea, programa ESPRIT (<http://www.know-net.org/>), en el que están involucrados un total de seis participantes: Planet Ernst & Young, Knowledge Associates, DFKI, INSEAD, Fachhochschule Beider Basel e ICCS.

El objetivo de este proyecto es dirigir las necesidades de gestión de conocimiento de empresas a través del desarrollo, aplicación prueba y evaluación de una herramienta de conocimiento (la herramienta KnowNet) basada en la información y las tecnologías de comunicación, y un conjunto de métodos que permitirán la creación, retención y compartición de activos de conocimiento, además de mejorar el rendimiento de operaciones relacionadas con el conocimiento y las capacidades de aprendizaje de las organizaciones de negocio.

La herramienta KnowNet está integrada por herramientas de trabajo colaborativo y métodos de inteligencia artificial que permiten el manejo de los elementos de conocimiento. Estos elementos de conocimiento son documentos en cualquier formato y clasificados en una taxonomía.

La herramienta incluye:

- Espacio corporativo o Intranet: mecanismo básico para la memoria organizacional. Ofrece mecanismos para la codificación, mapeo y compartición de conocimiento explícito [Apostolou *et.al.*, 1999] en forma de contenidos multimedia.
- Espacio de grupo: contiene las herramientas colaborativas para comunidades de práctica. Facilitan la creación de memorias compartidas. Hay herramientas de discusión en tiempo real, foros de debate y conferencias on-line.
- Espacio personal: donde cada usuario puede configurar y manejar su propio espacio, su 'carpetas de conocimiento'.

La herramienta tiene un servidor de conocimiento creado a partir del producto Knowldeger™ (de Knowledge Associates) y del servidor de Lotus Notes™. Este servidor de conocimiento tiene una serie de servicios [Mentzas *et.al.*, 1998]:

- Servicio de búsqueda: búsquedas en Internet, búsquedas en documentos de la empresa, etc.
- Indexación y mapeo: manejo de metadatos, etc.
- Colaboración: mensajería, foros de discusión, planificación, cursos virtuales, etc.
- Distribución y publicación: agentes push, presentaciones de múltiples vistas, suscripciones, etc.

Esta herramienta proporciona un completo tratamiento del conocimiento y gestión de los usuarios. Permite la creación de repositorios de conocimiento compartidos (memorias organizacionales), en los cuales los usuarios pueden aportar conocimiento y acceder a éste mediante las múltiples facilidades que presta la herramienta.

### 3.2.7 Dynasites

Dynasites (Dynamic, Extensible and Integrated Information Spaces, Espacios de Información Integrada, Extensible y Dinámica), desarrollado en la universidad de Colorado (<http://seed.cs.colorado.edu/dynasites.Documentation.fcgi>), es un entorno de creación y desarrollo de repositorios de información basado en la Web [Fischer *et.al.*, 2001].

DynaSites alberga aproximadamente 20 espacios de información. Están destinados principalmente al ámbito académico, como por ejemplo a cursos universitarios y a proyectos de investigación. Estos cursos universitarios se basan en el modelo educativo "courses as seeds" [dePaula *et.al.*, 2001] o "cursos semilla". Este modelo intenta crear una cultura de investigación colectiva que está situada en el contexto de cursos universitarios y que se extiende más allá de los límites temporales de las clases basadas en semestres y los materiales de clase prefabricados tradicionalmente. Con el modelo los estudiantes toman un papel activo en su propio proceso de aprendizaje realizando actividades colaborativas soportadas por tecnologías innovadoras.

El sistema trabaja con el concepto de espacios de información, a los cuales denomina "documentos", a pesar de no corresponderse dicho concepto con lo que se entiende como tal (véase 2.3.1). Cada documento sirve para un propósito específico y todos están entrelazados de diversas maneras para formar el espacio de información de todos los DynaSites. Estos espacios o documentos están compuestos por cuatro componentes:

- Foros de discusión (DynaClass): pertenecen a una comunidad concreta, por ejemplo, cursos universitarios, proyectos de investigación y workshops (talleres).
- Recursos (Sources): repositorio compartido para almacenar referencias literarias, artículos, enlaces a páginas Web, etc. Los usuarios del espacio pueden contribuir con referencias a artículos publicados en revistas o en proceedings de conferencias y a dicha referencia pueden añadirle datos tales como una descripción, palabras clave relacionadas con el artículo y una valoración. También pueden aportar enlaces o direcciones de lugares Web.

- Espacio de la comunidad: donde cada usuario muestra información sobre sí mismo, como por ejemplo, su foto, intereses, URL de la página personal, etc. Es una ayuda a los usuarios a la hora de encontrar con quién o quiénes colaborar.
- DynaGloss: glosario de terminología que pueden utilizar todos los usuarios de los espacios. Cualquier usuario puede añadir o redefinir los términos.

Los documentos están estructurados en foros de discusión. Cada foro trata un tema o asunto. Los foros a su vez se dividen de forma jerárquica en temas cada vez más concretos, en los cuales los usuarios contribuyen con mensajes o textos, que pueden considerarse como unidades de conocimiento del sistema.

Un documento o espacio de información puede tener asociado una colección de recursos. Estos recursos o contribuciones de los usuarios en forma de enlaces a páginas Web y referencias a artículos pueden considerarse también como unidades de conocimiento del sistema. Dichas unidades de conocimiento no están estructuradas de ninguna forma específica.

La evolución del conocimiento en un documento sigue el modelo SER (Seeding, Evolutionary Growth, Reseeding) [Fischer et al, 1994]:

1. Primera fase o "seeding": una "semilla" (seed) es el estado inicial del sistema. En esta primera fase participarán los expertos en el dominio del documento que se inicia.
2. Fase de crecimiento en evolución o "evolutionary growth": la semilla irá evolucionando en esta siguiente fase por las aportaciones de los usuarios del sistema.
3. Última fase o "reseeded": se organizará, formalizará y generalizará el conocimiento generado durante la fase anterior, con el fin de tener una semilla ampliada que servirá como punto de partida en el siguiente ciclo de crecimiento y reseeded.

Los usuarios del sistema son tanto consumidores como productores de conocimiento. Por ejemplo, en la metodología "cursos semilla" los cursos se entienden como comunidades de aprendizaje en las cuales los participantes tienen los roles de aprendiz, diseñador y contribuidor activo. Además los usuarios pueden participar opinando sobre todas las aportaciones realizadas en el espacio de información.

Es aconsejable la elección de Dynasites cuando se desee crear repositorios activos de conocimiento explícito. La aplicación más habitual de este entorno es la creación de materiales educativos en la enseñanza reglada. Como ya se ha visto, Dynasites permite crear repositorios de conocimiento de forma colaborativa mediante su modelo de ciclo de vida SER, el cual es cíclico y asiste a la evolución del conocimiento en las fases, ya vistas en el capítulo anterior (véase 2.4.2), del ciclo de vida: creación, integración y distribución de conocimiento.

### 3.2.8 Annotate!

Annotate! ha sido desarrollado en el Stern School of Business, en la Universidad de Nueva York, como parte de la tesis doctoral de Mark Ginsburg ("Annotate: A Web-based Knowledge Management Support System for Document Collections", (<http://uaeller.eller.arizona.edu/~mginsbur/>) [Ginsburg *et.al.*, 1999].

Annotate! es un sistema que soporta la gestión de conocimiento de colecciones de documentos en organizaciones donde no hay una autoridad central encargada de clasificar los documentos y no existe un acuerdo inicial de clasificación. Es muy habitual realizar clasificación de documentos mediante la utilización de palabras claves, éstas escogidas del dominio de la colección de documentos a organizar. Pero en algunos casos no existe claramente un dominio o acuerdo para hacer la clasificación. Es en estos en los que Annotate! es útil, ya que permite a los usuarios que sean ellos mismos los que clasifiquen los documentos mediante anotaciones.

El sistema se basa en el principio siguiente: los usuarios y creadores de conocimiento son los que mejor saben cuál es la información relevante del área de conocimiento y son, por lo tanto, los más apropiados para filtrar, descubrir y marcar el conocimiento útil, en vez de dejar dicha labor a un sistema automático.

El nombre del sistema se debe fundamentalmente a la principal utilidad que proporciona a los usuarios: servicio de anotación a documentos. Los usuarios tienen el compromiso de poner una anotación o comentario sobre cada documento al que acceden mediante el sistema. Aunque en principio todo usuario puede poner documentos y anotaciones y acceder a estos, la utilidad de anotación puede ser configurada para que sólo ciertos usuarios catalogados como "expertos" sean los capacitados para anotar los documentos. En este caso el usuario experto hace la labor del "editor", uno de los actores que se encuentra en los sistemas tradicionales de gestión de documentos, en los cuales al menos existen los tres actores siguientes: autor (creador de documentos), editor (encargado de la revisión, catalogación y almacenado de los documentos) y lector [Ginsburg, 2000].

Los elementos de conocimiento en el sistema son documentos y anotaciones. Los documentos pueden tener cualquier formato, aunque es preferible que estos sean páginas Web, ya que Annotate! es un sistema en entorno Web. Las anotaciones sirven para dar contenido semántico al documento anotado y ayudar en la clasificación de documentos. Cada anotación tiene asociada una categoría. Las realizadas sobre un mismo documento pueden clasificarse jerárquicamente.

Los servicios más elaborados de este sistema son el de búsqueda de conocimiento [Ginsburg, 1998] y el de recomendaciones. El servicio de búsquedas permite la búsqueda bien mediante palabras clave o bien mediante conceptos (a través de una frase introducida por el usuario). Además se puede refinar la búsqueda a través del filtrado de variables sobre las anotaciones asociadas a los documentos. El servicio de recomendación de conocimiento a los usuarios es posible gracias a las colaboraciones de los usuarios mediante las anotaciones.

Annotate! es una buena elección, como ya se ha comentado, para gestionar el conocimiento de un grupo cuando no hay una clasificación predeterminada para los documentos y además se desea dejar a los usuarios dicha responsabilidad. Proporciona un mecanismo de anotaciones que permite a los usuarios marcar el conocimiento que les es útil. Esta tarea además les facilitará tanto las futuras búsquedas de conocimiento como el recibir recomendaciones sobre lo que les pueda ser más útil.



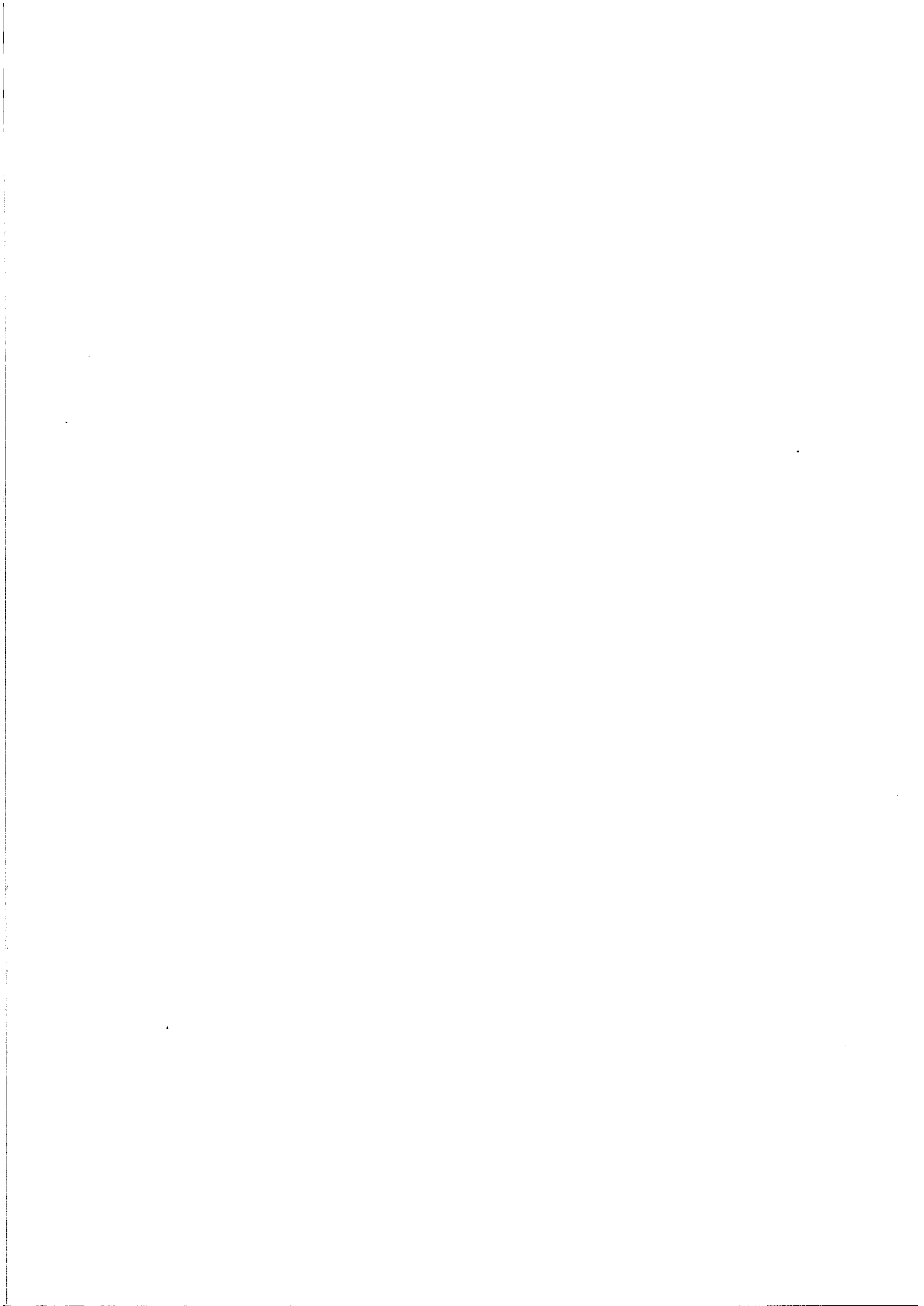
### **3.2.9 Tabla comparativa de los sistemas a estudio**

En la siguiente tabla podemos apreciar las características y particularidades específicas de cada uno de los sistemas integrales de gestión de conocimiento antes expuestos.

		Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001	Meta4 KnowNet®	Sintagma	Plumtree Corporate Portal	Zaplet Appmail Suite	Herramienta KnowNet	Dyn
INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO	Conocimiento en repositorio	El conocimiento en forma de documentos en cualquier formato.	El conocimiento en forma de documentos en cualquier formato.	El conocimiento en forma de nodos, que tienen nombre, atributos, contenido y padre.	El conocimiento en forma de documentos en cualquier formato	El conocimiento en forma de documentos llamados Appmails, se pueden crear de forma colaborativa entre los usuarios.	El conocimiento en forma de documentos en cualquier formato	El conocimiento en forma de documentos en cualquier formato
ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO	Cómo está organizado el conocimiento	Mediante sistema de directorios (temas). Creada por el administrador del sistema a priori.	Árbol de conocimiento. Organización creada a priori de acuerdo a necesidades de la empresa u organización.	Estructuración en forma jerárquica de nodos, a través de relaciones. El usuario puede crear relaciones.	Cada usuario tiene su sistema de archivos o sistema de directorios. También en grupo se puede mantener un sistema de archivos.	No hay estructura básica. Los Appmails se componen de partes (texto, discusiones, etc)	Conocimiento estructurado en taxonomías.	En foros discusión jerárquica y referencias clasificadas
DISTRIBUCIÓN DEL CONOCIMIENTO	Se puede solicitar conocimiento	Portal de Internet. Permite búsquedas (Intranet, Internet).	Permite búsquedas (Intranet, Internet) avanzadas (sobre conocimiento y expertos en temas).	Permite búsquedas complejas (mediante navega- ción en la estruc- tura de nodos)	Portal de Internet. Permite búsquedas (Intranet, Internet).	Se puede acceder o por Web o por correo electrónico a los documentos	Permite búsquedas (Intranet, Internet). Indexación y mapeo.	Navegación discusión almacen foro.
	El sistema proporciona recomendaciones	La herramienta indica cuales son los mejores documentos en alguna categoría.	A los usuarios les son proporcionados los documentos que deberían leer.	No	No	No	No	No
GESTIÓN DE USUARIOS	Tipos de usuarios	Coordinador, autor, y lector	Editores, creadores, evaluadores, expertos y consumidores	Todos los usuarios son consumidores y productores de conocimiento	Todos los usuarios son consumidores y productores de conocimiento	Todos los usuarios son consumidores y productores de conocimiento	Todos los usuarios son consumidores y productores de conocimiento	Todos los usuarios son consumidores y productores de conocimiento

GESTIÓN DE USUARIOS	<b>Los usuarios pueden colaborar opinando o recomendando sobre el conocimiento</b>	Los usuarios pueden opinar sobre los documentos, proceso de aprobación de documentos.	Los usuarios pueden valorar los documentos leídos.	No	No	Documento generado se pone a consideración del grupo: si se aprueba se publica.	No	Los u pued todas aport
	<b>Comunidades de usuarios</b>	Se forman comunidades de usuarios a la hora de aprobar la publicación de un documento.	Hay comunidades de expertos	No	Se forman comunidades en torno a OurPages, espacio compartido entre usuarios.	Se forman comunidades de usuarios cuando se crea de forma colaborativa un documento.	Hay comunidades prácticas de usuarios. Tienen un espacio común donde están las herramientas colaborativas	Cada tiene discu
	<b>Existe la figura de experto</b>	Los expertos son los usuarios que deben aprobar la publicación de documentos.	El experto es parte del conocimiento de la organización.	No	No	No	No	Son l que in espac inform
SERVICIOS	<b>Servicio de notificaciones de eventos</b>	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No
	<b>Toma de decisiones</b>	Mediante discusión on-line	Mediante foros de discusión	No	Mediante foros de discusión	Mediante partes del Appmail (discussions)	Mediante foros de discusión	Medi discu
	<b>Hay versiones de documentos</b>	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	Sí
	<b>Otros servicios</b>		Páginas amarillas. Mediciones e informes.		Creación colaborativa de documentos, distribución de tareas y mensajería.		Conferencias on-line. Mensajería. Planificación Cursos virtuales.	

**Tabla 3.1** Resumen de los Sistemas Integrales de Gestión de Conocimiento.



### 3.3 CONCLUSIONES

Tras el análisis de una serie de SGC, se pueden extraer las siguientes conclusiones a modo de resumen del presente capítulo:

1. *La mayoría de los sistemas presentados están destinados a la gestión del conocimiento de organizaciones.* Debido a la necesidad que tienen las empresas de gestionar de forma efectiva su conocimiento y conseguir así incrementar su capital intelectual son éstas el principal objetivo de este tipo de sistemas. La clase de conocimiento que suele ser objeto de estos sistemas es el que tiende a evolucionar y cambiar en breves espacios de tiempo, ya que éste es el tipo de conocimiento que aporta mayor valor añadido en las organizaciones. Sin embargo, sería deseable que también estos sistemas fueran adaptados a necesidades similares existentes en otros campos, como por ejemplo el campo de la docencia y de la investigación.
2. *La mayoría de los sistemas trata con conocimiento en forma de documentos.* En la práctica gran parte de los sistemas presentados son en ocasiones catalogados como sistemas documentales o sistemas de gestión de documentos. En la mayoría de los sistemas el documento es el elemento de conocimiento a gestionar y sólo una minoría contempla como elementos de conocimiento las anotaciones y la estructura bajo la que se organizan los documentos. Es deseable que los sistemas contemplen también la estructura como parte del conocimiento del grupo.
3. *La mayoría de los sistemas organizan el conocimiento en una estructura jerárquica.* Se han presentado sistemas que organizan el conocimiento de forma jerárquica, por categorías o temas. También se han presentado clasificaciones del conocimiento en forma de foros de debate que, en definitiva, también suelen tener estructura jerárquica. Como conclusión de ello, la organización jerárquica del conocimiento responde satisfactoriamente a las necesidades que se pretenden cubrir con estos sistemas.
4. *Los servicios más habituales que presentan estos sistemas para la distribución del conocimiento son: navegación, realización de distintos tipos de búsquedas y recomendaciones.* Algunos, además de permitir realizar búsquedas en el conocimiento que almacena el sistema (Intranet), permiten realizar búsquedas en Internet. Los sistemas pueden realizar dos tipos de recomendaciones: globales, cuando la misma recomendación es para todos los usuarios del sistema (como es el caso de Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001) e individuales, cuando son personalizadas para cada usuario (como es el caso de Annotate!).
5. *En la mayoría de los sistemas los usuarios sólo pueden aportar y consumir conocimiento, normalmente en forma de documentos.* Como se ha visto, en muy pocos sistemas es tarea de los usuarios evaluar y opinar sobre la calidad del conocimiento del grupo, así como la tarea de la organización o estructuración de los elementos de conocimiento que lo forman. Por lo tanto, si estas labores no son competencias de los usuarios es necesaria la labor de un administrador o editor encargado de dichas tareas. Sin embargo, no creemos que esta sea la mejor opción, debido a que cada vez se tiene una mayor masa de conocimiento, que por ellos resulta inmanejable. Por lo tanto es deseable que el conocimiento sea evaluado y organizado de forma colaborativa por los usuarios del sistema con algún tipo de mecanismo, por ejemplo, mediante comunidades virtuales de expertos.

6. *Muy pocos de los sistemas estudiados tienen en cuenta al usuario "experto"*. En relación con el punto anterior se echa en falta en la mayoría de los sistemas estudiados el rol del usuario experto. La existencia de usuarios con una experiencia contrastada, y que por lo tanto pueden ser denominados expertos en algunas áreas de conocimiento, puede enriquecer al sistema. Si estos usuarios tienen ciertos conocimientos adquiridos, se les puede confiar la realización de forma colaborativa y sin supervisión de las tareas comentadas en el punto anterior. Además, el sistema puede proporcionar el servicio de localización de expertos mediante el cual, en todo momento, se podrá saber a quién hay que recurrir cuando se desee saber sobre un tema concreto.
7. *Aunque no todos los sistemas lo incluyen, el servicio de notificación de eventos es claramente útil y cada vez más lo tienen en cuenta estos sistemas*. La gran mayoría del trabajo que se realiza con estos sistemas es de carácter asíncrono, es decir, no requieren que estén todos los actores trabajando sobre el conocimiento del grupo en el mismo momento. Sin embargo, para ciertas tareas como puede ser tomar una decisión en grupo, es interesante que los usuarios estén informados de lo que realizan los demás, con el fin de llegar a un acuerdo de la forma más efectiva posible. El servicio de notificación de eventos ayuda a informar sobre lo que hacen los demás usuarios, es por ello por lo que está siendo en estos momentos la elección más utilizada por estos sistemas para salvar el asincronismo del trabajo en grupo.
8. *La mayoría de los sistemas proporcionan el servicio de foro de discusión como medio para la toma de decisiones*. En estos sistemas se plantean distintas situaciones en las que los usuarios deben o bien ponerse de acuerdo sobre un tema concreto (por ejemplo aprobar la incorporación de un documento nuevo al sistema) o bien decidir sobre qué conocimiento es mejor que otro. Para ello en muchos de los casos se proporcionan foros de discusión (también denominados foros de debate) como el medio dónde los usuarios pueden expresar su opinión.
9. *Cada vez más estos sistemas tienden a proporcionar un servicio de control de versiones de documentos*. Además algunos de los sistemas requieren la colaboración de los usuarios para llevar a cabo dicho servicio (como es el caso de Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001).
10. *La mayoría de los sistemas permiten crear lugares Web a partir de los cuales se accede al conocimiento del grupo*. La utilización de la Web se está convirtiendo en la forma más habitual de acceder al conocimiento.

## CAPÍTULO 4

### UNA PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE UNA COMUNIDAD DE USUARIOS

Desde el comienzo de la Web en el año 1989 se ha multiplicado exponencialmente el número de páginas Web. Diferentes estudiosos estiman que la magnitud de la Web actualmente está en torno a 1,5 billones de páginas [Doan *et.al.*, 2002], con una capacidad del orden de varios terabytes de texto, imágenes, audio y vídeo [Baeza-Yates, 2000]. En definitiva, hoy en día hay una gran proliferación de información y conocimiento en Internet.

El principal problema de Internet está en obtener la información correcta con la calidad apropiada. Como ya comentamos en el Capítulo 1, el gran volumen de información que ofrece la Web hace cada vez más difícil su manejo. Es por tanto necesaria la utilización de diferentes herramientas o aplicaciones informáticas que nos ayuden a abordar dicha problemática.

La alternativa por la que nos hemos decantado en este trabajo de tesis para poder abordar tal sobrecarga de información y conocimiento en Internet es la utilización de un sistema para la gestión del conocimiento basado en el trabajo de colaboración de los usuarios (véase Capítulo 3).

Algunos autores defienden la idea de que el conocimiento es siempre tácito (véase 2.4.1), y que el conocimiento explícito es información [Stenmark, 2002]. Sin embargo, nosotros abogamos por la distinción que hacen autores como Verna Alle [Alle, 1997] o Kogut y Zander [Kogut *et.al.*, 1992]: con información se hace referencia a la unión y organización de datos, y cuando esta información es analizada, enlazada con otra información, etc. –es decir, es tratada con el fin de resolver alguna tarea– se hace referencia a conocimiento.

A la hora de abordar la gestión del conocimiento de una comunidad es necesario hacer un análisis previo sobre cómo es el conocimiento que se pretende gestionar, cómo es la comunidad de usuarios que interacciona con éste y cómo el trabajo de la comunidad influye en la evolución del conocimiento colectivo.

En el primer apartado del Capítulo (véase 4.1) se exponen los aspectos del conocimiento que han sido considerados más relevantes para elegir los elementos de conocimiento que se van a gestionar.

Una vez seleccionado el tipo de conocimiento a gestionar, el siguiente paso es hacerlo evolucionar con el fin de conseguir conocimiento útil y de calidad para la comunidad de usuarios interesada. En el segundo apartado (véase 4.2) se plantea la evolución del conocimiento dependiendo de su evaluación.

En el tercer y último apartado se expone la propuesta que plantea este trabajo de tesis para la tarea de gestionar el conocimiento de un grupo de usuarios.

#### 4.1 LOS ELEMENTOS DE CONOCIMIENTO A GESTIONAR, SU NATURALEZA Y ORGANIZACIÓN

Como ya se vio en el apartado 2.4.1, el conocimiento se caracteriza por tener asociado un proceso de evolución y presentar mayor o menor facilidad para ser formalizado. Atendiendo a estos dos aspectos tenemos dos formas posibles de clasificar tipos de conocimiento: según la dinámica temporal que presenta el conocimiento se distingue entre conocimiento estable y efímero (véase 4.1.1); según la facilidad para ser formalizado se distingue entre conocimiento explícito y tácito (véase 4.1.2).

El conocimiento se está convirtiendo en el factor de producción más importante en las empresas. Junto con la información, es el principal elemento que hace prosperar a una empresa. Por lo tanto, se convierte en una necesidad disponer de mecanismos de organización y gestión del conocimiento, con el fin de optimizar su utilización.

En el ámbito empresarial resulta de mayor interés gestionar el tipo de conocimiento que normalmente poseen unos pocos (expertos). Este conocimiento es estratégico, de alto impacto en la competitividad y, además, suele tener un ritmo de cambio rápido y muchas veces es de difícil formalización.

Como veremos en los dos apartados siguientes, el tipo de conocimiento que cumple las dos características anteriores es lo que se denomina conocimiento efímero y tácito.

En cambio, en el ámbito académico y de la investigación, el tipo de conocimiento más común es el que tradicionalmente encontramos materializado en libros o en artículos de revistas (electrónicas o en papel). Posiblemente, el tipo de conocimiento de mayor interés para la academia es aquel que tiene una cierta estabilidad a largo plazo, así como el que es formalizable, es decir, lo que se denomina conocimiento estable y explícito.

La gestión del conocimiento implica la colección, organización, clasificación y distribución del conocimiento, como ya se comentó en el apartado 2.4. En relación con estas tareas se plantea la necesidad de elegir un elemento base o unidad atómica de conocimiento que nos facilite la ejecución de dichas tareas y la elección de una forma de organizar o estructurar estos elementos que dé garantías de la posterior distribución y difusión del conocimiento.

A la hora de elegir cómo es la unidad mínima del conocimiento, que denominamos "unidad atómica de conocimiento", se nos presentan distintas opciones (véase 4.1.3). Estas opciones están influenciadas, en primer lugar, por la naturaleza del tipo de conocimiento a tratar y, en segundo lugar, por el tamaño que se desea dar al elemento mínimo que se utiliza para compartir conocimiento entre los usuarios.

Finalmente, el cuarto y último aspecto a considerar es la estructura que se le da al conocimiento (véase 4.1.4). Es un aspecto de gran importancia, ya que a nuestro juicio el conocimiento no está sólo en las unidades atómicas (o elementos con contenido), sino que la organización o estructuración de las anteriores es en sí misma también conocimiento.



#### 4.1.1 Conocimiento estable en el tiempo vs conocimiento efímero

El primer aspecto a considerar del conocimiento es su ciclo de vida. Como ya se vio en el apartado sobre los modelos del ciclo de vida del conocimiento (véase 2.4.2): el conocimiento no es estático, puede quedar obsoleto o simplemente necesitar ser renovado pasado un tiempo. Para analizar el conocimiento desde el punto de vista de su dinámica temporal, debemos tener en cuenta la "fluidez" o rapidez con la que éste puede cambiar o evolucionar. Desde esta perspectiva podemos diferenciar por un lado de la escala el conocimiento efímero o fluido y por el otro el conocimiento estable en el tiempo.

El primero será aquél en el que el ritmo del cambio y el ritmo de uso son comparables. Un ejemplo de este tipo de conocimiento es el manejado en finanzas, más concretamente en la bolsa, donde el conocimiento que es valioso en un instante determinado puede pasar a ser obsoleto o sustituido por otro en cuestión de cortos espacios de tiempo (del orden de horas o incluso minutos).

El conocimiento estable en el tiempo, como su propio nombre indica, es aquel conocimiento que no es objeto de modificaciones durante un amplio espacio de tiempo, o dicho de otra manera, es el conocimiento sobre el cual se puede interaccionar muchas veces antes de que haya sufrido modificaciones. El ritmo del uso es mucho mayor que el ritmo del cambio.

Tanto el conocimiento almacenado en libros de referencias como el que encontramos en enciclopedias es susceptible de ser clasificado como estable en el tiempo, al ser conocimiento que recibe gran número de interacciones en forma de consultas a lo largo de su vida, antes de ser sustituido por nuevas versiones. Conocimiento estable no significa inmutable; por ejemplo, en el caso de las enciclopedias, la evolución del conocimiento se basa en la realización de sucesivas ediciones que incluyen las oportunas revisiones, con el objetivo de ir mejorando el conocimiento contenido en ellas.

Un ejemplo muy específico de conocimiento estable en el área informática es el que encontramos en los libros pertenecientes a la serie *Readings in...* ("Lecturas sobre..."), de Morgan Kaufmann. Estos son libros especializados en áreas del conocimiento concretas que contienen los artículos seminales sobre el tema tratado. En cada uno de estos libros está exclusivamente el conocimiento más relevante y aceptado por la comunidad científica de cada área de conocimiento.

Conviene aclarar que el carácter fluido del conocimiento no está ligado a su velocidad de cambio, sino a su comparación con el ritmo de consultas. Un conocimiento dado puede recibir cambios muy espaciados en el tiempo y sin embargo ser fluido, debido a que entre cambio y cambio no recibió apenas consultas.

Unido a lo anterior, hay que tener en cuenta que el carácter fluido o estable de una determinada unidad de conocimiento puede variar a lo largo de su vida, con lo cual nos podemos encontrar con conocimiento que no se presta a clasificarse definitivamente como perteneciente a un tipo o a otro.

La fluidez puede además depender del área de aplicación. Un mismo tipo de conocimiento puede ser fluido para una aplicación y estable para otra. Finalmente, en todos los ámbitos de aplicación del conocimiento se trabaja con conocimiento estable y con conocimiento fluido, aunque posiblemente, hay áreas que se interesan más por un tipo u otro.

En la empresa tiene especial relevancia el conocimiento efímero –el conocimiento que es importante y relevante a corto plazo– ya que suele ser el menos distribuido y el que la hace

ser más competitiva. De hecho, es éste el manejado preferentemente por la mayoría de las herramientas de gestión del conocimiento expuestas en el Capítulo 3 (véase 3.2).

En cambio, diferentes sucesos ocurridos a lo largo de nuestra historia, como son por ejemplo la aparición de la universidad o de la biblioteca, corroboran la necesidad de "institucionalizar" el conocimiento más estable.

En la universidad, en el ámbito académico y de la investigación, el conocimiento de mayor interés es el estable a largo plazo. Aunque en la academia también hay conocimiento a corto plazo, por ejemplo en grupos de trabajo o en investigaciones, el conocimiento estable a largo plazo es el que se acaba consolidando, habitualmente en forma de revistas o libros.

Son varios los motivos que nos llevan a decantarnos por el conocimiento a largo plazo o estable como material de trabajo de la actual investigación. En primer lugar, como se acaba de exponer, el conocimiento estable es sin duda relevante en todos los ámbitos.

En segundo lugar, la mayoría de las herramientas de gestión del conocimiento existente hace énfasis en el conocimiento fluido, con una alta variabilidad en el tiempo, entre otros motivos por dar mayor ventaja competitiva en el campo empresarial, existiendo una carencia de herramientas especializadas en la gestión del conocimiento estable.

En tercer lugar, desde el punto de vista social, los sistemas educativos se basan principalmente en el conocimiento estable, y por lo tanto es el que está más directamente implicado en el progreso científico y social. En definitiva, se puede decir que es este tipo de conocimiento el que genera más beneficios sociales a largo plazo.

Dado lo anterior, en este trabajo nos decantamos por la opción de abordar la gestión del conocimiento estable contenido en la Web mediante lo que denominamos *proceso de cristalización del conocimiento* [Alamán *et.al.*, 1999][Cobos, *et.al.*, 2002a]. Este proceso tiene por objetivo identificar el conocimiento estable que se puede encontrar en la Web sobre un determinado tema, y tras el análisis del uso que recibe y de las interacciones de los usuarios con dicho conocimiento, determinar cuál es de calidad y relevante, destacando como representativo del área de conocimiento que se está tratando.

#### **4.1.2 Conocimiento explícito vs conocimiento tácito**

El segundo aspecto a considerar del conocimiento es su facilidad para ser formalizado, es decir, cómo de fácil es su captura y registro mediante un medio físico.

Por un lado, tenemos el tipo de conocimiento que está íntimamente ligado a las personas y cuya formalización no es sencilla, el conocimiento de tipo tácito. Por ejemplo, una parte importante del conocimiento de un experto es de tipo tácito; esto fue descubierto con sorpresa por la comunidad de Inteligencia Artificial cuando se intentó pasar del conocimiento humano al manejado por los sistemas expertos.

La dificultad de formalización que plantea el conocimiento tácito tiene su vertiente positiva: debido a que no está al alcance de todos, se convierte en el más competitivo y valioso económicamente, cobrando entonces gran relevancia en la empresa.

En la actualidad, nos encontramos con la misma dificultad cuando se pretende gestionar el conocimiento de expertos mediante las herramientas de gestión del conocimiento. Como ya se ha visto con anterioridad en este capítulo, es de gran utilidad para las empresas tener constancia de quiénes son los empleados que tienen ciertos conocimientos sobre un tema concreto. Para ello se han desarrollado servicios de localización de expertos en las

herramientas informáticas, con el fin de identificar cuál es el conocimiento tácito de cada persona, o dicho de otra manera, saber "quién sabe de qué" (véase Capítulo 3).

Por otro lado, tenemos el conocimiento explícito. Este es el tipo de conocimiento fácil de formalizar en algún formato y medio. Un ejemplo destacado de este tipo de conocimiento es el contenido en un libro.

A pesar de que ya hemos indicado que el conocimiento tácito es importante desde el punto de vista de la competitividad, es sin embargo el conocimiento explícito el que tiene mayor impacto social.

Se ha llegado a considerar a la imprenta de Gutenberg (siglo XV) como uno de los inventos más revolucionarios de la historia de la humanidad, ya que con ella se consigue por primera vez difundir las ideas, la información y el conocimiento entre miles de personas distribuidas por amplias zonas geográficas.

La mayor distribución de lo impreso, que se produce a raíz del invento de la imprenta, hace aumentar el hábito de la lectura entre los ciudadanos rurales y los trabajadores en el siglo XVIII, incrementando el nivel de alfabetización de la población. En conclusión, resulta difícil imaginar la revolución científica y el crecimiento socio-cultural que hemos vivido en los últimos tiempos sin la imprenta y el material impreso que nos ha proporcionado.

Es por ello que en esta tesis proponemos tratar con el conocimiento explícito. Como ya se comentó en el apartado anterior, la presente investigación se centra en el trabajo con conocimiento estable. Suele ser habitual en casi todos los campos hablar de conocimiento estable y explícito a la vez. De hecho, el conocimiento estable se presta a ser tratado como conocimiento explícito en la mayoría de los casos [García, 2002]<sup>1</sup>.

#### **4.1.3 Unidad atómica de conocimiento: el documento**

Cuando hablamos de unidad atómica de conocimiento, nos referimos al elemento de conocimiento susceptible de ser compartido íntegramente entre los usuarios como medio de intercambio de conocimiento entre ellos. Es decir, con este término se denomina a la unidad mínima de compartición de conocimiento.

La primera característica de las unidades atómicas de conocimiento es que son indivisibles en el momento de la compartición o distribución del conocimiento que contienen: o se comparte todo su contenido, o nada. Una segunda característica es que son sustituidas en su totalidad por una nueva unidad de conocimiento cuando la unidad original es modificada en parte o totalmente. Es decir, cuando una unidad de conocimiento es versionada, la nueva versión sustituye a la anterior en su totalidad.

Como ya se ha discutido en los apartados anteriores, el conocimiento objeto de la actual investigación es el catalogado como explícito y estable en el tiempo. Tradicionalmente este tipo de conocimiento se encuentra en forma de libros, artículos (en revistas y enciclopedias) y ocasionalmente cartas (entre investigadores). Estos tres elementos son "almacenes" de

---

<sup>1</sup> Sin embargo existen algunas excepciones a esta afirmación. Por ejemplo, en el caso de los gremios, el conocimiento transmitido de maestro a discípulo era estable, pero tácito. Era estable porque se transmitían los mismos conocimientos generación tras generación, y tácito debido a que estos se transmitían con la obra y ejecución de los trabajos, sin la necesidad de ningún medio para hacerlos explícitos.

---

conocimiento y pueden ser catalogados como unidades "atómicas" de conocimiento, como se argumenta a continuación.

Por lo general, cuando se realiza la revisión de un libro y éste es modificado, se genera una nueva versión o edición del libro completo. No es habitual encontrar por un lado la primera versión del libro y por otro lado "anexos separados" con las modificaciones<sup>2</sup>.

En el caso de las revistas, las cuales están compuestas por artículos, se podría considerar o bien a la revista completa, o bien a cada uno de estos artículos que la componen como las unidades atómicas. Como por lo general, que se modifique un artículo no implica que los demás tengan que ser modificados, sería más adecuado elegir la segunda opción, es decir, los artículos deben ser considerados como las unidades atómicas de conocimiento. Además, cada artículo de una revista suele estar realizado por distinto autor (o autores), quizás incluso con un formato distinto, lo que nos confirma la independencia de unos con respecto a los otros.

Con el ánimo de recoger todos los saberes de la humanidad aparece la *Enciclopedia* (1751-1764) en pleno auge de la Ilustración. La primera enciclopedia, creada bajo la dirección de Denis Diderot, constaba de 28 volúmenes y su confección duró veintiún años (siendo interrumpida en dos ocasiones). A partir de este primer esfuerzo por conseguir revisar todo lo que se sabía sobre un área determinada, se irían sucediendo nuevas enciclopedias.

En términos generales una enciclopedia está dividida en volúmenes, y estos a su vez en artículos. Al igual que en el caso de la revista, nos encontramos con distintos candidatos a la hora de decidirnos por las unidades atómicas de conocimiento que forman la enciclopedia (la enciclopedia entera, cada volumen o cada artículo). En este caso, nos decantamos por el artículo como unidad atómica, ya que cada uno de ellos trata sobre un tema concreto o describe una idea distinta, por lo que podemos decir que los artículos son autónomos e independientes unos de otros. En el caso de ser modificado todo o parte de un artículo, es cambiado entero y publicado de nuevo (en la mayoría de los casos) dentro de un nuevo volumen sin ser necesaria la reedición de la enciclopedia completa.

Otros elementos que contribuyeron al avance científico fueron las cartas entre investigadores. Estas cartas se utilizaron bastante entre investigadores y científicos como medio de transmisión de conocimiento, que se podía clasificar como fluido, al contener en la mayoría de los casos los resultados parciales y temporales de sus investigaciones en curso. Serían éstas sus unidades atómicas de conocimiento, y algunas de ellas serían la semilla para una posterior publicación de investigación. Es anecdótico, por ejemplo, el que ciertos trabajos de Leibniz sólo puedan ser encontrados en las cartas enviadas a Antoine Arnauld entre 1686 y 1687.

Una vez expuestas las distintas unidades de conocimiento que se nos han presentado a lo largo de la historia y teniendo en cuenta cómo es el conocimiento con el que se trabaja en esta investigación (véase último párrafo del apartado 4.1.1), se propone elegir como unidad o átomo de conocimiento al *documento*.

Partiendo de las definiciones de documento planteadas en el Capítulo 2 (véase 2.3.1), con documento se hace referencia a la unidad de información que tiene por objetivo describir una idea, como por ejemplo, un artículo en una enciclopedia.

Según la interpretación anterior, es difícil determinar cuál es el tamaño o extensión óptima de un documento. De hecho, en el caso de la enciclopedia es habitual que los artículos más extensos (del orden de 3 o 4 páginas) correspondan a temas de áreas de conocimiento que

---

<sup>2</sup> De nuevo hay excepciones a esta afirmación, como por ejemplo las "hojas de erratas" que se adjuntan en ocasiones a los libros.

están más establecidas, mientras que los artículos más cortos (del orden de media página) correspondan a temas donde el conocimiento es más fluido. Por lo tanto el tamaño del documento puede estar motivado por la fluidez del área que se está tratando.

En la implementación de la propuesta planteada en la actual investigación, la unidad atómica de conocimiento consiste en un documento HTML (lo que coloquialmente se conoce como "página Web") localizado en cualquier lugar de la Web, es decir, publicado en cualquier servidor Web en Internet.

La propuesta no se preocupa de la estructura interna de dicho documento, se trata como una "caja negra". En cuanto al tamaño del documento, desde el punto de vista de la tecnología Web, se propone que éste no sea ni demasiado extenso ni demasiado pequeño. Si el documento fuera demasiado grande, su recuperación en pantalla podría ser lenta y producir esperas excesivas o provocar la incertidumbre en el lector. Si por el contrario el documento fuera demasiado pequeño se produciría un exceso de fragmentación de la información, lo que podría provocar aburrimiento en el lector [Aedo *et.al.*, 2001].

#### 4.1.4 Estructura del conocimiento

No sólo las unidades atómicas de conocimiento (en nuestro caso los documentos) son las contenedoras de conocimiento, sino que también la forma en cómo están relacionadas (a lo que llamamos la estructura) tiene su interés desde el punto de vista de transmisión de conocimiento. Es necesario darle una estructura al conocimiento con el que trabajamos, con el fin de garantizar su posterior distribución.

De hecho, es muy habitual la práctica de primero crear y decidir la estructura que se le da al conocimiento y luego añadirle contenido (en forma de documentos, capítulos de un libro o apartados de un artículo).

Otro ejemplo que apoya que la estructura en sí misma es parte del conocimiento, es el caso de una base de datos relacional, donde el contenido está estructurado en tablas, registros y campos. La estructura dada a la base de datos es tan importante como los propios datos.

Nos encontramos en la literatura diversas formas de organizar las unidades de conocimiento. La manera más tradicional (por ejemplo en biblioteconomía y documentación) es en forma de jerarquía o árbol. Como estructuras más genéricas también se proponen en ocasiones grafos y redes de relaciones.

La estructura jerárquica presenta dos variantes muy sencillas: I) tener un tema raíz en el cuál están incluidos todos los contenidos, II) tener un tema raíz que se divide en varios nodos, dando lugar a sólo un nivel de profundidad. Sin embargo, aunque estas dos variantes se utilicen y sean fáciles de manejar, normalmente se utiliza la estructura jerárquica con varios niveles de profundidad.

A lo largo de la historia se han ido presentando diversas situaciones en las que la estructura jerárquica ha sido aplicada como representación del conocimiento. Tenemos varios ejemplos de clasificaciones jerárquicas en biblioteconomía y documentación (como ya ha sido comentado). Las clasificaciones más conocidas son las llamadas enciclopédicas y, de éstas, la más empleada es la Clasificación Decimal Universal (CDU). La técnica de esta clasificación consiste en crear como máximo diez epígrafes básicos sobre el área de conocimiento tratada e ir dividiendo estos epígrafes recursivamente, contemplando la evolución posible de los materiales que van a manejarse en dicho área [Coll-Vinent, 1978, pág. 93].

Como ya se mencionó en el apartado 4.1.2, el problema de representar el conocimiento ha sido abordado por los investigadores de Inteligencia Artificial a la hora de diseñar los sistemas expertos [Russell, 1995]. Estos sistemas debían proporcionar un acceso a colecciones de informaciones estructuradas y a unas reglas de inferencia que debían ser usadas con el fin de conseguir razonamiento automático. En este caso muy frecuentemente la estructura elegida para la representación del conocimiento era un árbol, aunque en algunas ocasiones se utilizaron redes semánticas, como una estructura más genérica.

Como ya se comentó en el Capítulo 2, una forma de representar el conocimiento es mediante la utilización de ontologías. Este concepto apareció en el campo de la filosofía como una rama de la metafísica dedicada al estudio del Ser. Las ontologías también han sido utilizadas en el área de la Inteligencia Artificial, para representar el conocimiento en los sistemas expertos.

Más recientemente, nos encontramos la utilización de ontologías para representar el conocimiento que encontramos en la Web. Entre otras ventajas, una ontología nos da la oportunidad de definir un vocabulario común entre las personas que tienen la necesidad de compartir conocimiento dentro de un dominio. Una ontología "a menudo es comparada con una 'taxonomía' jerárquica de clases" [Gruber, 1993]. Según la afirmación de Gruber, una ontología es otro ejemplo de estructura jerárquica utilizada para organizar el conocimiento.

Otros ejemplos de estructuras jerárquicas se encuentran en las clasificaciones de las disciplinas científicas propuestas por distintos organismos. En el ámbito nacional está la clasificación de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT). Por otra parte, y ya en plano internacional, está la clasificación del International Standard Book Number (ISBN) y la ordenación, que a efectos de nomenclatura internacional, utiliza la UNESCO. Esta última es la más exhaustiva y extensa, distinguiéndose en la misma un total de 24 grupos de disciplinas.

Como último ejemplo, no se quiere dejar pasar la oportunidad de analizar la estructura de un libro (incluso por ejemplo la presente tesis). Si miramos su índice se ve cómo se va dividiendo, partiendo de los capítulos o temas más generales hacia los más específicos, es decir, generándose una estructura de sucesivas divisiones por niveles en forma de jerarquía.

Debido a que el tipo de conocimiento objeto del presente estudio es comparable al tipo de conocimiento que encontramos en la mayoría de los ejemplos anteriores, nos decidimos por organizar el conocimiento de un grupo de usuarios en forma de árbol jerárquico, al que se propone denominar *árbol de conocimiento*. Cabe destacar de nuevo que la estructura no es un simple mecanismo de indexación, sino que en sí misma es un elemento de conocimiento sobre el área de conocimiento del grupo de usuarios.

En algunas ocasiones es necesario utilizar una estructura más genérica; la forma más habitual para hacerlo es mediante la utilización de grafos. Sin embargo, otra posibilidad para conseguir dicha generalidad es la utilización de varios árboles superpuestos. De hecho, muchas veces (aunque no siempre) un grafo es una composición de varios árboles superpuestos generados por distintas relaciones (pertenencia, composición, etc.).

Teniendo en cuenta la observación anterior, se completa la propuesta añadiendo la posibilidad de tener varios árboles a la vez encargados de formar la estructura del conocimiento.

## 4.2 EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO

En el apartado anterior se ha fijado el tipo de conocimiento de interés en el presente trabajo de tesis: conocimiento estable y explícito. Ejemplos de este tipo de conocimiento son los que podemos encontrar en enciclopedias o libros de referencia.

En este apartado se discute cómo hacer evolucionar el conocimiento con el fin de identificar aquél útil y de calidad sobre un área de conocimiento en el cuál está interesado un grupo de usuarios. La evolución del conocimiento se plantea en base a su evaluación. O dicho de otra manera, la evaluación del conocimiento es el medio para conseguir que éste evolucione.

En los dos apartados siguientes se exponen varias alternativas sobre cómo realizar la evaluación del conocimiento. En el apartado 4.2.1 se distingue entre hacer evaluación bajo una coordinación o control central y hacerla sin dicho control, en base a las participaciones de los usuarios (que forman la comunidad interesada en un área de conocimiento). En el apartado 4.2.2 se distingue entre hacer evaluación tomando las opiniones de todos los usuarios o sólo tomando las opiniones de los usuarios expertos en el área de conocimiento.

En el apartado 4.2.3 se hace una introducción al mecanismo de evaluación de conocimiento propuesto en este trabajo de tesis: el mecanismo de Cristalización del Conocimiento.

### 4.2.1 Evaluación con control central vs sin control central

La forma más aceptada para realizar el control de calidad de materiales es el "peer review", que puede traducirse por "revisión por pares" [Harnad, 1985].

En el mecanismo de revisión por pares, los investigadores ponen a disposición de unos árbitros cualificados o editores sus propuestas, solicitudes de proyectos y publicaciones (a partir de ahora se hará referencia a estos con la denominación genérica de manuscritos). Estos editores ponen a disposición de un grupo de especialistas expertos en la materia, los revisores (o "referees"), el manuscrito a evaluar. El manuscrito es aceptado cuando pasa satisfactoriamente la revisión.

Se puede decir que la revisión por pares tradicional es un mecanismo con control centralizado, porque para la toma de la decisión final es necesaria la intervención de los editores.

Una de las aportaciones de este mecanismo es que asegura cierta calidad en los manuscritos y en general evita publicaciones defectuosas en su concepción, diseño o ejecución, triviales o marginales o difíciles de interpretar. Sin embargo, este mecanismo tiene inconvenientes, como por ejemplo, que puede ser efectuado de forma deficiente o injusta y que aunque se efectúe con el máximo rigor posible no evita sesgos, ni garantiza la veracidad ni la validez del manuscrito.

El mecanismo de revisión por pares fue utilizado por primera vez a finales del siglo XVII para evaluar los artículos enviados a las Operaciones Filosóficas de la Real Sociedad ("Philosophical Transactions of the Royal Society") [Merton *et.al.*, 1973]. Con el paso del tiempo han surgido distintas alternativas a este mecanismo. Una de ellas, que se puede catalogar como la más opuesta a la revisión por pares clásica, es la de dejar a los autores que

hagan "su propia política". Es decir, primeramente publicar los manuscritos, dejar entonces a los lectores que decidan cuáles pueden ser tenidos en cuenta y con sus opiniones decidir entonces cuáles son los que deben ser publicados formalmente.

En la opción de dejar opinar a un grupo abierto de personas sobre la calidad de los materiales no existe un control central, como en el caso de la revisión por pares tradicional. La toma de decisión sobre si un manuscrito es aceptado o no se basa en la recogida y análisis de las interacciones de los usuarios sobre dicho manuscrito.

Podría pensarse que la mejor opción es tener un mecanismo de evaluación centralizado, ya que la coordinación proporciona más garantías acerca de la buena calidad del conocimiento evaluado. Sin embargo, es interesante tener mecanismos de evaluación escalables, debido a que las nuevas tecnologías de la información requieren de dicha escalabilidad. De hecho, cada vez más los sistemas para la gestión del conocimiento trabajan en entorno Web y el volumen de conocimiento que manejan es cada vez mayor. En estos casos un mecanismo de evaluación centralizado se hace inmanejable, por lo tanto es necesario hacer uso de un mecanismo de evaluación de conocimiento no centralizado o distribuido.

En el presente trabajo de tesis se propone hacer uso de un mecanismo de evaluación del conocimiento sin control central, donde la evaluación está basada en las interacciones de los usuarios con el conocimiento. Hemos denominado a este mecanismo "proceso de cristalización del conocimiento".

#### **4.2.2 Todos opinan vs opinan los que más saben (expertos)**

Partiendo de la base de dejar a los usuarios que opinen sobre los materiales y que sean ellos los que determinen su calidad, sin la necesidad de tener un editor o coordinador de la tarea, la decisión está en dejar opinar a todos o sólo a parte de ellos.

La opción de dejar que todos los usuarios puedan opinar sobre el conocimiento, y que todas las opiniones tengan el mismo peso en la evaluación, puede considerarse democrática. En este caso no se hace distinción entre usuarios que puedan saber más o que puedan saber menos sobre lo que se está evaluando.

Por ejemplo, en el sistema Dynasites (véase 3.2.7) todo usuario puede participar opinando sobre cualquiera de las aportaciones realizadas al espacio de información. No hay distintos roles en este sistema, de hecho todos los usuarios son tanto consumidores como productores de conocimiento. Por tanto, se puede decir que todos los usuarios son también revisores de conocimiento.

La opción de dejar que opinen sólo los usuarios que han demostrado cierta capacidad sobre lo que se está evaluando, se denomina evaluación basada en expertos. Este tipo de evaluación requiere que exista un mecanismo para definir quién es considerado experto (y por qué) y quién no.

Un ejemplo es el sistema Annotate! (véase 3.2.8), que se basa en la idea de que algunos usuarios son los más apropiados para opinar sobre qué conocimiento es útil. El sistema permite a los usuarios anotar los documentos. Aunque en principio todo usuario puede utilizar el mecanismo de anotaciones, dicho mecanismo puede configurarse para dejar que sólo usuarios catalogados como "expertos" sean los capacitados para anotar documentos.

De las dos opciones, a nuestro juicio, la más interesante y que probablemente proporcione mejores resultados es la segunda opción: la evaluación basada en usuarios expertos.



Se propone definir como experto al usuario que aporta un documento a un tema del área de conocimiento y dicho documento es aceptado por la comunidad de expertos. El mecanismo es recursivo: la aceptación por parte de la comunidad virtual de expertos es el mecanismo para añadir nuevos miembros a la comunidad.

### 4.2.3 Factores que influyen en la evaluación

Hay diversas interacciones de los usuarios con el conocimiento que pueden ser utilizadas para su evaluación. Entre ellas tenemos el uso del elemento de conocimiento (accesos), las opiniones en forma de votos y las opiniones en forma textual (anotaciones).

La utilización del número de accesos recibidos como forma de evaluar la aceptación de un elemento de conocimiento, tiene la ventaja de que no requiere del usuario un esfuerzo extra. Sin embargo, presenta la desventaja de que el número de accesos contabilizados sobre un elemento de conocimiento no siempre es el real: en ocasiones un elemento de conocimiento es accedido por motores de búsquedas y otros agentes automáticos.

La realización de votos o emisión de valoraciones como forma de expresarse y opinar sobre un elemento de conocimiento es un mecanismo común de evaluación. De hecho, este tipo de interacción es el que se da en la mayoría de las herramientas de gestión del conocimiento presentadas en el Capítulo 3.

Cada vez es más habitual tener un servicio de votaciones en los sitios Web donde se ofrecen recomendaciones de servicios o productos. Por ejemplo, la versión electrónica de El País, <http://www.elpais.es/lomas/index.html>, ofrece a los lectores la oportunidad de votar por las noticias que les parecen más interesantes. Estas votaciones son utilizadas para ofrecer una sección titulada "Lo más...", donde se pueden encontrar los artículos más votados por los lectores.

Otro tipo de interacción que se suele utilizar como medio para evaluar elementos de conocimiento es la anotación. La anotación consiste en aportar un comentario, crítica o sugerencia sobre lo que nos transmite un elemento de conocimiento.

En algunas revistas electrónicas, donde hacen uso de la revisión por pares para la publicación de los artículos, se da la oportunidad a los lectores de hacer una evaluación suplementaria mediante lo que es denominado "peer commentary" [Harnad, 1982] —que podría traducirse por revisión basada en comentarios o anotaciones—. Ejemplos de revistas electrónicas donde se ofrece este servicio son: *Psychology* (ISSN 1055-0143), que está patrocinada por *The American Psychological Association* (APA, <http://psycprints.ecs.soton.ac.uk/>); y *Behavioral and Brain Sciences* (BBSprints), que es publicado por Cambridge University Press (<http://www.bbsonline.org/>).

Otro factor que puede utilizarse en la evaluación, que no es una interacción sobre el elemento a evaluar, es la utilización de referencias entre elementos de conocimiento (normalmente documentos). El reconocimiento del trabajo de un autor está determinado por el número de citas que recibe [Camí, 2003]. En términos de la evaluación, lo anterior puede interpretarse de la siguiente manera: si un primer trabajo hace referencia (cita) a un segundo, entonces se está evaluando positivamente al segundo trabajo. Por lo tanto, la referencia de unos elementos de conocimiento a otros puede utilizarse como otra forma más para evaluar los elementos de conocimiento.

En este trabajo de tesis, proponemos emplear para la evaluación del conocimiento accesos, votos y anotaciones (detalle en Capítulo 5). Como trabajo futuro planteamos incorporar la información que se puede extraer de referencias.

La evaluación del conocimiento va a estar centrada en el proceso de cristalización del conocimiento. Dicho proceso calcula para cada elemento de conocimiento su grado de aceptación, el cual se calcula en función de los accesos, votos recibidos y tiempo que lleva en el área de conocimiento. En el caso de documentos, el grado de aceptación es función de los factores antes indicados y también de las anotaciones recibidas. Seguidamente el proceso determina cuáles son los elementos de conocimiento más aceptados, que son los que perduran en el área de conocimiento, mientras que los que no han obtenido suficiente aceptación son eliminados del mismo.

### **4.3 PROPUESTA DE REPRESENTACIÓN Y TRATAMIENTO DEL CONOCIMIENTO**

La estructura elegida para facilitar la organización del conocimiento colectivo de un grupo de usuarios es un árbol jerárquico de temas, a lo que se denomina árbol de conocimiento. Cada tema o nodo del árbol tiene dos tipos de elementos de conocimiento asociados: un conjunto de descripciones del tema correspondiente o documentos (unidades atómicas) y un conjunto de refinamientos del tema. Además, los documentos son susceptibles de recibir anotaciones, que son consideradas otro tipo de elemento de conocimiento (véase 4.3.1).

Cada uno de estos tipos de elementos de conocimiento está bajo un mecanismo de cristalización del conocimiento específico. Este mecanismo se encarga de determinar si un elemento de conocimiento es merecedor de ser considerado como representativo de la categoría a la que pertenece y por lo tanto cristaliza, si sigue en el área de conocimiento en espera de su posible cristalización o en el peor de los casos si es eliminado. Este mecanismo de cristalización se basa en el trabajo colaborativo de "comunidades virtuales de expertos" (véase 4.3.2.1).

El conocimiento colectivo evoluciona y con él la forma de trabajar de los miembros del grupo sobre éste. Por ello, se proponen tres modalidades de trabajo de los usuarios adaptadas a dicha evolución (véase 4.3.2.2).

#### **4.3.1 Estructura y elementos de conocimiento a considerar**

El árbol que representa el área de conocimiento de un grupo de usuarios está formado por un nodo o tema raíz, el cual se descompone jerárquicamente en temas o capítulos. Cada tema o nodo del árbol contiene a su vez un conjunto de refinamientos del tema.

Las descripciones asociadas a un tema son un conjunto de *documentos* o unidades atómicas de conocimiento alternativas entre sí, las cuales tienen por objetivo dar una descripción lo más acertada posible del tema sobre el que tratan. Es decir, son candidatas a describir el tema en cuestión. Un refinamiento, en cambio, es una lista de temas candidata a definir la descomposición de un tema concreto en sus subtemas principales, que son a su vez nodos pertenecientes al árbol de conocimiento.

Para cada uno de los dos conjuntos anteriores existirá siempre un elemento dominante (una descripción y un refinamiento), que representarán la versión más aceptada en un momento dado. Cualquier otra descripción o refinamiento presentes serán considerados como "candidatos" en pugna por obtener la dominancia a costa de los actuales. Los elementos que no obtienen suficiente éxito al cabo de un tiempo son eliminados de la lista de candidatos.

Como ya se anticipó en el apartado 4.1.3, los documentos aportados por los usuarios son documentos HTML que pueden estar en cualquier lugar Web, y cuya estructura interna es arbitraria. Ya entonces se definió lo que se entiende por unidad atómica de conocimiento y que su extensión no debe ser ni muy extensa ni muy pequeña.

En relación con el tamaño del documento, un estudio realizado sobre la relación entre el tamaño del documento y la calidad de éste, que se presenta en el apéndice C, sugiere que dar una extensión de entre 1000 y 2000 (3-4 páginas) palabras al documento es razonable. En dicho estudio se muestra que la mayoría de los documentos que tratan sobre un mismo tema y son evaluados positivamente tienen la extensión recomendada, mientras que los documentos de peor calidad tienen en su mayoría una extensión inferior o superior a la recomendada.

Considerar al documento como atómico, y por lo tanto indivisible, nos proporciona una serie de ventajas a la hora de su gestión. Sin embargo, hay ocasiones en las que puede ser interesante tener la opción de acceder a partes del documento o poder tratar a éste como la suma de partes más pequeñas. Un caso donde se manifiesta esta necesidad es el mecanismo de versionado. De hecho, entre las aproximaciones planteadas para el control de versiones de documentos (véase 2.3.2), se revela como la más eficiente la que divide cada documento en fragmentos, los cuales se relacionan de manera jerárquica para formar el documento total [Martínez *et al.*, 2002b].

A veces, será necesario facilitar el acceso a partes del documento sin perder las ventajas que proporciona su "atomicidad". Para ello se propone el empleo de las unidades de conocimiento que denominamos *anotaciones*. Las anotaciones, como su propio nombre indica, sirven para anotar un documento, es decir, su uso proporciona la oportunidad de opinar sobre algún fragmento de los átomos de conocimiento de forma explícita mediante comentarios, sugerencias, críticas, etc.

El empleo de estas unidades de conocimiento se puede traducir, a la larga, en una mejora del documento al cual anotan, ya que además de proporcionarles conocimiento añadido, estimulan y ayudan a su autor a la hora de generar una nueva versión del documento.

Como ya ha sido comentado con anterioridad, es el autor del documento el encargado de modificarlo, teniendo en cuenta o no las anotaciones que hubiera recibido, produciéndose la sustitución del documento completo.

A modo de ejemplo de todo lo comentado, en la Figura 4.1 se muestran el árbol de conocimiento de un área de conocimiento y los documentos que describen uno de sus temas. Ambos tipos de conocimiento son mostrados a través de una pantalla ejemplo del sistema KnowCat (sistema que será explicado en el Capítulo 6).

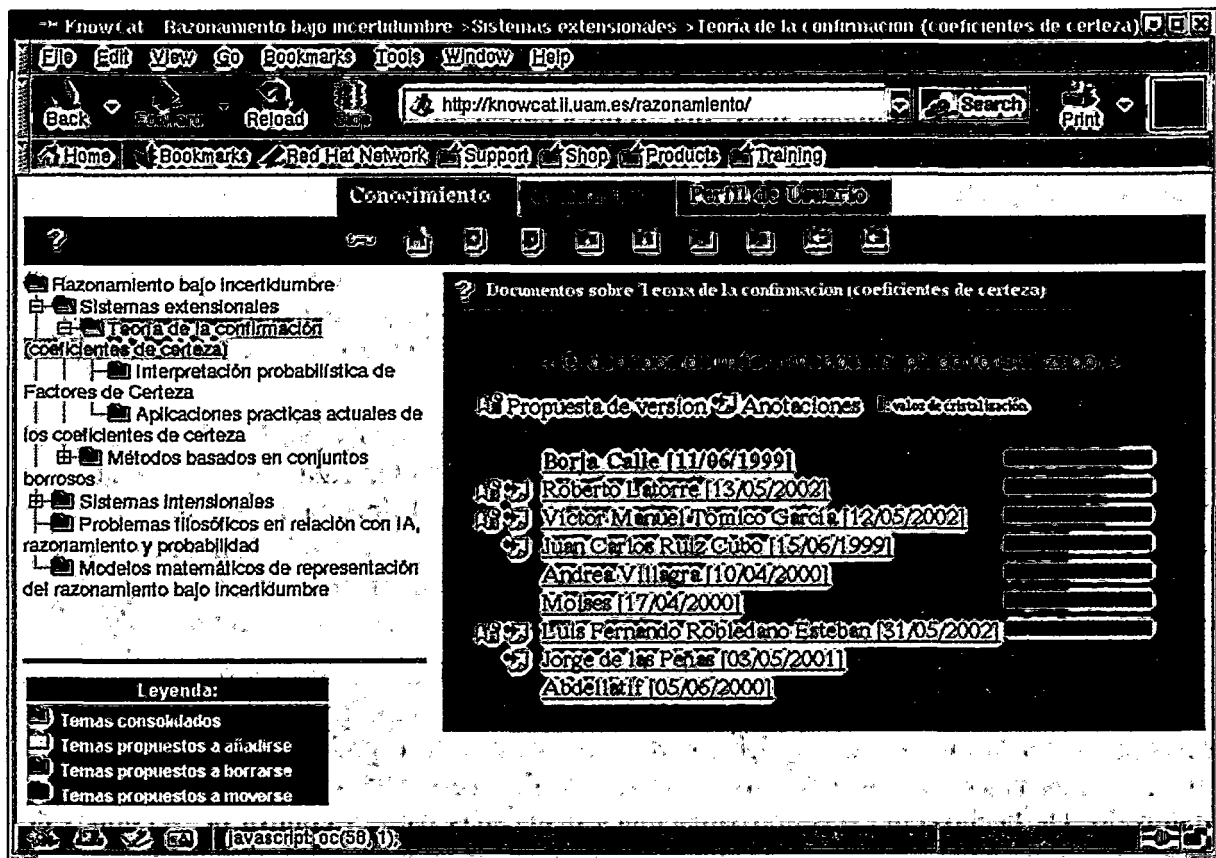


Figura 4.1 Estructura jerárquica del árbol de conocimiento (izquierda) y unidades atómicas de conocimiento o documentos (derecha).

En el ejemplo de la Figura 4.1 se muestra en el lado izquierdo el árbol de conocimiento, con tres niveles de profundidad, que trata sobre el área "Razonamiento bajo Incertidumbre". Al seleccionar uno de los temas de la estructura, en este caso el tema "Teoría de la confirmación (coeficientes de certeza)", aparecen en la parte derecha los documentos que compiten por ser la mejor descripción del tema seleccionado.

Los documentos, normalmente, son páginas Web que pueden estar albergadas en cualquier servidor Web en Internet (bastaría con seleccionar uno de ellos para ver su contenido). Dichos documentos se identifican con el nombre de su autor, la fecha en la que fueron añadidos al sistema y su título (si lo puso el autor). Están ordenados por su grado de aceptación.

Asociado a cada documento se indica mediante determinados iconos si ha recibido anotaciones y/o alguna propuesta de nueva versión. Las anotaciones (textos) y la propuesta de nueva versión (también una página Web) de un documento concreto son accesibles cuando se accede al contenido de dicho documento.

### 4.3.2 Evolución del conocimiento

Como ya se anticipó en el apartado 4.1.1, el conocimiento es algo vivo. Incluso aunque ciertos tipos de conocimiento se cataloguen como estables en el tiempo, no quiere decir que no evolucionen, al contrario, evolucionan aunque seguramente de manera distinta de la de otros conocimientos más fluidos.

El conocimiento de nuestro interés es conocimiento explícito y estable en el tiempo, el cual también está en evolución gracias a las interacciones de los usuarios sobre éste. Son dichas interacciones los factores que intervienen en lo que denominamos proceso de cristalización del conocimiento, mediante el que se tiene en todo momento constancia de cuál es el conocimiento más relevante.

El conocimiento colectivo se encuentra repartido entre los diferentes elementos de conocimiento comentados en el apartado anterior (véase 4.3.1). Todos ellos están bajo el proceso de cristalización de conocimiento, el detalle de cómo es dicho proceso aplicado a cada tipo de conocimiento se encuentra en el Capítulo 5. A continuación se da una perspectiva general aplicada a los átomos de conocimiento (documentos).

El proceso de cristalización del conocimiento en forma de documentos depende, a grandes rasgos, del uso de éste (si tiene o no consultas), de las opiniones que recibe por parte de los usuarios (en forma de votos recogidos a través de un sistema de votaciones y en forma de anotaciones) y de la forma (evolución) en la que recibe estas opiniones.

Cuando un documento es aportado al área de conocimiento parte con un grado bajo de aceptación. Según los parámetros anteriormente mencionados su grado de aceptación irá evolucionando; bien de forma positiva convirtiéndose en un documento cristalizado, con lo que seguirá permaneciendo en el área de conocimiento; o bien de forma negativa, lo que provocará su desaparición.

En relación con la influencia de las opiniones de los usuarios en el proceso de cristalización de los elementos de conocimiento, nuestra propuesta es que no debería contar igual la opinión de un usuario experto (un usuario que ha aportado conocimiento que ha cristalizado) que la de un usuario ocasional (que se limita a observar el conocimiento de los demás).

Teniendo en cuenta la reflexión anterior y haciendo referencia a la propuesta de autores como Collins [Collins *et.al.*, 2001] que defienden que aprender de un tema es sinónimo de ser miembro de la comunidad de expertos en dicho tema; se propone que el proceso de cristalización de conocimiento esté basado en el trabajo colaborativo de "comunidades virtuales de expertos" (véase 4.3.2.1).

Con comunidad virtual de expertos se hace referencia a un grupo de usuarios que son considerados expertos en uno o más temas relacionados. ¿Cómo se acreditan los expertos? Cuando un documento cristaliza (es decir, tiene suficiente aceptación) a su autor se le atribuye la categoría de experto en el entorno (comunidad virtual) donde está dicho documento y además recibe un cierto número de votos que podrá emplear para apoyar a otros documentos que estén ubicados en la comunidad virtual en la que se encuentra su documento cristalizado.

Sin embargo, cuando un grupo de usuarios empieza a formar su área de conocimiento probablemente no haya suficiente masa crítica en forma de conocimiento y opiniones sobre éste para que el proceso de cristalización pueda ser llevado a cabo en términos de comunidades virtuales de expertos. Por ello, se plantea proporcionar mecanismos distintos de trabajo en distintas fases (véase 4.3.2.2).

#### **4.3.2.1 Comunidades virtuales de expertos**

Como ya se ha comentado, definimos como usuario experto a aquel que ha aportado conocimiento y ha cristalizado, es decir, el conocimiento que ha aportado ha sido reconocido por el resto de la comunidad. Esta interpretación es similar a la que se le da al concepto de experto en el entorno académico, donde se considera experto a alguien que ha "publicado" sobre un tema y sus publicaciones han obtenido aceptación por parte de la comunidad académica, es decir, sus publicaciones "han cristalizado".

Este tipo de usuarios es de gran importancia en la tarea de gestionar el conocimiento de un grupo. Prueba de ello es que algunas de las herramientas para la gestión del conocimiento explicadas en el Capítulo 3 se caracterizan por identificar a ciertos usuarios como expertos; incluso algunas de estas herramientas los "catalogan" como parte del conocimiento de la empresa (véase 3.2.2).

El proceso de cristalización de conocimiento está basado en el trabajo colaborativo de comunidades virtuales de expertos. El concepto de comunidad virtual ya fue analizado en el Capítulo 2 (véase 2.2), y como también se expuso en dicho capítulo uno de los objetivos de estas formaciones grupales es el de llegar a acuerdos y promover la generación de conocimiento colectivo. De hecho, el principal objetivo de las comunidades virtuales de expertos en la actual propuesta es la generación de conocimiento colectivo de calidad.

Se encuentran distintas posibilidades a la hora de formar las comunidades virtuales de un grupo de usuarios, atendiendo tanto a las características del grupo como al tipo de actividad que desarrollan los miembros del mismo.

Se propone que la comunidad virtual se forme en torno a "apartados" del área de conocimiento sobre el cual trabajan todos los miembros del grupo. Más concretamente, una comunidad virtual de expertos se forma por aquellos usuarios considerados expertos en uno o varios temas próximos del árbol de conocimiento.

La propuesta es que para cada nodo o tema del árbol de conocimiento, su comunidad de expertos esté compuesta por los autores de documentos que han cristalizado en ese tema, en el tema del que descienden (el tema antecesor), en los temas que tiene como descendientes (sus temas sucesores o subtemas directos) y en los temas que están a la misma altura que el primero (temas en el mismo nivel de profundidad).

Corroborando esta elección, en un experimento realizado sobre qué partes del árbol son de interés para los usuarios (véase 7.2.3), se ha detectado que a los participantes activos en un tema, efectivamente les suelen interesar los temas que están en el mismo nivel (lo que podríamos decir que son temas "hermanos"), y en algunos casos también les interesa participar o en el tema predecesor o en alguno de los sucesores del de su interés.

Sin embargo, el alcance de la comunidad podría variar en función del número de usuarios y expertos que trabajen de forma habitual en un área de conocimiento, reduciendo o ampliando el número de nodos y niveles afectados a la hora de la construcción de la comunidad de expertos.

El proceso de cristalización de conocimiento se basa en estas comunidades virtuales. Cuando la aportación en forma de documento de un miembro de la comunidad cristaliza, éste recibe un cierto número de votos que podrá emplear en apoyar a otras aportaciones que estén ubicadas en la comunidad virtual donde se encuentra su documento cristalizado. Este mecanismo se inspira en la práctica habitual de la revisión por pares (véase 4.2.1).

Para la cristalización de la estructura y para la decisión de aceptar una nueva versión de un documento también se emplean mecanismos basados en la comunidad virtual de expertos.

#### ***4.3.2.2 Fases por las que pasa el área de conocimiento***

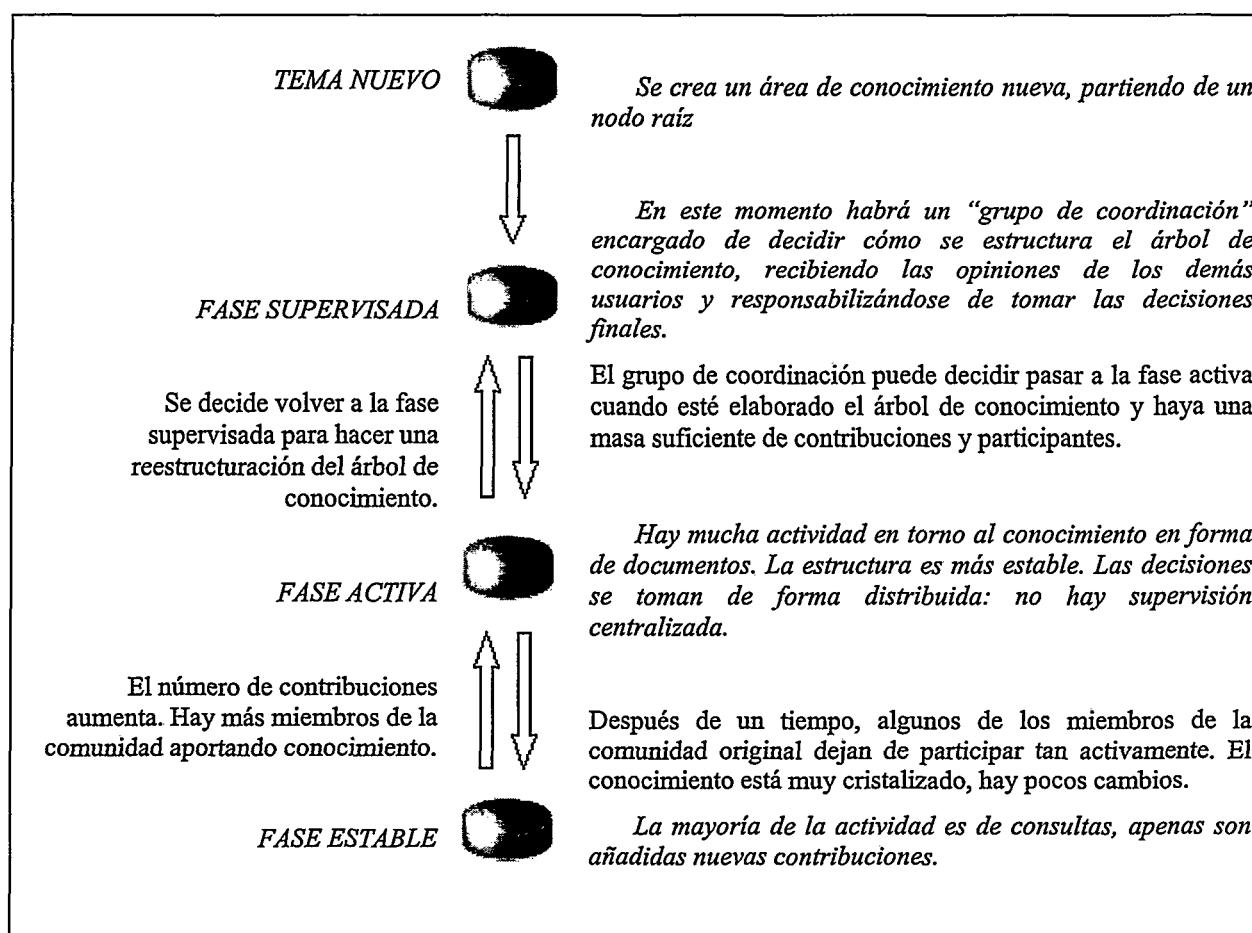
El trabajo en un grupo de usuarios no tiene siempre el mismo ritmo. Hay un problema habitual en las aplicaciones de gestión del conocimiento colaborativo para conseguir una masa crítica de participaciones que permita el adecuado funcionamiento de la comunidad. En nuestra propuesta, cuando se comienza una nueva área de conocimiento se nos presenta la situación de no tener suficientes usuarios para participar, con lo cual los mecanismos antes expuestos sobre cristalización de conocimiento basados en comunidades virtuales son difíciles de aplicar. Si no hay suficiente masa crítica ni en forma de documentos ni en forma de opiniones a estos, será difícil que cristalicen documentos y por lo tanto que se creen expertos que formen entonces comunidades virtuales.

En el extremo opuesto, hay otra situación susceptible de ocurrir en el contexto de nuestra propuesta. El conocimiento que es aportado por los usuarios va evolucionando de manera que con el tiempo perdura el conocimiento bueno y de calidad; el que no tenga la misma calidad tiende a desaparecer. Se puede llegar a un momento en el que sea difícil aportar nuevo conocimiento mejor al que hay. En este caso, probablemente la mayoría de las participaciones serían sobre todo de consultas, y de nuevo el mecanismo propuesto de evolución del conocimiento deja de tener sentido.

Para afrontar esta diversidad de situaciones se propone introducir fases o etapas en el proceso de maduración por el que pasa el área de conocimiento. Se plantean tres formas distintas de trabajar, estructuradas en las siguientes fases:

- Fase inicial o fase supervisada: contempla la problemática que se presenta cuando se inicia un área de conocimiento, que hace que sea necesaria la figura de un "grupo coordinador" encargado de tomar ciertas decisiones, las cuales en la siguiente fase se tomarán de manera distribuida.
- Fase activa: contempla el caso ideal de trabajo basado en el trabajo de comunidades virtuales de expertos.
- Fase estable: contempla el caso extremo que se presenta cuando el conocimiento aportado en un área de conocimiento está muy consolidado (el conocimiento cristalizado es difícil de mejorar) y por tanto la actividad pasa a ser esencialmente de consulta de dicho conocimiento.

En la Figura 4.2 se muestran las tres fases comentadas, y el detalle del tipo de actividad que se suele dar en cada fase por parte de los usuarios.



**Figura 4.2** Fases del proceso de cristalización del conocimiento.

Inicialmente, cuando un nodo principal o raíz del árbol de conocimiento es creado, no hay suficientes "expertos" para formar una comunidad virtual, por lo que es necesario la figura de un "grupo de coordinación". En esta fase se trabajará en modo supervisado: el grupo de coordinación se encarga de tomar decisiones que en la siguiente fase se tomarán de forma distribuida.

El grupo de coordinación se forma en el momento de crear el área de conocimiento. Podrán ser añadidos nuevos miembros al grupo por consenso de los actuales. Una de las principales tareas de este grupo es la elaboración de la estructura de conocimiento inicial, haciendo propuestas y opinando sobre ellas a través de un sistema de votaciones.

En esta fase podrán añadir documentos tanto los miembros del grupo de coordinación como los demás participantes, los llamados usuarios colaboradores. Sin embargo, en principio sólo los miembros del grupo de coordinación tendrán la capacidad de opinar sobre los documentos a través de votaciones, siendo estos usuarios los que pueden influir en la cristalización de documentos en esta fase. En esta fase, por tanto, el grupo de coordinación ejerce tareas de "consejo editorial".

El grupo de coordinación puede decidir avanzar al modo "Activo", causando su disolución y activando el mecanismo de cristalización del conocimiento mediante comunidades virtuales, que se esbozó en el apartado anterior (véase 4.3.2.1) y que se detalla en el capítulo siguiente.

Finalmente, la comunidad activa puede pasar a la fase "Estable" cuando apenas hay cambios en la estructura de conocimiento, pocos documentos son publicados en el área de



conocimiento y la mayoría de la actividad que hay en el nodo es de consultas. Se entiende que el conocimiento existente está muy cristalizado cuando apenas hay cambios en contenidos y estructura. Sin embargo, si la actividad vuelve a aumentar se vuelve a la fase anterior.

La aportación de anotaciones a documentos y opiniones sobre éstas pueden realizarse en cualquiera de estas fases. Estas operaciones pueden ser realizadas por todos los usuarios del área de conocimiento sin ningún tipo de limitación o restricción.

A lo largo de las experiencias realizadas, se ha trabajado con comunidades en fase supervisada y en fase activa (véase 7.2). Sin embargo, no se ha conseguido, hasta la fecha, llegar a la fase estable en ninguno de los experimentos. Por ello esta tesis se centra en las dos primeras fases, quedando la tercera como trabajo futuro.



## CAPÍTULO 5

### CRISTALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La idea central de esta tesis es proponer un mecanismo de cristalización del conocimiento. El principal objetivo de dicho mecanismo es extraer de un área de conocimiento aquél que es útil y de calidad, de forma distribuida y no supervisada. Como ya se adelantó en el capítulo 4, la cristalización del conocimiento se basa en el trabajo colaborativo de comunidades virtuales de expertos.

El concepto de cristalización no coincide exactamente con el concepto de "más votado". Se pretende más bien tener en cuenta la evolución temporal del grado de aceptación del documento para la comunidad. La aceptación de un elemento de conocimiento, como su propio nombre indica, hace referencia a cómo de apreciado es por la comunidad de usuarios.

La aceptación de un elemento de conocimiento se calcula en función de las interacciones que recibe de los usuarios participantes en el área de conocimiento. Como se vio en el capítulo anterior existen distintos tipos de usuarios, y cada tipo puede realizar unas u otras interacciones sobre el conocimiento.

El grado de aceptación y su evolución son utilizados por el mecanismo de cristalización de los elementos de conocimiento, el cuál determina qué elementos son representativos de la categoría a la que pertenecen y por lo tanto cristalizan, en caso contrario determina qué elementos siguen en espera de su posible cristalización, o en el peor de los casos determina qué elementos son eliminados.

Se han propuesto tres tipos de unidades de conocimiento: documentos, estructura y anotaciones. Cada una de ellas presenta unas características específicas y se presta a unos tipos u otros de interacciones. A continuación se propone el mecanismo de cristalización de cada una de estas unidades de conocimiento.

Se empieza por la unidad atómica, el documento (véase 5.1). Su mecanismo de cristalización es el más complejo de los que se presentan, debido principalmente a que se desea medir su trayectoria de aceptación con el menor número de parámetros posibles.

Además también hay que tener en cuenta que, por un lado, el mecanismo de cristalización de los documentos está influido por las anotaciones (otra de las unidades de conocimiento), y por otro lado, se construyen las comunidades virtuales de expertos entorno a los temas de la estructura de conocimiento, como resultado de la cristalización de documentos.

En el siguiente apartado (véase 5.2), se presenta un mecanismo para la evolución de los documentos en base a anotaciones y versiones. En este apartado se describe el mecanismo propuesto para la consolidación de versiones, y también se expone cómo se determina cuándo una anotación continúa o cuándo es eliminada.

Para finalizar, en el apartado 5.3, se expone cómo es el proceso de crear de forma colaborativa una estructura que defina el área de conocimiento en la fase supervisada. Seguidamente se presenta el mecanismo de cristalización de la estructura cuando se cambia a la fase activa. Por último, se presenta una propuesta para el mecanismo de evolución de la estructura durante la fase activa.

## 5.1 CRISTALIZACIÓN DE DOCUMENTOS

El primer elemento de conocimiento que se va a estudiar es el documento. Los documentos, como ya se describió en el capítulo anterior (véase 4.2.2), están contenidos en nodos. Cada nodo representa un tema y los documentos en él contenidos están en competición por ser su mejor descripción.

Un documento aportado a un nodo puede evolucionar de las tres maneras siguientes: si durante un tiempo alcanza un nivel de aceptación destacable entonces el documento cristaliza, es decir, es un documento elegido como uno de los que mejor describen el tema al que pertenece; si tiene una aceptación baja durante un cierto tiempo entonces el documento es eliminado; en cualquier otro caso el documento sigue en el área de conocimiento en espera de o bien recibir más aceptación y cristalizar, o bien en un futuro ser eliminado.

Se propone el siguiente esquema de cristalización con tal fin: cuando un documento es añadido a un nodo empieza su proceso de cristalización. A partir de entonces puede recibir opiniones positivas o negativas de manera explícita o implícita. Dichas opiniones se sintetizan en una medida que denominamos "grado de aceptación". El grado de aceptación de un documento pretende encapsular la opinión general de la comunidad acerca de su relevancia en un momento dado.

Como ya se ha comentado, las opiniones que recibe un documento pueden ser explícitas o implícitas. Se proponen en consonancia dos medidas: "el grado de aceptación explícita" y el "grado de aceptación implícita". El grado de aceptación, como se explica más adelante, se calcula en función de estos dos (véase 5.1.3).

El grado de aceptación implícita se calcula en base a las opiniones implícitas de los usuarios a través de sus consultas o accesos, es decir, la inspección de lo que es visitado por parte de los usuarios contribuye a la aceptación implícita de los documentos (véase 5.1.1).

El grado de aceptación explícita representa la valoración puntual de un documento teniendo en cuenta las opiniones en forma de los votos y las anotaciones que recibe (véase 5.1.2.3). Los votos son opiniones cuantitativas, que pueden tener o no rango, y su valor es siempre positivo. La acción de votar a un documento se realiza de forma individual: cuando un usuario valora positivamente un documento le apoya con su voto; no es necesario un proceso de discusión entre los usuarios ni una puesta en común (véase 5.1.2.1).

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior, no todos los usuarios pueden votar a documentos, sólo los usuarios expertos en la fase activa y los componentes del grupo de coordinación en la fase supervisada son los que pueden contribuir con este tipo de opiniones.

Las anotaciones son opiniones cualitativas. Es más difícil obtener medidas a partir de éstas, pero en cambio para un usuario son muy adecuadas para obtener información sobre la calidad de un documento. La anotación puede además dar indicaciones sobre aspectos que podrían ser mejorados en el documento. Hay distintos tipos de anotaciones (se verán más adelante), las hay que sirven para expresar conformidad y apoyo hacia el documento y las hay que sirven para expresar disconformidad con lo que el documento comenta (véase 5.1.2.2).

### 5.1.1 Grado de aceptación implícita de los documentos

En primer lugar, se propone cómo obtener el valor de la aceptación implícita, lo que vamos a denotar como  $gradoAceptaciónI(doc_d, t_i)$ . Para este cálculo las interacciones a tener en cuenta son las consultas o accesos a los documentos.

La primera idea para calcular el grado de aceptación implícita de un documento  $doc_d$  es utilizar el número de accesos que ha recibido dicho documento en comparación con el número de accesos totales que han recibido todos los documentos de su mismo tema. Efectivamente, el porcentaje de accesos que recibe cada documento relativo a los demás de su mismo tema es una medida objetiva del interés que despierta el documento.

$$pAccesos(doc_d, t_i) = \frac{nAccesos(doc_d, [t_0 - t_i])}{\sum_j nAccesos(doc_j, [t_0 - t_i])} \quad (5.1)$$

donde:

$pAccesos(doc_d, t_i)$  es el porcentaje de votos que ha recibido un documento desde que se aportó hasta el momento actual  $t_i$  (en relación con los documentos de su mismo tema).

$nAccesos(doc_d, [t_0 - t_i])$  es el número de accesos que ha recibido el documento  $doc_d$ , desde que se inició el área de conocimiento  $t_0$ , hasta el instante actual del cálculo  $t_i$ .

$doc_j$  representa cada uno de los documentos que están en el mismo tema donde está  $doc_d$ , y el sumatorio en  $j$  recorre todos los documentos de dicho tema.

Esta medida ya permite discriminar entre documentos de un mismo tema. Sin embargo, su valor absoluto no es completamente significativo. Por ejemplo, el mejor documento en un área con diez documentos posiblemente tiene un valor cercano al 20%, mientras que el mejor documento de un área con tres documentos puede rebasar fácilmente el 50%.

Para conseguir una medida con un significado libre de contexto es necesario normalizar respecto al porcentaje máximo en cada tema. En efecto, esta medida toma el valor de la unidad para el documento con mayor número de accesos en cada tema, y para los demás expresa cómo compara con el primero de su categoría.

Por lo tanto se propone la siguiente fórmula:

$$pAccesosNormal(doc_d, t_i) = \frac{pAccesos(doc_d, t_i)}{\max(pAccesos(doc_j, t_i))} \quad (5.2)$$

donde  $\max(pVotos(doc_j, t_i))$  es el porcentaje de accesos mayor de entre los documentos,  $doc_j$ , que están en el mismo tema que el documento  $doc_d$  en el instante actual  $t_i$ .

Es importante destacar que no siempre todos los accesos que recibe un documento representan un genuino interés por el mismo. El acceso en muchas ocasiones puede obedecer a una estrategia de navegación del usuario, puede ser espúreo, o puede ser realizado por un agente automático, como por ejemplo un motor de búsquedas. En esos casos los accesos no representan un apoyo real al interés del tema. Es por este motivo que el peso del grado de aceptación explícita será mayor que el que se dé al grado de aceptación implícita.

Finalmente, la fórmula para el cálculo del grado de aceptación implícita de un documento  $doc_d$  en el instante actual  $t_i$  es:

$$gradoAceptaciónI(doc_d, t_i) = pAccesosNormal(doc_d, t_i) \quad (5.3)$$

## 5.1.2 Grado de aceptación explícita de los documentos

Así como el grado de aceptación implícita pretende medir el interés de un documento en términos de su frecuencia de consulta, el grado de aceptación explícita incorpora las opiniones emitidas explícitamente por los usuarios, en forma de votos y anotaciones. Vamos a tratar primero por separado la aportación en forma de votos, y luego el impacto de las anotaciones.

### 5.1.2.1 El grado de aceptación explícita de un documento a partir de los votos

Centrándonos en primer lugar en los votos, una primera idea podría ser definir grado de aceptación explícita<sup>1</sup> como el número de votos recibidos por un documento a lo largo de su historia.

Parece bastante evidente que un documento que ha recibido muchos votos de apoyo tiene una mayor aceptación en la comunidad que un documento que ha recibido pocos votos. El número absoluto de votos recibido, sin embargo, no es significativo fuera de contexto: en las comunidades muy activas los documentos tenderán a tener más votos, mientras en las comunidades menos activas tenderán a tener menos votos. De igual manera, si en un tema hay muchos documentos, los votos tenderán a distribuirse entre ellos, mientras que si hay pocos documentos tenderán a concentrarse.

Por tanto, lo que nos importa no es el número absoluto de votos, sino el número de votos relativo a todos los recibidos en un nodo. Definimos este número como el "porcentaje de votos" recibido.

$pVotos(doc_d, t_i)$  es el porcentaje de votos que ha recibido un documento desde que se aportó hasta el momento actual  $t_i$ :

$$pVotos(doc_d, t_i) = \frac{nVotos(doc_d, [t_0 - t_i])}{\sum_j nVotos(doc_j, [t_0 - t_i])} \quad (5.4)$$

donde:

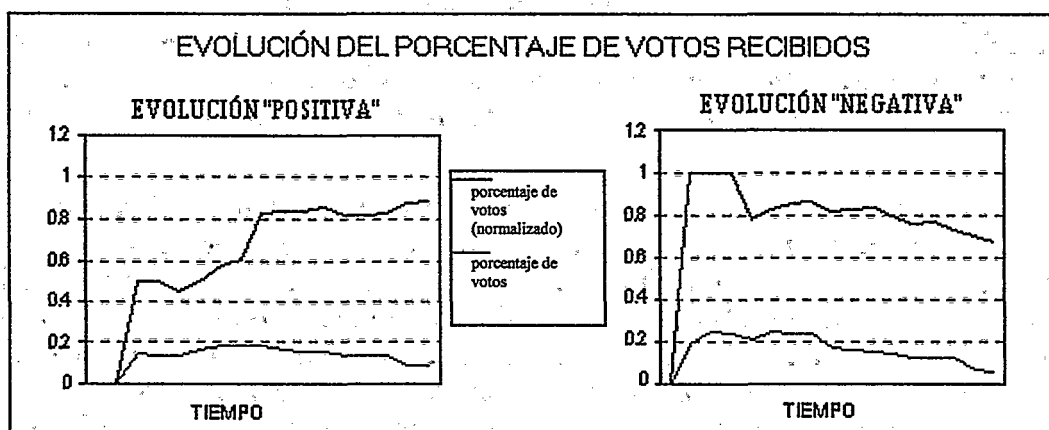
$nVotos(doc_d, [t_0 - t_i])$  es el número de votos que ha recibido el documento  $doc_d$ , desde que se inició el área de conocimiento  $t_0$ , hasta el instante actual del cálculo  $t_i$ .

$doc_j$  representa cada uno de los documentos que están en el mismo tema donde está  $doc_d$ .

<sup>1</sup> Durante todo este apartado, cuando se hace referencia al cálculo del grado de aceptación explícita de un documento, nos referimos, por simplicidad, a la aportación proveniente de las opiniones que recibe en forma de votos.

Sin embargo, el "porcentaje de votos" sigue presentando algunos problemas. En primer lugar, los nodos se encuentran en una situación excepcional al principio, cuando empiezan a recibir documentos. En este momento inicial es probable que haya pocos documentos y pocos votos, y la medida del porcentaje de votos recibidos sea poco significativa y sufra fuertes fluctuaciones. Para evitar este problema, esta medida no se calcula hasta que hay un mínimo de documentos y votos por nodo para que el mecanismo de cristalización que se explica a continuación funcione adecuadamente. Tras las experiencias realizadas se puede decir que es aplicable el mecanismo de cristalización sobre los nodos que tienen al menos tres documentos que hayan recibido al menos dos votos cada uno.

En segundo lugar, si se representa esta medida a lo largo de la vida de un documento, nos podemos encontrar alguna de las curvas que se muestran en la siguiente figura. Los datos representados en estas curvas han sido extraídos de la experiencia del área de conocimiento sobre "Matemáticas para educación Infantil", (véase 7.2).



**Figura 5.1** Representación del porcentaje de votos y del porcentaje de votos normalizado recibido por dos documentos con distintas tendencias o evoluciones.

Como se puede apreciar en las gráficas de la Figura 5.1, la medida del porcentaje de votos (línea que está más abajo en ambas gráficas) tiende a descender en ambos casos. Esto se debe a que a lo largo del tiempo se van aportando más documentos y los votos son utilizados para valorar tanto los documentos que ya estaban como los nuevos que van llegando. Cuantos más documentos hay en un tema existe mayor probabilidad de que los votos estén más distribuidos.

Esto causa que, si se utiliza la medida del porcentaje de votos recibidos para analizar la tendencia de un documento, nos vamos a encontrar con que la línea de la evolución es siempre descendente, y por lo tanto no vamos a poder discernir entre los documentos mas aceptados y los menos aceptados.

Para evitar este problema, proponemos comparar la evolución del porcentaje de aceptación de cada documento con la evolución del más aceptado. Esta medida descuenta el efecto de la distribución de votos en el tiempo y expresa de manera más normalizada el concepto de "aceptación".

Definimos por tanto el porcentaje de votos normalizado de un documento como el cociente entre su porcentaje de votos y el porcentaje de votos del documento más votado en ese momento:

$$pVotosNormal(doc_d, t_i) = \frac{pVotos(doc_d, t_i)}{\max(pVotos(doc_j, t_i))} \quad (5.5)$$

donde  $\max(pVotos(doc_j, t_i))$  es el porcentaje de votos máximo de entre los documentos,  $doc_j$ , que están en el mismo tema que el documento  $doc_d$  en el instante actual  $t_i$ .

En la Figura 5.1 se puede apreciar cómo esta media (línea superior de la gráfica) permite discernir entre el primer documento, que presenta una evolución positiva, y el segundo documento, que presenta una evolución negativa. Además, al estar normalizada al rango [0.1], también es más fácil y significativa la comparación entre documentos pertenecientes a distintos temas.

La medida  $pVotosNormal$  ofrece información importante sobre el documento de dos maneras: mediante su valor instantáneo y mediante su evolución. El valor instantáneo puede interpretarse directamente como un escalafón de aceptación: el documento más aceptado tiene de valor la unidad, y los demás documentos presentan fracciones de la unidad en relación a éste.

La evolución de  $pVotosNormal$  ofrece por su parte una información muy importante a la hora de clasificar la relevancia de los documentos. Efectivamente, un cierto número final de votos puede haber sido conseguido de diferentes maneras, y esto tiene que ser considerado a la hora de evaluar la relevancia del documento. Un documento que consigue todos los votos al principio de su historia y luego se estanca puede pensarse que contiene conocimiento que fue relevante en su momento, pero que actualmente es obsoleto, mientras que un documento que recibe su apoyo de manera uniforme a lo largo del tiempo muestra de forma más clara y sostenida su relevancia.

Ilustremos esta situación con un ejemplo: tengamos dos documentos entre los que describen un mismo tema. El documento A recibe votos poco a poco mientras que el documento B recibe inicialmente muchos votos y luego tiende a recibir cada vez menos votos, según se muestra en las siguientes figuras.

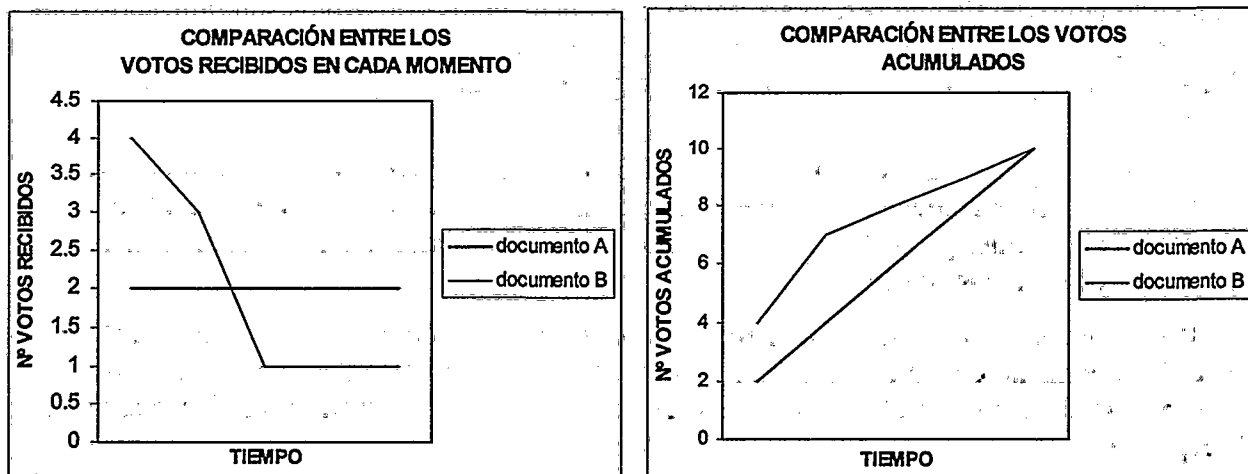


Figura 5.2 Representación gráfica del número de votos recibidos y número de votos acumulados por el documento A y el documento B.



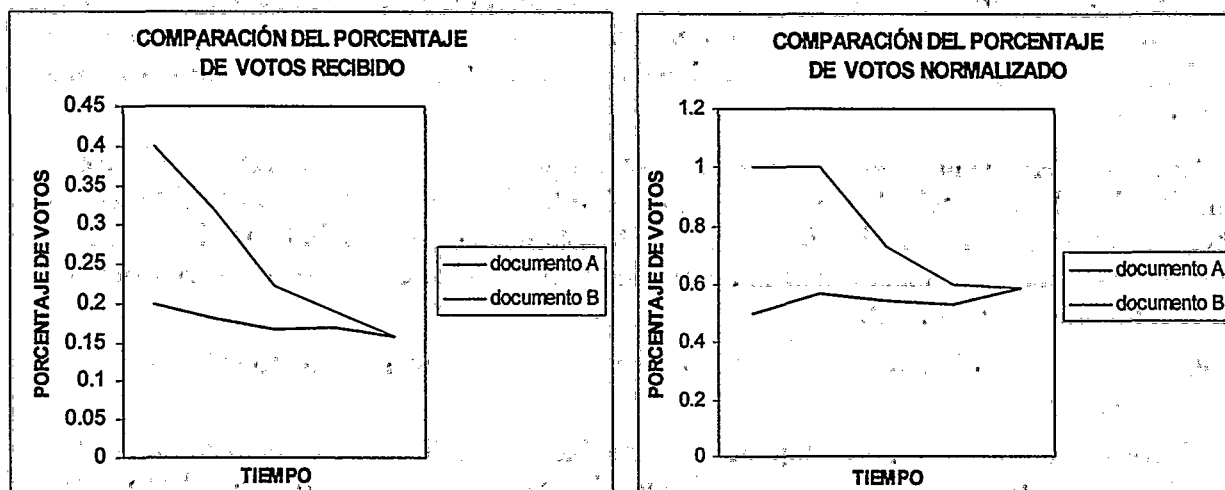


Figura 5.3 Representación de la evolución del porcentaje de votos,  $pVotos$ , y del porcentaje de votos normalizado,  $pVotosNormal$ , del documento A y del documento B.

En el instante final del periodo evaluado, si comparamos el número de votos, el porcentaje de votos o el porcentaje de votos normalizado que ha recibido cada uno de ellos resulta que tienen valores coincidentes. Sin embargo, parece claro que ambos documentos no deberían ser considerados de igual relevancia. Mientras el primero, desde el principio, recibe un apoyo constante y uniforme, el segundo recibió la mayor parte de sus votos al principio. Esto se aprecia claramente en la evolución de la medida  $pVotosNormal$  (curva de la derecha, Figura 5.3), que es ascendente para el primer documento y descendente para el segundo.

Por tanto, para medir la aceptación proponemos considerar tanto el valor puntual de la variable  $pVotosNormal$ , como su evolución. Para un estudio exhaustivo de esta evolución podría pensarse en analizar todos los valores del porcentaje de votos normalizado a lo largo de la vida del documento. Sin embargo, dada la enorme cantidad de datos que ello implicaría, no es una solución operativa. Se propone en cambio estudiar un subconjunto de estos datos que nos permita distinguir entre los tipos de evolución en los que estamos interesados.

En primer lugar, está claro que es interesante considerar si en este momento el grado de aceptación tiene una tendencia positiva o negativa. Para tener esto en cuenta se propone hacer uso de la "tendencia reciente" del porcentaje de votos (normalizado). Para este cálculo se propone utilizar regresión lineal sobre los últimos porcentajes de votos (normalizado) calculados en los últimos instantes y ver si la recta resultante tiene pendiente positiva, lo que nos indicará una evolución positiva, o si dicha recta tiene pendiente negativa, lo que nos indicará una evolución negativa.

Hay que decidir cuántos valores emplear para calcular la tendencia reciente. Por un lado, hay que evitar el ruido que nos puede producir el elegir pocos valores. Por otro lado, queremos analizar el comportamiento reciente, así que tampoco podemos escoger un número muy grande de valores. Se propone emplear, bien los valores que se han sucedido en el último 10% del tiempo de la vida del documento, bien un máximo de 30 valores (si, por ejemplo, cada cálculo del porcentaje de votos recibido normalizado se realiza diariamente, entonces se trabaja con lo ocurrido en el último mes). Se escoge el mínimo entre estas dos cantidades.

La tendencia reciente nos mide la situación actual de la evolución del grado de aceptación. Sin embargo, hay otras características de dicha evolución que deberían ser consideradas.

Por lo general las comunidades presentan dinámicas periódicas. La actividad de una comunidad no siempre es algo lineal, sino que hay momentos de mayor y menor actividad que

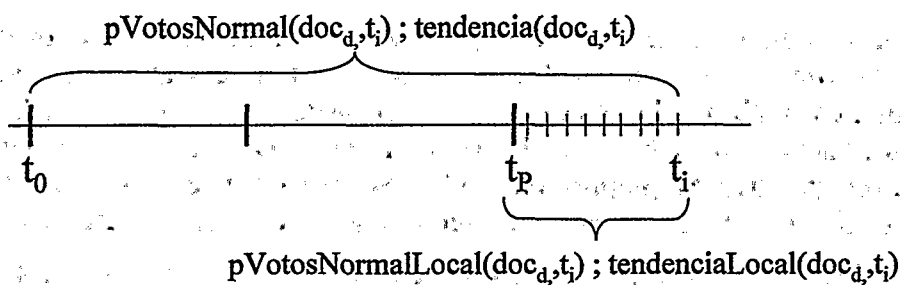
generan comportamientos cíclicos o repetitivos. Por ejemplo en las experiencias realizadas con grupos de estudiantes (véase 7.2) se detectan, como era de esperar, varios periodos de actividad, coincidiendo con los inicios y finales de los cuatrimestres lectivos de los cursos académicos.

Para tener en cuenta esta periodicidad, se propone calcular el porcentaje de votos normalizado y la tendencia de evolución tanto sobre la historia global del documento, como sobre los votos recibidos en el último periodo. De esta manera se estarán teniendo en cuenta tanto aspectos más relacionados con la estabilidad a largo plazo como aspectos relacionados con el comportamiento reciente.

Por lo tanto, en un instante determinado  $t_i$  se calculan los siguientes cuatro valores para un documento  $doc_d$ :

- $pVotosNormal(doc_d, t_i)$ : porcentaje de votos recibido normalizado, contando con todos los votos que se recibieron desde que se inició el área de conocimiento hasta el momento actual.
- $tendencia(doc_d, t_i)$ : tendencia reciente del  $pVotosNormal(doc_d, t_i)$ .
- $pVotosNormalLocal(doc_d, t_i)$ : porcentaje de votos recibido normalizado, contando con los votos que se recibieron desde que se inició el último periodo de actividad de la comunidad en el área de conocimiento hasta el momento actual.
- $tendenciaLocal(doc_d, t_i)$ : tendencia reciente del  $pVotosNormalLocal(doc_d, t_i)$ .

En la siguiente Figura se muestran los espacios temporales utilizados para la toma de votos en el cálculo de los valores anteriores.



**Figura 5.4** Espacios temporales utilizados en los cálculos de porcentajes de votos recibido y tendencias de éstos.

En la Figura 5.4, la línea temporal de la actividad de la comunidad está dividida en tres periodos, el momento actual  $t_i$  está en el tercero de éstos. El área de conocimiento empieza en el instante  $t_0$  y el último periodo empieza en el instante  $t_p$ . Los valores de  $pVotosNormalLocal(doc_d, t_i)$  y  $tendenciaLocal(doc_d, t_i)$  son calculados teniendo en cuenta sólo los votos emitidos desde  $t_p$  a  $t_i$ , porque con ellos sólo se quiere medir el porcentaje de votos normalizado y la tendencia reciente de dicho porcentaje sobre la historia local del documento, es decir, en el último periodo. Mientras que los otros dos valores tienen en cuenta los votos emitidos desde  $t_0$  a  $t_i$  porque con ellos se quiere medir el porcentaje de votos normalizado y la tendencia reciente de dicho porcentaje sobre la historia global del documento.

Estas cuatro medidas se integrarán de la siguiente manera. En primer lugar, realizaremos una media ponderada de  $pVotosNormal(doc_d, t_i)$  y  $pVotosNormalLocal(doc_d, t_i)$ . Llamaremos  $pVotosPonderado(doc_d, t_i)$  a la media resultante:

$$pVotosPonderado(doc_d, t_i) = pVotosNormal(doc_d, t_i) \times coef_G + pVotosNormalLocal(doc_d, t_i) \times coef_L \quad (5.6)$$

Los coeficientes  $coef_G$  (coeficiente que se aplica en el porcentaje de votos global) y  $coef_L$  (coeficiente que se aplica en el porcentaje de votos local) permiten o bien favorecer la trayectoria histórica (si  $coef_G \gg coef_L$ ) o bien favorecer la trayectoria más reciente (si  $coef_G \ll coef_L$ ).

Si tomamos los valores  $coef_G = 1$  y  $coef_L = 0$  se favorecerá la veteranía: si un documento llega más tarde le costará bastante desbancar a otros anteriores, se puede decir que ésta es una versión "conservadora". Si tomamos  $coef_G = coef_L = 0.5$  se le estará dando igual peso a un documento que lleva mucho tiempo siendo bien valorado que a otro más reciente que resulta ser de los mejores valorados en los últimos momentos. Naturalmente, con los valores extremos  $coef_G = 0$  y  $coef_L = 1$  este efecto sería aún más pronunciado: la historia de aceptación del documento se perdería.

En esta tesis se propone una solución intermedia, con  $coef_G > coef_L$ , de manera que se favorezca el concepto de estabilidad a largo plazo, con la aparición de documentos reconocidos como "clásicos" en el área por la comunidad, pero que permita a los documentos nuevos de calidad competir con los más antiguos.

Se ha encontrado que valores en los rangos [0.60, 0.75] para  $coef_G$  y [0.25, 0.40] para  $coef_L$ , son bastante adecuados para nuestros fines.

En segundo lugar, se van a emplear las cuatro medidas  $VotosNormal(doc_d, t_i)$ ,  $pVotosNormalLocal(doc_d, t_i)$ ,  $tendencia(doc_d, t_i)$ ,  $tendenciaLocal(doc_d, t_i)$  para estimar la evolución de la aceptación, recogida en la variable  $valorEvolución(doc_d, t_i)$ . Esta variable aplicará un factor de premio o castigo a la medida de aceptación.

En la Tabla 5.1 se muestran los tipos de evolución más habituales. La función  $valorEvolución(doc_d, t_i)$  queda definida por dicha tabla, de la siguiente manera:

- La segunda y tercera columna corresponden a los dos porcentajes de votos global y de votos local. Con el fin de agrupar casos similares se hacen sólo las siguientes distinciones de valores para estas variables: valor "cerca de 1", es decir, que el porcentaje tiene un valor cercano al valor máximo, que es la unidad (por ejemplo, entre 0.65-0.70 hasta 1); valor "cerca de 0.5", indica que el porcentaje está en un rango intermedio (por ejemplo, entre 0.30-0.35 hasta 0.65-0.70); y valor "cerca de 0", es decir, que el porcentaje tiene un valor cercano al valor mínimo, que es el cero (por ejemplo, entre 0 hasta 0.30-0.35).
- Las columnas cuarta y quinta corresponden a las dos tendencias calculadas. Los dos únicos valores que puede tomar una tendencia es "positiva" o "negativa". La tendencia es positiva cuando la recta calculada por regresión lineal sobre los últimos porcentajes de votos tiene pendiente nula o positiva, y la tendencia es negativa en caso contrario.
- La sexta columna es lo que denominamos el "factor de premio-castigo". Dicho factor es el valor que toma la variable del "valor de la evolución" o  $valorEvolución(doc_d, t_i)$ . Si un documento presenta una evolución positiva entonces se le aplica un factor de premio, con el fin de potenciar dicha evolución. En caso contrario se le aplica un factor de castigo. Es decir, el factor de premio-castigo sirve para premiar las evoluciones que tienden a ser positivas, y en oposición, para castigar las evoluciones que tienden a ser negativas.

U.A.M.  
E.P.S.  
BIBLIOTECA

Además existen distintos grados de evoluciones positivas o negativas, por lo que el factor de premio o de castigo puede ser matizado (con valores dentro de un rango)<sup>2</sup>.

CASO	Porcentaje de votos (normalizado) global <i>pVotosNormal(doc<sub>a</sub>,t)</i>	Porcentaje de votos (normalizado) local <i>pVotosNormalLocal(doc<sub>a</sub>,t)</i>	Tendencia reciente de la curva global <i>tendencia(doc<sub>a</sub>,t)</i>	Tendencia reciente de la curva local <i>tendenciaLocal(doc<sub>a</sub>,t)</i>	Valor de la evolución o Factor de premio-castigo <i>valorEvolución(doc<sub>a</sub>,t)</i>
1	Cerca de 1	Cerca de 1	Positiva	Positiva	Premio-máximo
2	Cerca de 0.5	Cerca de 1	Positiva	Positiva	Premio-máximo
3	Cerca de 1	Cerca de 1	Negativa	Positiva	Premio-medio
4	Cerca de 0.5	Cerca de 1	Negativa	Positiva	Neutro
5	Cerca de 1	Cerca de 1	Positiva	Negativa	Neutro
6	Cerca de 1	Cerca de 1	Negativa	Negativa	Castigo-mínimo
7	Cerca de 0.5	Cerca de 1	Negativa	Negativa	Castigo-mínimo
8	Cerca de 1	Cerca de 0.5	Positiva	Positiva	Premio-mínimo
9	Cerca de 0.5	Cerca de 0.5	Positiva	Positiva	Premio-medio
10	Cerca de 0	Cerca de 0.5	Positiva	Positiva	Premio-medio
11	Cerca de 0	Cerca de 0.5	Negativa	Positiva	Neutro
12	Cerca de 1	Cerca de 0.5	Positiva	Negativa	Neutro
13	Cerca de 1	Cerca de 0.5	Negativa	Negativa	Castigo-medio
14	Cerca de 0.5	Cerca de 0.5	Negativa	Negativa	Castigo-medio
15	Cerca de 0	Cerca de 0.5	Negativa	Negativa	Castigo-mínimo
16	Cerca de 0.5	Cerca de 0	Positiva	Positiva	Premio-mínimo
17	Cerca de 0	Cerca de 0	Positiva	Positiva	Premio-mínimo
18	Cerca de 0.5	Cerca de 0	Positiva	Negativa	Neutro
19	Cerca de 1	Cerca de 0	Negativa	Negativa	Castigo-máximo
20	Cerca de 0.5	Cerca de 0	Negativa	Negativa	Castigo-máximo
21	Cerca de 0	Cerca de 0	Negativa	Negativa	Castigo-máximo

**Tabla 5.1** Tipos de evolución más habituales.

<sup>2</sup> El factor de premio-castigo puede tomar valores entre "Premio-máximo" y "Castigo-máximo". Las constantes de premio tienen un valor mayor a la unidad mientras que las de castigo tienen un valor menor de la unidad. La constante "Neutro" es igual a la unidad (ni premia ni castiga). El valor de cada constante se puede configurar, una primera propuesta (la cual ha sido utilizada satisfactoriamente en la experiencias llevadas a cabo) es la siguiente: Premio-máximo = 1.15; Premio-medio = 1.10; Premio-mínimo = 1.05; Castigo-mínimo = 0.95; Castigo-medio = 0.90; Castigo-máximo = 0.85.

A continuación se muestran ejemplos que ilustran algunas de las evoluciones comentadas en la Tabla 5.1. Los datos representados en las siguientes gráficas han sido extraídos de la experiencia del área de conocimiento sobre "Matemáticas para Educación Infantil", (véase 7.2). Dicha experiencia se ha llevado a cabo por comunidades de estudiantes durante dos periodos (dos cursos académicos). La línea vertical discontinua marca la separación entre estos dos periodos.

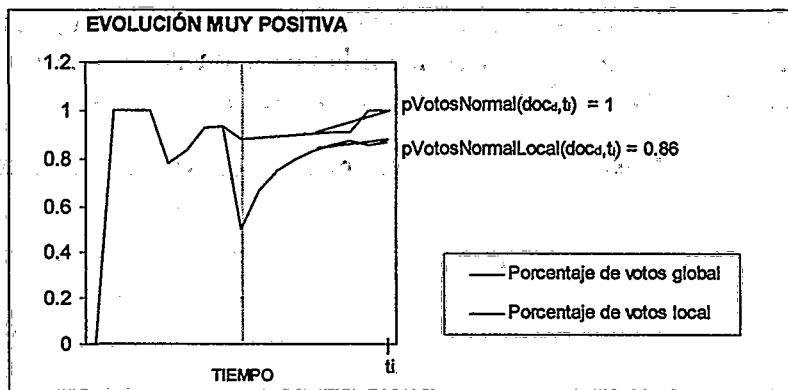


Figura 5.5 Curva que muestra una evolución del porcentaje de votos recibido muy positiva.

La gráfica de la Figura 5.5 muestra la evolución del documento que seguramente ha sido el más aceptado en el tema en el cuál está ubicado, durante los dos periodos. En el instante  $t_i$ , al final de los dos periodos, tanto el porcentaje de votos global como el local están cerca de la unidad (el valor máximo), y las dos tendencias recientes de estos datos son positivas. Por lo tanto esta evolución está representada por el Caso 1 de la Tabla 5.1 y se le aplica un factor de premio máximo, lo que concuerda con nuestras expectativas.

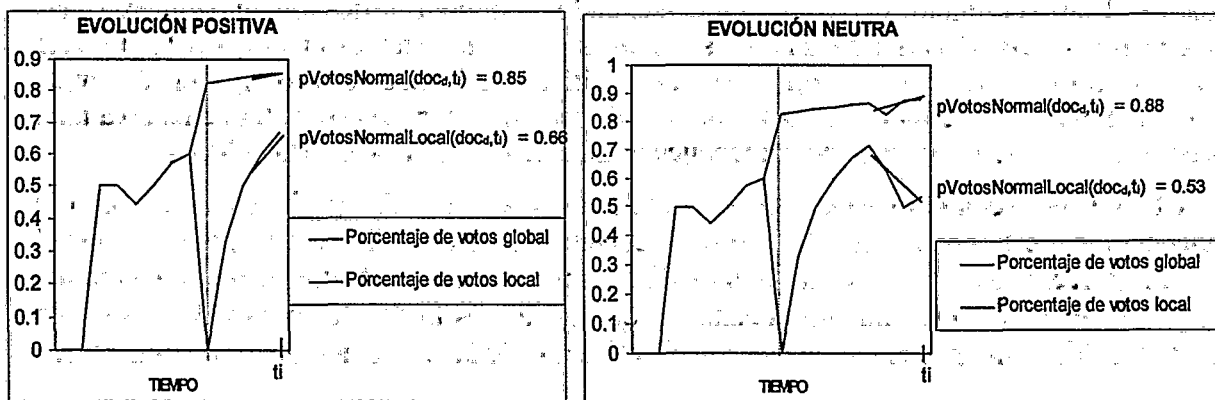


Figura 5.6 Curva que muestra una evolución del porcentaje de votos recibido positiva (izq) y un tiempo más tarde una evolución del porcentaje de votos recibido neutra (der).

Las gráficas de la Figura 5.6 muestran la evolución de un documento que en el primer periodo cada vez es más aceptado (evolución positiva), y hasta mediados del segundo periodo sigue recibiendo aceptación, aunque ésta menos pronunciada que en anterior periodo (como se ve en la gráfica de la izquierda). Sin embargo, a finales del segundo periodo parece que el documento pierde un poco de aceptación (como se ve en la gráfica de la derecha).

Hasta la mitad del segundo periodo, la evolución del documento se clasificaría como dentro del Caso 8: ambas tendencias son positivas, y el porcentaje global es cercano al máximo y mayor al local, que es cercano a la mitad del máximo. En este caso es apropiado

premiar, ya que es una evolución positiva. El premio tiene un valor mínimo, porque aunque la evolución es positiva, ésta no es tan buena como en el periodo anterior.

Sin embargo, al final del segundo periodo la situación ha cambiado: la evolución local es negativa y el valor de aceptación local ha caído hasta el valor 0.53. Esto se corresponde con el Caso 12. En este caso se propone no premiar ni castigar por tener el porcentaje de votos global una tendencia positiva y cercana al máximo. El hecho de que excepcionalmente reciba pocos votos no debería ser interpretado como una pérdida objetiva de aceptación por parte de la comunidad. Por ejemplo, esto podría deberse a la aparición de un nuevo documento que, por su novedad, recibe toda la atención de los miembros de la comunidad.

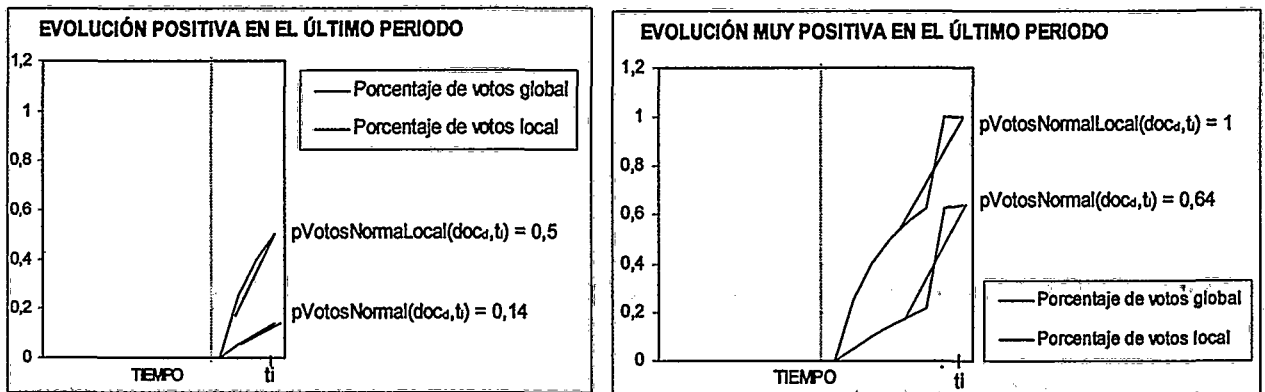


Figura 5.7 Curva que muestra una evolución positiva de un documento aportado en el segundo periodo.

Las gráficas de la Figura 5.7 corresponden a la curva de evolución de un documento que es aportado en el segundo periodo, durante el cual recibe mucha aceptación por parte de los usuarios. Entre el inicio y mediados del segundo periodo (gráfica de la izquierda) las tendencias de aceptación del documento son ambas positivas, estamos en el Caso 10. En este caso el documento tiene una clara evolución positiva por lo que se le otorga un factor de premio medio. No se le otorga el factor de premio máximo, porque este valor se reserva para los casos en los que los valores de porcentajes están cercanos al máximo (la unidad).

A finales del segundo periodo siguen siendo las dos tendencias positivas y de nuevo la tendencia local está por encima de la global, estamos en el Caso 2. En este caso, al estar el valor del porcentaje de votos local cercano al máximo, se aplica un factor de premio máximo. De esta forma se fomenta que un documento que llega más tarde y es bien valorado pueda alcanzar rápidamente posiciones altas en la clasificación de la aceptación de los documentos.

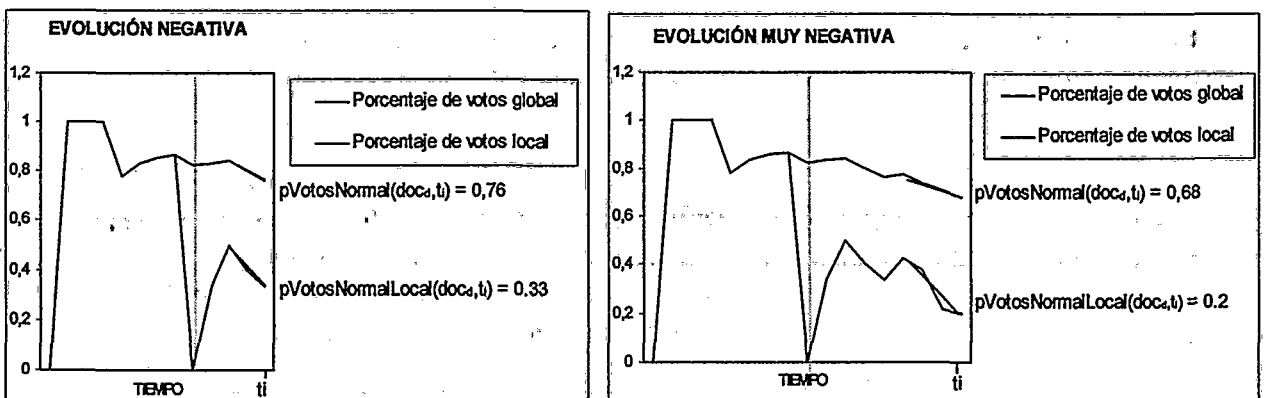


Figura 5.8 Curva que muestra una evolución negativa de un documento, en el segundo periodo.

Las gráficas de la Figura 5.8 corresponden a la curva de evolución de un documento que en el primer periodo era de los más aceptados, pero que en el segundo periodo pierde la aceptación, pasando a ser de los menos aceptados. La tendencia negativa de las curvas se hace más pronunciada según transcurre el segundo periodo.

Entre el inicio y mediados del segundo periodo se muestra una evolución negativa, todavía no muy pronunciada, estamos en el Caso 13. Al tener ambas tendencias carácter negativo se aplica un factor de castigo. Además como el valor del porcentaje de votos global sigue cercano al máximo, no se aplica un factor de castigo máximo: se propone castigar en este caso con un factor de castigo intermedio.

Sin embargo, a finales del segundo periodo las tendencias siguen siendo negativas y cada una de ellas baja al siguiente rango, es decir, el valor del porcentaje de votos global pasa de estar cercano al máximo a estar cercano a la mitad del máximo y el valor del porcentaje de votos local pasa de estar cercano a la mitad del máximo a estar cercano al mínimo. En este caso, que está representado por el Caso 20, se propone aplicar un factor de castigo máximo, ya que este es el tipo de situación que le ocurre a un documento que ya no tiene apenas aceptación.

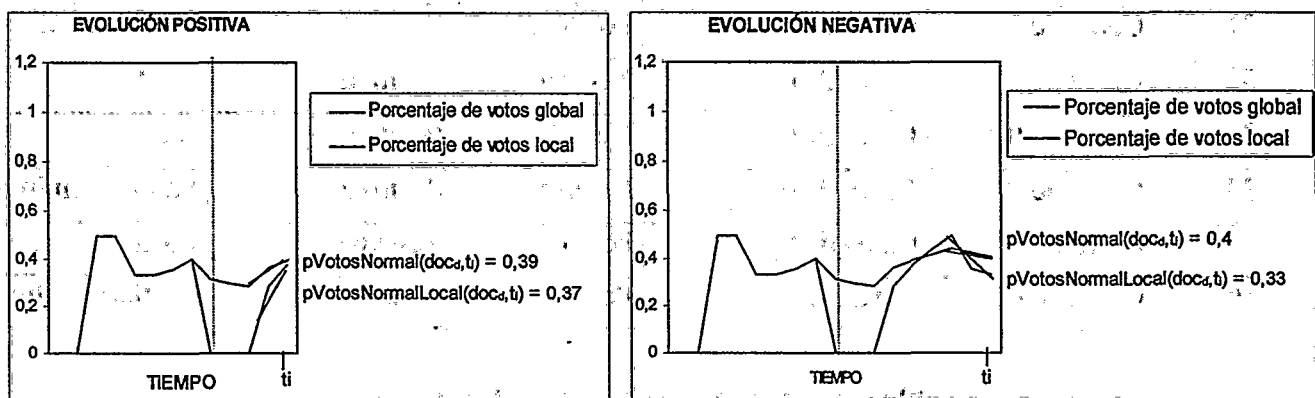


Figura 5.9 Curva que muestra una evolución del porcentaje de votos recibido negativa a mediados del segundo periodo y muy negativa al final de éste.

Las gráficas de la Figura 5.9 corresponden a la curva de evolución de un documento que no ha llegado a tener suficiente aceptación en ninguno de los dos periodos (se hará referencia a este tipo de evolución con la denominación de "insuficiente" en el Capítulo 7). Cuando el documento empieza a tener aceptación en el segundo periodo las dos tendencias son positivas y con valores en ambos porcentajes intermedios (cercaos a la mitad del máximo). Este es el Caso 9 (gráfica de la izquierda). En este caso se propone premiar con un valor intermedio, ya que presenta una clara evolución positiva, pero ésta todavía no es lo suficientemente alta como para que se aplique el factor de premio máximo.

Al final del segundo periodo, el documento pierde aceptación, ambas tendencias siguen con valores similares al caso anterior pero en este caso son negativas. Este es el caso 14. Al ser ambas tendencias negativas se aplica un factor de castigo. Este factor de castigo es de valor medio, ya que como en el caso anterior, la tendencia es negativa pero no están en el rango más bajo y por lo tanto no es aplicable un factor de castigo máximo.

Los casos contrastados en los datos experimentales se corresponden con los contemplados en la Tabla 5.1. La Tabla 5.2 muestra el resto de las combinaciones, probablemente poco frecuentes, y el factor de premio-castigo que se propone para cada una.

CASO	Porcentaje de votos (normalizado) global $pVotosNormal(doc_d, t_i)$	Porcentaje de votos (normalizado) local $pVotosNormalLocal(doc_d, t_i)$	Tendencia reciente de la curva global $tendencia(doc_d, t_i)$	Tendencia reciente de la curva local $tendenciaLocal(doc_d, t_i)$	Valor de la evolución o Factor de premio-castigo $valorEvolución(doc_d, t_i)$
22	Cerca de 0	Cerca de 1	Positiva	Positiva	Premio-máximo
23	Cerca de 0	Cerca de 1	Negativa	Positiva	Premio-medio
24	Cerca de 0.5	Cerca de 1	Positiva	Negativa	Neutro
25	Cerca de 0	Cerca de 1	Positiva	Negativa	Neutro
26	Cerca de 0	Cerca de 1	Negativa	Negativa	Castigo-medio
27	Cerca de 1	Cerca de 0.5	Negativa	Positiva	Premio-mínimo
28	Cerca de 0.5	Cerca de 0.5	Negativa	Positiva	Neutro
29	Cerca de 0.5	Cerca de 0.5	Positiva	Negativa	Neutro
30	Cerca de 0	Cerca de 0.5	Positiva	Negativa	Castigo-mínimo
31	Cerca de 1	Cerca de 0	Positiva	Positiva	Premio-medio
32	Cerca de 1	Cerca de 0	Negativa	Positiva	Neutro
33	Cerca de 0.5	Cerca de 0	Negativa	Positiva	Neutro
34	Cerca de 0	Cerca de 0	Negativa	Positiva	Premio-mínimo
35	Cerca de 1	Cerca de 0	Positiva	Negativa	Castigo-mínimo
36	Cerca de 0	Cerca de 0	Positiva	Negativa	Castigo-medio

**Tabla 5.2** Tipos de evolución poco frecuentes.

Una vez calculado el  $valorEvolución(doc_d, t_i)$ , la propuesta para el cálculo del grado de aceptación explícita de un documento, teniendo sólo en cuenta los votos recibidos es:

$$gradoAceptaciónEV(doc_d, t_i) = pVotosPonderado(doc_d, t_i) \times valorEvolución(doc_d, t_i) \quad (5.7)$$

Hasta el momento se ha supuesto que los votos además de ser de valor positivo tienen valor único: la unidad. Es decir, su efecto sobre un documento es darle apoyo sin decir en qué grado o con qué intensidad. Sin embargo, puede interesar matizar dicho apoyo escogiendo el valor del voto de entre un rango de valores.

Por ejemplo, puede interesar proporcionar a los usuarios cinco niveles de apoyo a los documentos, mediante la posibilidad de votar con valores entre 1 y 5, donde 1 significa apoyar un poco al documento y 5 significa apoyar mucho al documento.

La posibilidad de votar con un valor de entre los valores de un rango influye en el cálculo del grado de aceptación. Por cada documento, la información relativa a los valores de los votos recibidos proporciona un nuevo factor que denominamos "valor de los votos" o



$valorVotos(doc_d, t_i)$ . Este factor se utiliza como modificador (multiplicador) de la fórmula del cálculo de aceptación (5.7).

El valor de los votos de un documento  $doc_d$  en un instante  $t_i$  es el valor medio de los votos recibidos normalizado, según la siguiente fórmula:

$$valorVotos(doc_d, t_i) = \frac{mediaVotos(doc_d, t_i)}{max(mediaVotos(doc_j, t_i))} \quad (5.8)$$

donde:

$mediaVotos(doc_d, t_i)$  es el valor medio de los votos que ha recibido un documento  $doc_d$  desde que se aportó al área de conocimiento hasta el momento actual o  $t_i$ .

$$mediaVotos(doc_d, t_i) = \frac{\sum_k valorVotos(voto_k, doc_d, t_i)}{nVotos(doc_d, t_i)} \quad (5.9)$$

donde:

$valorVotos(voto_k, doc_d, t_i)$  es el valor de un voto  $voto_k$  dado al documento  $doc_d$ .

$nVotos(doc_d, t_i)$  es el número de votos que ha recibido el documento  $doc_d$ .

$max(mediaVotos(doc_j, t_i))$  es el valor medio máximo de entre los documentos que están en el mismo tema que  $doc_d$ .

Sobre este nuevo factor también se podría hacer un cálculo más exhaustivo, mediante el cálculo de su evolución global y local (en el último periodo). Sin embargo, por el momento no se encuentra necesario hacer dicho cálculo, ya que en la mayoría de los casos los usuarios prefieren votar con un valor único (la unidad), o en el caso de votar con valores escogidos de un rango, en la mayoría de los casos se dan valores muy similares (no hay mucha variación). La información sobre la evolución queda suficientemente representada en la medida  $valorEvolución(doc_d, t_i)$ .

Finalmente, la fórmula para calcular el grado de aceptación explícita de un documento o  $gradoAceptaciónEV(doc_d, t_i)$ , teniendo en cuenta los votos recibidos, su evolución y la posibilidad de que estos tengan valores escogidos dentro de un rango, es la siguiente:

$$gradoAceptaciónEV(doc_d, t_i) = pVotosPonderado(doc_d, t_i) \times valorEvolución(doc_d, t_i) \times valorVotos(doc_d, t_i) \quad (5.10)$$

### 5.1.2.2 El grado de aceptación explícita de los documentos a partir de las anotaciones

El grado de aceptación explícita se calcula a partir de los votos recibidos por un documento y a partir de las anotaciones. Veamos ahora la contribución de las anotaciones.

Existen tres tipos de anotaciones (véase 7.2.3): de tipo neutro (es una anotación realizada por el propio autor del documento, con el fin de hacer una aclaración), de apoyo (se realiza para indicar explícitamente que se está de acuerdo con lo que dice el documento), de crítica o sugerencia de mejora (se realiza con el fin de corregir o avisar sobre una errata en el documento, o para comentar cómo se podría expresar o presentar mejor alguna parte del documento).

Una primera idea para el cálculo del grado de aceptación en función de las anotaciones recibidas es hacer uso de la medida "porcentaje de anotaciones recibidas". Si se hace dicho cálculo sin tener en cuenta los tipos de las anotaciones, se está siendo poco riguroso, ya que no debería contar igual una anotación de apoyo (que es de carácter positivo) que una de crítica o sugerencia de mejora (que es de carácter negativo).

Se propone por tanto, agrupar las anotaciones por tipos y obtener los porcentajes de anotaciones recibidas. Teniendo en cuenta que las anotaciones de tipo neutro no influyen ni positiva ni negativamente sobre la aceptación de un documento, tendremos entonces los siguientes porcentajes: "porcentaje de anotaciones de apoyo" o  $pAnotacionesApoyo(doc_d, t_i)$ , que es el porcentaje de anotaciones de apoyo que recibe un documento en comparación con los demás documentos que están en el mismo tema; y "porcentaje de anotaciones de crítica" o  $pAnotacionesCritica(doc_d, t_i)$ , que es el porcentaje de anotaciones de crítica o de sugerencia de mejora que recibe un documento en comparación con los demás documentos que están en el mismo tema. Es decir:

$$pAnotacionesApoyo(doc_d, t_i) = \frac{nAnotacionesApoyo(doc_d, [t_0 - t_i])}{\sum_j nAnotacionesApoyo(doc_j, [t_0 - t_i])} \quad (5.11)$$

donde:

$nAnotacionesApoyo(doc_d, [t_0 - t_i])$  es el número de anotaciones de apoyo que ha recibido el documento  $doc_d$  desde que fue aportado al área de conocimiento hasta el instante actual o  $t_i$ .

$doc_j$  representa cada uno de los documentos que están en el mismo tema que  $doc_d$ .

El cálculo del porcentaje de anotaciones de crítica es similar al anterior, sólo que aplicado a las anotaciones de crítica en vez de a las de apoyo.

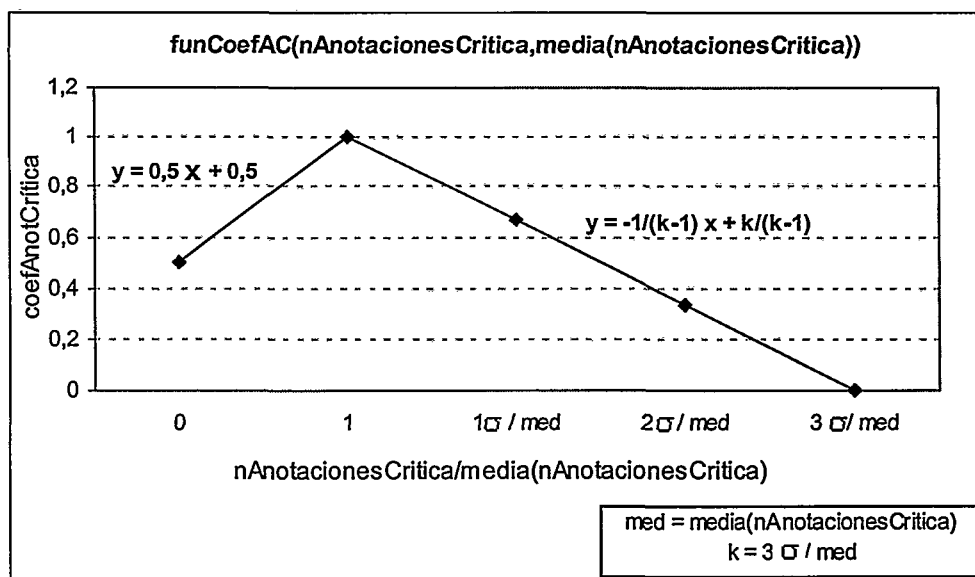
Como ya se comentó para los porcentajes de votos (véase 5.1.2.1), los porcentajes de anotaciones deben ser normalizados, para que puedan ser comparables entre diferentes temas.

La propuesta para el cálculo del grado de aceptación es componer los dos porcentajes de anotaciones normalizados mediante una suma ponderada de ambos. El coeficiente sobre el porcentaje de anotaciones de apoyo es denominado *coefAA*. Tener anotaciones de apoyo siempre es bueno, y cuántas más se tengan de este tipo mejor. El número de anotaciones de apoyo que recibe un documento es directamente proporcional a su aceptación, por lo que *coefAA* recibe un valor constante para todos los documentos. Lo más razonable es dar a este

coeficiente valor unitario, aunque si se deseara potenciar más a este tipo de anotaciones entonces el coeficiente podría tener un valor mayor que la unidad.

La situación respecto a las anotaciones de crítica es distinta. Tener algunas anotaciones puede ser considerado positivo: el documento ha suscitado interés. Por otro lado, tener demasiadas anotaciones de crítica puede interpretarse como un indicativo de baja calidad.

Por tanto, se propone que el coeficiente que se va a aplicar al porcentaje normalizado de anotaciones de crítica sea una función de diente de sierra, según se muestra en la Figura 5.10.



**Figura 5.10** Función para calcular el coeficiente que se aplica al porcentaje de anotaciones de crítica o  $coefAC(doc_d, t_i)$ .

El coeficiente se calculará con la función:

$$\text{funCoefAC}(x) = \begin{cases} 0.5 * x + 0.5 & \text{si } x = \text{nAnotacionesCrítica}(doc_d, t_i) / \text{media}(\text{nAnotacionesCrítica}(doc_j, t_i)) \\ & x > 0 \text{ y } x \leq 1 \\ -1/(k-1) x + k/(k-1) & \text{si } k = 3 \sigma / \text{media}(\text{nAnotacionesCrítica}) \\ & x = \text{AnotacionesCrítica}(doc_d, t_i) / \text{media}(\text{nAnotacionesCrítica}(doc_j, t_i)) ; x > 1 \end{cases}$$

(5.12)

Donde si el número de anotaciones de crítica que tiene un documento  $doc_d$  es igual o menor al promedio de anotaciones de crítica que se reciben en el tema ( $\text{media}(\text{nAnotacionesCrítica}(doc_j, t_i))$ ) entonces su coeficiente obtiene un valor entre 0.5 y 1. Mientras que si el número de anotaciones de crítica que recibe un documento  $doc_d$  es mayor al promedio, entonces el coeficiente tiende a disminuir. Alcanza el valor nulo, cuando un documento se diferencia del promedio en 3 desviaciones típicas, al considerarse este caso como un documento que ha recibido un número excesivo de críticas.

Finalmente, el grado de aceptación explícita queda expresado como:

$$\text{gradoAceptaciónEN}(doc_d, t_i) = pAANormal(doc_d, t_i) \times coefAA + pACNormal(doc_d, t_i) \times coefAC(doc_d, t_i) \quad (5.13)$$

donde:

$pAANormal(doc_d, t_i)$  es el porcentaje de las anotaciones de apoyo recibidas normalizado.

$$pAANormal(doc_d, t_i) = \frac{pAnotacionesApoyo(doc_d, t_i)}{\max(pAnotacionesApoyo(doc_j, t_i))} \quad (5.14)$$

$pACNormal(doc_d, t_i)$  es el porcentaje de las anotaciones de crítica recibidas normalizado.

$$pACNormal(doc_d, t_i) = \frac{pAnotacionesCrítica(doc_d, t_i)}{\max(pAnotacionesCrítica(doc_j, t_i))} \quad (5.15)$$

$coefAA = 1$ , es el coeficiente que se aplica a la ponderación del porcentaje de anotaciones de apoyo recibidas.

$coefAC(doc_d, t_i)$  es el coeficiente que se acaba de explicar (5.12).

### 5.1.2.3 Cálculo del grado de aceptación explícita de los documentos

Finalmente, el grado de aceptación explícita de un documento  $doc_d$  en el instante  $t_i$  se calcula con la composición de los dos grados explicados en los dos apartados anteriores: el grado de aceptación relacionado con las opiniones en forma de votos o  $\text{gradoAceptaciónEV}(doc_j, t_i)$  y el grado de aceptación relacionado con las opiniones en forma de anotaciones o  $\text{gradoAceptaciónEN}(doc_j, t_i)$ .

En la composición hay que dar más peso a la parte relacionada con los votos debido a que éstos son emitidos por usuarios expertos (o miembros del grupo de coordinación en la fase supervisada), mientras que las anotaciones las pueden realizar todos los usuarios. También la composición tiene que contemplar las posibilidades extremas de considerar sólo votaciones o considerar sólo anotaciones. Estas situaciones se regulan con los coeficientes de ponderación:

$$\text{gradoAceptaciónE}(doc_d, t_i) = \text{gradoAceptaciónEV}(doc_d, t_i) \times coef_{EV} + \text{gradoAceptaciónEN}(doc_d, t_i) \times coef_{EN} \quad (5.16)$$

La propuesta de valores para los coeficientes que ponderan la fórmula 5.17 es la siguiente:

$$\text{coef}_{EV} = \text{pesoVotos} \times \frac{\text{promedioNVotos}}{\text{promedioNInteraccionesExplicitas}} \quad (5.17)$$

$$\text{coef}_{EN} = \text{pesoAnotaciones} \times \frac{\text{promedioNAnotaciones}}{\text{promedioNInteraccionesExplicitas}} \quad (5.18)$$

donde:

*promedioNVotos* es la media de votos que se emiten por documento.

$$\text{promedioNVotos} = \frac{\text{numeroVotosEmitidos}}{\text{numeroDocumentosExistentes}} \quad (5.19)$$

*promedioNAnotaciones* es el número medio de anotaciones por documento.

$$\text{promedioNAnotaciones} = \frac{\text{numeroAnotacionesAportadas}}{\text{numeroDocumentosExistentes}} \quad (5.20)$$

*promedioNInteraccionesExplicitas* es la suma de los dos promedios anteriores.

$$\text{promedioNInteraccionesExplicitas} = \text{promedioNVotos} + \text{promedioNAnotaciones} \quad (5.21)$$

*pesoVotos* y *pesoAnotaciones* nos sirven para ajustar los coeficientes, con el fin de dar más peso a la parte de los votos. La suma de estos dos valores es la unidad. Como se ha comentado, se desea dar más peso a la parte relacionada con los votos (porque estos son emitidos por expertos), por lo que se propone que el valor de *pesoVotos* sea mayor que el valor de *pesoAnotaciones*. Por ejemplo, unos valores razonables, que han sido probados satisfactoriamente en las experiencias realizadas (véase capítulo 7) son *pesoVotos* = 3/4 y *pesoAnotaciones* = 1/4.

### 5.1.3 Grado de aceptación y cristalización de documentos

#### 5.1.3.1 Cálculo del grado de aceptación de los documentos

En los apartados anteriores hemos calculado la aceptación implícita (véase 5.1.1) y la aceptación explícita (véase 5.1.2) de un documento  $doc_d$  en el instante  $t_i$ . Ahora es el momento de combinar ambas partes para obtener el grado de aceptación de dicho documento.

Como ya se vio cuando se calculó el grado de aceptación implícita, no siempre el número de accesos que recibe un documento es real, es necesario tener presente este problema dando un peso menor a esta parte con respecto a la parte de aceptación explícita.

Además, cuando un usuario emite un voto o aporta una anotación a un documento  $doc_d$ , lo realiza seguramente tras un proceso de meditación y reflexión sobre la calidad de ese documento. Este esfuerzo realizado por el usuario no es comparable con el hecho de acceder a un documento y leerlo. En definitiva, la opinión explícita mediante un voto o una anotación nos da más información sobre los gustos y preferencias de los usuarios que el simple hecho de accederlo.

La propuesta para el grado de aceptación de un  $doc_d$  en el instante  $t_i$  queda por tanto:

$$\text{gradoAceptación}(doc_d, t_i) = \text{gradoAceptaciónE}(doc_d, t_i) \times coef_E + \text{gradoAceptaciónI}(doc_d, t_i) \times coef_I \quad (5.22)$$

donde:

$\text{gradoAceptaciónE}(doc_d, t_i)$  es el grado de aceptación explícita del documento  $doc_d$  en el instante  $t_i$  (véase 5.1.2.3)

$\text{gradoAceptaciónI}(doc_d, t_i)$  es el grado de aceptación implícita del documento  $doc_d$  en el instante  $t_i$  (véase 5.1.1).

$coef_E$  y  $coef_I$  sirven para ponderar la parte explícita e implícita, respectivamente. Como ya se ha comentado, interesa dar un valor bastante mayor a  $coef_E$ , se propone por tanto que  $coef_E \gg coef_I$ . Valores razonables para estos coeficientes, los cuáles han sido probados satisfactoriamente en las experiencias realizadas, son  $coef_E = 0.9$  y  $coef_I = 0.1$

Como se verá más adelante, los documentos no son estáticos sino que evolucionan mediante propuestas de versiones. Cuando un documento recibe una propuesta de versión por parte de su autor, es trabajo de la comunidad de expertos asociada al tema decidir si la propuesta de versión debe ser tenida en cuenta y por lo tanto sustituir al documento original. En este caso, al cambiar un documento por otro, el conocimiento asociado ha evolucionado y por lo tanto debe de ser recalculado su grado de aceptación.

Para tener en cuenta este hecho, se propone modificar el grado de aceptación de un documento con el denominado "factor corrector de la historia del documento". Este factor está relacionado con la posible mejora que representa la nueva versión sobre el documento original

Como veremos más adelante (véase 5.2.2), cuando se propone una versión de un documento, hay un tiempo mínimo,  $Tiempo_{verDoc}$ , durante el cual puede recibir opiniones.

Cuando vence este tiempo, si el mecanismo de cristalización determina que consolida, entonces se calcula el "factor corrector de la historia del documento" que debe aplicarse en la fórmula del grado de aceptación explícita (5.24). En cualquier otro caso, este factor tiene por valor la unidad. Al factor corrector de la historia de un documento  $doc_d$  en el instante actual  $t_i$  lo denominamos  $factorHistoriaDoc(propVerDoc_d, t_i)$ . Donde  $propVerDoc_d$  es la propuesta de versión del documento  $doc_d$ .

Finalmente, el grado de aceptación de un  $doc_d$  en el instante  $t_i$  queda de manera definitiva como:

$$\begin{aligned}
 &gradoAceptación(doc_d, t_i) = \\
 &(gradoAceptaciónE(doc_d, t_i) \times coef_E + gradoAceptaciónI(doc_d, t_i) \times coef_I) \times factorHistoriaDoc(propVerDoc_d, t_i)
 \end{aligned}
 \tag{5.23}$$

### 5.1.3.2 Mecanismo de cristalización de los documentos

Una vez calculado el grado de aceptación de un documento  $doc_d$ , el siguiente paso es determinar su estado de cristalización. Un documento puede pasar al estado de cristalizado cuando durante un cierto tiempo su grado de aceptación ha estado por encima de un valor umbral. A este valor umbral se le denomina "umbral superior de cristalización" o  $umbralSuperiorCrys$ .

Con el concepto de cristalización se quiere capturar la idea de que si un documento de forma constante recibe una aceptación por encima de un valor, demostrando por tanto estabilidad en su aceptación, se puede considerar a dicho documento como un "clásico", y por lo tanto, debe cristalizar.

Se propone que un documento que lleva mucho tiempo en un estado se mantenga en él, es decir, hay que evitar las fluctuaciones de un documento de un estado a otro por cambios puntuales en su aceptación. Por esto, para que un documento pueda cambiar de estado es necesario que su grado de aceptación se mantenga entre unos valores determinados durante un tiempo.

La situación contraria es la de eliminación. Si un documento no obtiene suficiente aceptación durante un cierto tiempo, es decir, si su grado de aceptación está por debajo de un valor umbral, entonces ese documento es candidato a ser eliminado. A este otro valor umbral se le denomina "umbral de eliminación" o  $umbralEliminación$ .

En cualquier otro caso el documento sigue en el estado de permanencia, es decir, si un documento obtiene suficiente aceptación pero no la necesaria para cristalizar, entonces sigue en el área de conocimiento en espera de que aumente su grado de aceptación.

Un documento puede cambiar de estado varias veces. Por ejemplo, un documento que ha pasado al estado de cristalizado, puede no pertenecer en él indefinidamente. Si empieza a recibir cada vez menos aceptación y su grado de aceptación desciende por debajo de un valor umbral durante un tiempo, entonces el documento descristaliza. A este valor umbral se le denomina "umbral inferior de cristalización" o  $umbralInferiorCrys$ .

El umbral de descrystalización tiene que estar suficientemente separado del umbral de crystalización, con el fin de crear una situación de histéresis que impida las oscilaciones entre ambos estados. Una vez crystalizado un documento, su descrystalización requerirá un cierto esfuerzo.

Veamos un ejemplo perteneciente al área de conocimiento de "Matemáticas para Educación Infantil" (véase 7.2).

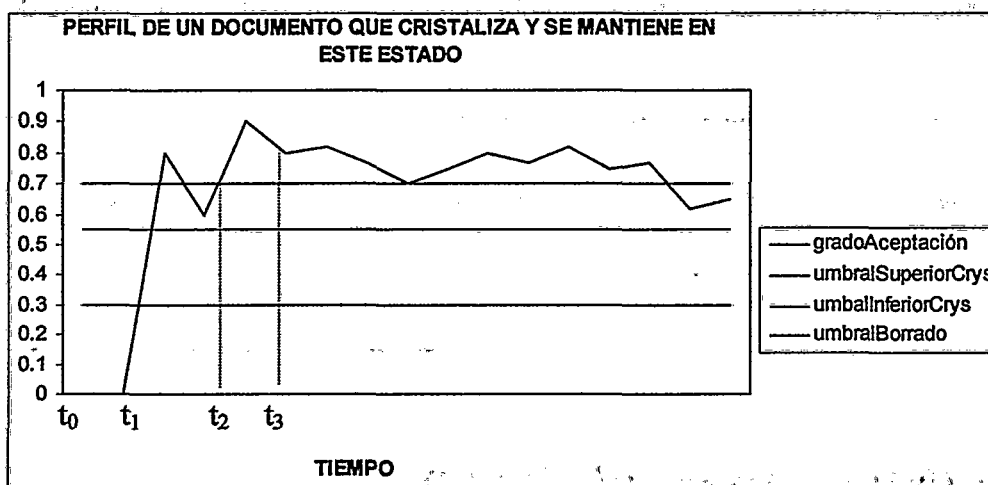


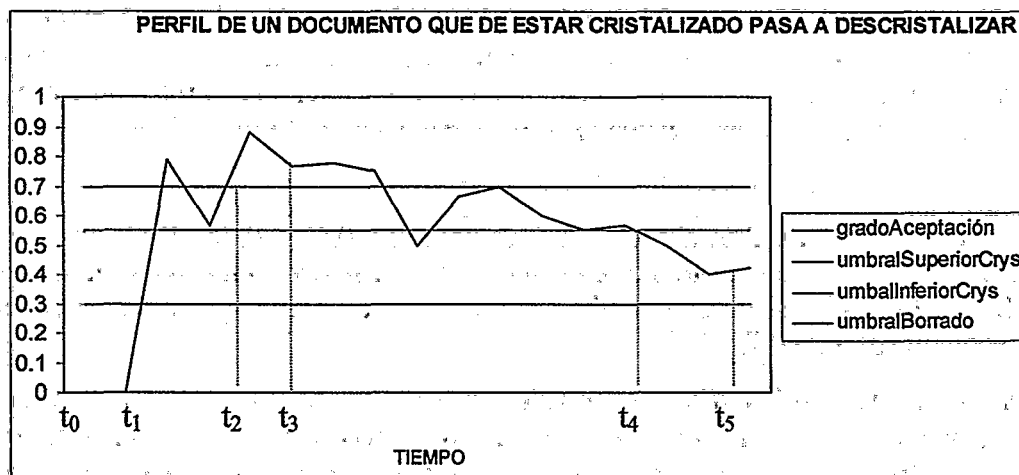
Figura 5.11 Evolución del grado de aceptación de un documento que cristaliza y permanece en ese estado hasta el final.

Como ya se ha comentado, para empezar a calcular el grado de aceptación hay que esperar a que haya un mínimo de masa crítica. Esto nos da por tanto un tiempo muerto al inicio de cada periodo. En el caso de la gráfica de la Figura 5.11, este tiempo muerto abarca el intervalo  $[t_0, t_1]$ .

Para que un documento  $doc_d$  pueda cambiar de estado es necesario que su grado de aceptación rebasa alguno de los valores umbrales durante un cierto tiempo. A este tiempo mínimo se le denomina *tiempoCambioEstado(doc\_d)*.

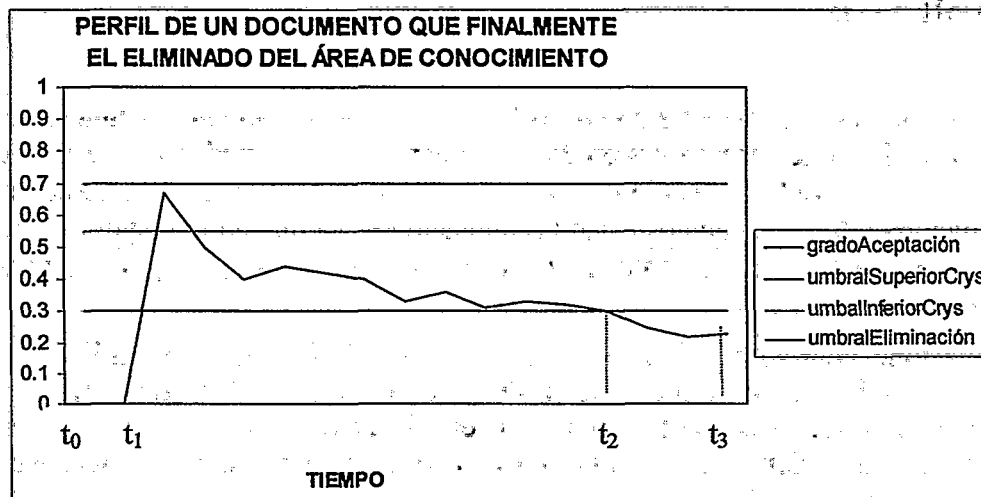
Se propone calcular el parámetro *tiempoCambioEstado(doc\_d)* en función del documento y de su trayectoria: cada documento tendrá su propia restricción temporal para cambios de estado. La propuesta es usar como valor de este parámetro entre el 10 y el 20% del tiempo que lleva el documento  $doc_d$  en el estado actual. Por ejemplo, el documento de la Figura 5.11 llevaba el tiempo  $t_2 - t_0$  en el área de conocimiento en el estado de "permanencia". En el instante  $t_2$  su grado de aceptación supera el *umbralSuperiorCrys*, por lo que a partir de ese momento es candidato a crystalizar. Sigue con su grado de aceptación por encima de *umbralSuperiorCrys* durante el tiempo  $t_3 - t_2$ , que es el 20% del tiempo  $t_3 - t_0$ , por tanto en el instante  $t_3$  el documento ya lleva el tiempo necesario cumpliendo la condición para cambiar al estado de "crystalizado".





**Figura 5.12** Evolución del grado de aceptación de un documento que cristaliza, pero posteriormente descristaliza.

Veamos otro ejemplo del mismo área de conocimiento (véase Figura 5.12). En este caso el documento también cristaliza, tras pasar el intervalo de tiempo  $[t_2, t_3]$  con un grado de aceptación por encima del umbral de cristalización. A continuación oscila en los alrededores de dicho umbral, aunque esto no se refleja en una oscilación del estado gracias al mecanismo de histéresis propuesto. Sin embargo, el grado de aceptación cae finalmente por debajo del umbral de descristalización o *umbralInferiorCrys*, y al mantenerse por debajo de dicho umbral  $t_5 - t_4$  unidades de tiempo (el 20% de  $[t_3, t_5]$ , el tiempo que llevaba en el estado de cristalizado), descristaliza y pasa a estado de permanencia.



**Figura 5.13** Evolución del grado de aceptación de un documento que no tiene suficiente aceptación y finalmente es eliminado.

Un tercer ejemplo se puede observar en la gráfica de la Figura 5.13. El documento no llega en ningún momento a alcanzar el *umbralSuperiorCrys*, permaneciendo la mayor parte del tiempo entre los dos umbrales de cristalización. En el instante  $t_2$  su grado de aceptación cae por debajo del *umbralEliminación*, y mantiene esta situación en el intervalo  $[t_2, t_3]$  que es el tiempo necesario (*tiempoCambioEstado(doc<sub>d</sub>)*) para cambiar de estado. Por lo tanto en  $t_3$  el documento es eliminado del área de conocimiento.

Los valores de los umbrales que determinan el cambio de un estado a otro son constantes durante todo el tiempo. Estas constantes son configurables: para cada área de conocimiento se puede elegir qué valor dar a cada una. Tiene que respetarse siempre la relación entre las tres constantes:  $umbralSuperiorCrys > umbralInferiorCrys > umbralEliminación$ .

Los posibles valores que se recomienda dar a estos umbrales son:

- Para el *umbralSuperiorCristalización* un valor entre 0.6 y 0.75. De esta manera se consigue, por regla general, que por cada tema puedan llegar a cristalizar entre el 10 y el 20% de sus documentos. En el ejemplo, extraído de una de las experiencias realizadas, se trabajó con un valor de 0.7.
- Para el *umbralInferiorCristalización* un valor entre 0.4 y 0.55. De esta manera se consigue que descristalicen los documentos que aunque empezaron muy bien, al final muestran una clara evolución negativa. En el ejemplo, extraído de una de las experiencias realizadas, se trabajó con un valor de 0.55.
- Para el *umbralEliminación* un valor entre 0.25 y 0.35. Cuánto menor sea el valor de este umbral menos documentos serán eliminados. En el ejemplo, extraído de una de las experiencias realizadas, se trabajó con un valor de 0.3, excepto en un momento puntual de la experiencia (al final) que se decidió dar a este umbral un valor de 0.44, con el objetivo de eliminar muchos documentos que no habían llegado a tener suficiente aceptación durante todo el tiempo que estuvieron en el área de conocimiento.

## 5.2 LAS ANOTACIONES Y LAS PROPUESTAS DE VERSIONES DE DOCUMENTOS

Los documentos son conocimiento en evolución. Incluso aunque un documento cristalice como resultado de la aceptación sostenida que recibe de la comunidad, éste puede seguir evolucionando mediante la generación de nuevas versiones (véase 5.2.2). En relación directa con la evolución de los documentos están las anotaciones, ya que en la mayoría de los casos se aportan con la intención de motivar al autor para que realice la siguiente versión del documento.

Las anotaciones, por su parte, también tienen su propia dinámica. Por un lado si el autor de un documento tiene en cuenta una determinada anotación a la hora de confeccionar una nueva versión, entonces esta anotación ya no tendrá sentido y deberá desaparecer (véase 5.2.2.3). Por otro lado, algunas anotaciones pueden desaparecer porque no sean adecuadas, en opinión de la comunidad (véase 5.2.1).

### 5.2.1 Permanencia de las anotaciones

Las anotaciones además de intervenir en el proceso de cristalización de los documentos, tienen su permanencia en el área de conocimiento condicionada al apoyo que reciban por parte de los usuarios. Mientras que los documentos y la estructura (como se verá en el apartado 5.3.1) tienen vocación a cristalizar, las propuestas de cambios en la estructura que se producen en la fase activa (como se verá en el apartado 5.3.2) y las propuestas de versiones

(como se verá en el apartado 5.2.2) tienen vocación a consolidar, y las anotaciones tienen vocación de permanencia.

Una anotación permanece mientras en opinión general de la comunidad siga teniendo sentido que acompañe al documento al cual anota. Como ya se ha comentado, un momento clave en el cuál se decide la continuidad o no de ciertas anotaciones, es cuando se propone cambiar el documento por otra versión. Esta situación se encuentra detallada en el apartado 5.2.2.3.

Por otro lado, también es interesante que las anotaciones que no sean adecuadas en opinión de los usuarios, puedan ser eliminadas sin necesidad de esperar a que se realice una versión del documento. Por esto se plantea que la permanencia de las anotaciones también dependa de las opiniones en forma de votos dadas al respecto por los usuarios.

La forma de opinar sobre una anotación es mediante un voto, el cual puede tomar el valor "a favor" o "en contra". El voto dado a una anotación puede ser cambiado cuando se desee. Se ha creído oportuno proporcionar esta posibilidad a la hora de votar sobre las anotaciones con el fin de potenciar el proceso de discusión asociado en la toma de decisión de qué anotaciones deberían continuar y cuáles deberían eliminarse.

Por defecto toda anotación continúa en el área de conocimiento, pero cuando una anotación  $anot_n$  no recibe suficiente apoyo entonces es candidata a ser eliminada. Por esto se propone dar a cada anotación un "grado de oposición", es decir, un valor que nos indique cuánta oposición ha recibido.

El grado de oposición de una anotación  $anot_n$  se calcula teniendo en cuenta los votos "en contra" y los votos "a favor" recibidos, como sigue:

$$gradoOposición(anot_n, t_i) = nVotosEnContra(anot_n, t_i) - nVotosAFavor(anot_n, t_i) \quad (5.24)$$

donde:

$nVotosAFavor(anot_n, t_i)$  es el número de votos "a favor" de que continúe la anotación  $anot_n$  en el área de conocimiento.

$nVotosEnContra(anot_n, t_i)$  es el número de votos "en contra" de que continúe la anotación  $anot_n$  en el área de conocimiento.

Se decide eliminar una anotación  $anot_n$  cuando hay un cierto consenso entre los usuarios al respecto. La estimación sobre si hay consenso suficiente se basará en calcular cuál es el promedio de votos que reciben las anotaciones que están en la misma comunidad que la anotación  $anot_n$ , y compararlo con el recibido por ella misma.

El número promedio de votos que reciben las anotaciones que están en la misma comunidad que la anotación  $anot_n$  es denominado  $promedioVotos(anot_j, t_i)$ , y es el cociente entre el número de votos que reciben dichas anotaciones y el número de anotaciones que han recibido algún voto.

$$promedioVotos(anot_n, t_i) = \frac{\sum_j nVotos(anot_j, t_i)}{nAnotacionesConVotos} \quad (5.25)$$

donde:

$nVotos(annot_j, t_i)$  es el número de votos que ha recibido una anotación que está en la misma comunidad que la anotación  $annot_n$ , desde que se aportó la anotación hasta el instante actual  $t_i$ .

$annot_j$  representa cada anotación que está en la misma comunidad que la anotación  $annot_n$ .

$nAnotacionesConVotos$  es el número de anotaciones que están en la misma comunidad que la anotación  $annot_n$  y que han recibido votos.

Para que una anotación  $annot_n$  sea eliminada se pide que su grado de oposición sea mayor o igual a un valor umbral, el cuál es una fracción del promedio de votos que reciben las anotaciones o  $promedioVotos(annot_j, t_i)$ . El factor a aplicar al  $promedioVotos(annot_j, t_i)$  es denominado "fracción mínima de opiniones en oposición a la anotación" o  $minimoAcuerdoOposiciónAnotación$ . Se propone dar un valor a este factor de 2/3: de esta manera se pide que la oposición a una anotación sea al menos dos terceras partes del promedio de votos que reciben las anotaciones.

El valor del parámetro  $minimoAcuerdoOposiciónAnotación$  es configurable, para cada área de conocimiento. Cuánto más alto sea el valor de este parámetro más consenso será necesario para eliminar una anotación.

Como se ha visto, para calcular la permanencia o eliminación de una anotación  $annot_n$  se compara su grado de oposición o  $gradoOposición(annot_j, t_i)$  con una fracción del promedio de votos que reciben las anotaciones que están en su misma comunidad,  $promedioVotos(annot_j, t_i)$ . El segundo de estos valores será un valor absoluto. Lo que condiciona que el grado de oposición también sea un valor absoluto, y no un porcentaje, como ocurría en el caso del cálculo del grado de aceptación de un documento a partir de los votos (véase 5.1.2.1).

## 5.2.2 Consolidación de las versiones

### 5.2.2.1 Cálculo del grado de continuidad y de mejora de las propuestas de versión

Si existe la posibilidad de versionar los documentos, entonces es necesario un mecanismo de control de versiones. Se propone que dicho mecanismo resulte del trabajo colaborativo de la comunidad mediante sus opiniones. El mecanismo de control de versiones se encarga de determinar qué propuestas de versiones consolidan y por lo tanto sustituyen a los documentos originales y qué propuestas son eliminadas.

La consolidación de una propuesta de versión de un documento depende de las opiniones que recibe de los usuarios expertos en la comunidad. Es necesario que los usuarios que realizan esta operación tengan un cierto reconocimiento acerca de sus conocimientos sobre lo que están opinando. Por esto se propone que opinen sobre versiones de documentos los autores de documentos que han cristalizado, es decir, los expertos en la comunidad dónde se ha propuesto la nueva versión de un documento.

El mecanismo que se propone para la decisión de aceptar una nueva versión de un documento es semi-síncrono. Cuando un autor propone una nueva versión de su documento,

se abre un periodo de consultas de duración  $Tiempo_{verDoc}$ , durante el cual los expertos de la comunidad pueden opinar sobre la conveniencia de aceptarla.

Los usuarios opinan explícitamente sobre una propuesta de versión mediante la emisión de dos votos:

1. *Continuidad* de la propuesta de versión con respecto al documento original: sirve para indicar si la nueva versión sigue o no en la misma línea argumentativa del documento inicial.
2. *Mejora* de la propuesta de versión con respecto al documento original: sirve para indicar si la nueva versión es mejor o no que el documento inicial.

La propuesta inicial es que se emita un voto con un valor elegido dentro del rango de valores  $[0,10]$ , donde 10 es el valor máximo y 0 el mínimo. Por ejemplo, un voto de 10 en continuidad indicaría que la nueva versión sigue totalmente en la misma línea que el original, mientras que un voto de 0 en continuidad indicaría que el documento ha cambiado radicalmente de línea o tema tratado.

La propuesta para el cálculo del grado de continuidad y el grado de mejora de una versión  $propVerDoc_d$  del documento  $doc_d$  es hacer uso de la media de las opiniones recibidas para cada aspecto. Se calculan ambos valores si desde que se aportó la propuesta de versión hasta el momento actual  $t_i$  ha pasado  $Tiempo_{verDoc}$  tiempo.

$$gradoContinuidad(propVerDoc_d, t_i) = \frac{\sum_j valorContinuidadRecibido(valor_j, propVerDoc_d, t_i)}{nOpinionesRecibidas(propVerDoc_d, t_i)} \quad (5.26)$$

$$gradoMejora(propVerDoc_d, t_i) = \frac{\sum_j valorMejoraRecibido(valor_j, propVerDoc_d, t_i)}{nOpinionesRecibidas(propVerDoc_d, t_i)} \quad (5.27)$$

donde:

$valorContinuidadRecibido(valor_j, propVerDoc_d, t_i)$  representa al valor de cada uno de los votos emitidos sobre la continuidad de la propuesta de versión  $propVerDoc_d$ .

$nOpinionesRecibidas(propVerDoc_d, t_i)$  es el número de votos sobre continuidad y mejora que ha recibido la versión  $propVerDoc_d$ . Se tendrá el mismo número de votos sobre continuidad que sobre mejora, ya que cuando se desea opinar sobre una propuesta de versión se vota sobre los dos aspectos a la vez.

$valorMejoraRecibido(propVerDoc_d, usuario_j)$  representa al valor de cada uno de los votos emitidos sobre la mejora de la propuesta de versión  $propVerDoc_d$ .

Para aceptar una nueva versión el parámetro más relevante es el grado de continuidad. Efectivamente, un autor tiene la propiedad intelectual de su documento y por lo tanto tiene el derecho a modificarlo, incluso aunque el cambio empeore su calidad en opinión de otros usuarios. Sin embargo, si la nueva versión en realidad no es tal, sino que es un documento

radicalmente distinto, la comunidad puede no aceptarlo como una continuación del anterior, e incluso exigir que sea enviado como un nuevo documento.

El grado de mejora, en cambio, se empleará para cualificar el grado de aceptación del documento. El grado de mejora de una propuesta de versión  $propVerDoc_d$  es el indicativo de cuánto ha cambiado hacia mejor o hacia peor el documento original  $doc_d$  con la nueva versión. Si una propuesta consolida entonces sustituye al documento original y adquiere de éste su grado de aceptación. Pero dicho grado de aceptación es modificado con lo que denominamos "factor corrector de la historia del documento" o  $factorHistoriaDoc(propVerDoc_d, t_i)$  (véase 5.1.3).

### 5.2.2.2 Consolidación de las propuestas de versiones de documentos

Plantearse si una propuesta de versión  $propVerDoc_d$  debe o no consolidar tiene sentido si ha opinado sobre ella una proporción considerable de los expertos de la comunidad, es decir, si ha habido suficiente participación a la hora de pronunciarse por la continuidad y mejora de la propuesta de versión.

Para la estimación de si hubo suficiente participación a la hora de opinar sobre una propuesta de versión  $propVerDoc_d$ , es necesario hacer uso de la medida que nos indica cuántos expertos de la comunidad han estado activos en el último periodo. A esta cantidad la denominamos "número de expertos activos en la comunidad de la propuesta de versión" o  $nExpertosActivos(propVerDoc_d, t_i)$ . Esta medida se obtiene con la suma de los usuarios expertos en la comunidad de  $propVerDoc_d$  que han participado en el último periodo en el área de conocimiento, mediante sus aportaciones en forma de unidades de conocimiento o mediante la emisión de opiniones sobre éstas.

Una primera opción, para garantizar suficiente participación, es pedir que todos los expertos activos en la comunidad de la propuesta hayan opinado sobre ella. Pero esta opción es demasiado ambiciosa e inalcanzable, debido a que, por diversos motivos, es difícil hacer que todos los expertos de una comunidad opinen sobre cada propuesta de versión. Pero si es factible pedir que al menos un porcentaje mayor a la mitad de éstos se pronuncie al respecto. Por tanto, se propone pedir que al menos un 60% de los expertos activos en la comunidad de  $propVerDoc_d$  opinen sobre la propuesta, para poder tener en cuenta su posible consolidación. Este porcentaje mínimo de participación que se pide sobre una propuesta determinada se denomina  $pExpertos$ . Dicho porcentaje es configurable, es decir, para cada área de conocimiento se puede determinar qué valor dar a este parámetro con el fin de adaptarlo a la dinámica de la comunidad.

El número mínimo de opiniones que se espera reciba una propuesta  $propVerDoc_d$  es el producto del porcentaje mínimo de participación que se exige y el número de expertos activos en el último periodo en la comunidad de la propuesta, es decir:

$$minimaParticipación(propVerDoc_d, t_i) = pExpertos \times nExpertosActivos(propVerDoc_d, t_i) \quad (5.28)$$

Entonces, si el número de personas que han opinado sobre una propuesta de versión es mayor o igual al número mínimo de opiniones que se esperaban o  $minimaParticipación(propVerDoc_d, t_i)$ , la propuesta de versión es candidata a consolidar.

Como ya se ha comentado, la consolidación de una propuesta de versión  $propVerDoc_d$  está determinada por su grado de continuidad. Si el grado de continuidad de una propuesta de versión es mayor a un umbral fijado entonces consolida.

Una primera propuesta para el "valor umbral del grado de continuidad de las propuestas de versión" o  $umbralContinuidadProVerDoc$  es un valor constante de 4, valor que ha sido utilizado satisfactoriamente en las experiencias realizadas. Al igual que el parámetro  $pExpertos$ , el valor de  $umbralContinuidadProVerDoc$  es configurable, es decir, se puede adaptar a la dinámica de la comunidad.

Por lo tanto una propuesta de versión  $propVerDoc_d$  consolida si se cumple lo siguiente:

$$gradoContinuidad(propVerDoc_d, t_i) \geq umbralContinuidadProVerDoc \quad (5.29)$$

Aunque el concepto de continuidad es una buena idea para recoger si en opinión de los usuarios la nueva versión trata sobre lo mismo que el documento original, tras las experiencias realizadas (véase 7.2.2) se ha detectado que dicho concepto no se ha sabido interpretar correctamente. El grado de continuidad será negativo en contadas ocasiones, en esencia sirve para detectar situaciones anómalas en las que un documento radicalmente distinto de aquel que pretende versionar podría aprovechar sin merecerlo la historia de aceptación del primero. La excepcionalidad de esta situación, unida a la desafortunada elección del rango  $[0, 10]$  para su estimación, ha ocasionado que la mayor parte de los usuarios haya malinterpretado su significado. Para evitar en el futuro esta situación se propone que el rango de este valor sea simplemente "apto" y "no apto".

En este caso, una propuesta de versión  $propVerDoc_d$  consolidará si la mayoría cualificada de las opiniones recibidas sobre continuidad le son favorables. Por ejemplo, una propuesta de versión  $propVerDoc_d$  consolida si al menos dos terceras partes de las opiniones recibidas de los usuarios son "apto".

Cuando consolida una propuesta de versión  $propVerDoc_d$ , es momento de realizar lo siguiente:

1. Sustituir el documento original  $doc_d$  por la propuesta de versión  $propVerDoc_d$  y calcular de nuevo su grado de aceptación (y con ello la cristalización) teniendo en cuenta el nuevo "factor corrector de la historia del documento" o  $factorHistoriaDoc(propVerDoc_d, t_i)$  el cual es función del grado de mejora de  $propVerDoc_d$  en el momento actual  $t_i$ .
2. Para cada una de las anotaciones que acompaña al documento original  $doc_d$  determinar si continúan acompañando a dicho documento, teniendo en cuenta que éste ha sido sustituido por  $propVerDoc_d$ , y que quizás en el contenido de la nueva versión ya estén incluidas las anotaciones que recibió el documento original (véase 5.2.2.3).

Para calcular el  $factorHistoriaDoc(propVerDoc_d, t_i)$ , se hace uso de una función a la que denominamos  $funFactorHistoriaDoc(gradoMejora(propVerDoc_d, t_i))$ . Cuando la versión mejore considerablemente al documento original, en opinión de la comunidad, esta función le otorga al factor un valor mayor a la unidad. De esta manera se premiará al grado de aceptación del documento (véase 5.1.3.1). En caso contrario, el factor tomará un valor menor a la unidad.

La función propuesta responde a la siguiente fórmula:

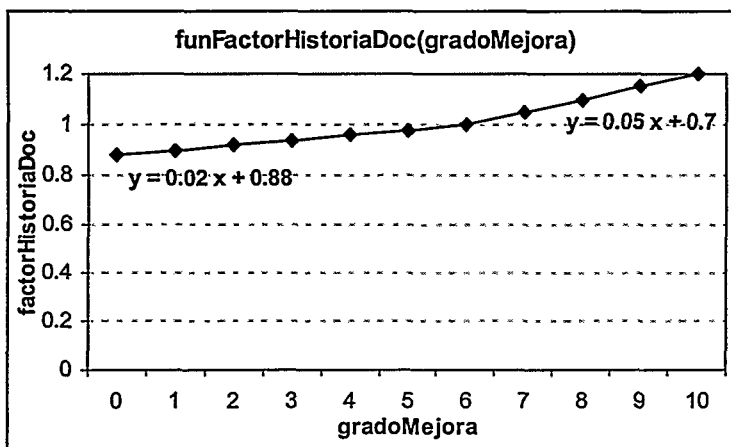


Figura 5.14 Función para calcular el "factor corrector de la historia de un documento".

El factor corrector de la historia del documento se calcula como sigue:

$$factorHistoriaDoc(propVerDoc_{d,t}) = funFactorHistoriaDoc(gradoMejora(propVerDoc_{d,t})) \quad (5.30)$$

$$funFactorHistoriaDoc(x) = \begin{cases} 0.02 * x + 0.88 & \text{si } x = gradoMejora(propVerDoc_{d,t}) \\ & x \geq 0 \text{ y } x < 6 \\ 0.05 * x + 0.7 & \text{si } x = gradoMejora(propVerDoc_{d,t}) \\ & x \geq 6 \end{cases} \quad (5.31)$$

En la propuesta planteada el valor umbral del grado de mejora que distingue entre las versiones con factor corrector de la historia por encima o por debajo de la unidad es el valor 6.

La pendiente de la segunda parte de la curva, que se corresponde con la de las versiones que han mejorado en opinión de la comunidad, es más pronunciada que la de la primera parte. El motivo de esta elección es que se desea premiar cada vez más a las versiones que más mejoran. Sin embargo, la primera parte de la curva tiene pendiente menos pronunciada, con el fin de castigar más lentamente a las versiones que no mejoran el documento original.

Como resumen del apartado, veamos a continuación por cada propuesta de versión si consolida o no, y en caso de consolidar qué otras operaciones son realizadas:



Si  $t_i$  - instanteEnQueSeañadió( $propVerDoc_d$ )  $\geq$   $Tiempo_{verDoc}$

Si  $nOpinionesRecibidas(propVerDoc_d, t_i) \geq minimaParticipación(propVerDoc_d, t_i)$

Si  $gradoContinuidad(propVerDoc_d, t_i) \geq umbralContiuidadProVerDoc$ , Entonces:

$propVerDoc_d$  consolida: sustituye al documento original  $doc_d$

Calcular  $factorHistoriaDoc(propVerDoc_d, t_i)$  y calcular  $Cristalización(doc_d)$

Calcular la continuidad de las anotaciones asociadas de  $doc_d$

Si no

$propVerDoc_d$  es eliminada

Si no

$propVerDoc_d$  es eliminada

Donde los valores propuestos para los parámetros configurables son:

$pExpertos = 0.60$

$umbralContinuidadProVerDoc = 4$

$Cristalización(doc_d)$ : véase 5.1.3

Calcular la continuidad de las anotaciones asociadas de  $doc_d$ : véase 5.2.2.3

### **5.2.2.3 Continuidad de las anotaciones cuando consolidan propuestas de versiones de documentos**

En el caso de que una propuesta de versión consolide, ésta sustituye al documento original, y en ese momento cuando hay que decidir qué ocurre con las anotaciones que acompañan al documento original. Se propone que esta decisión sea tomada por los expertos. Para ello, en el mismo momento en que los expertos opinan sobre la continuidad y mejora de la nueva versión con respecto al documento original, también es momento para que opinen sobre la posibilidad de eliminar o no cada una de las anotaciones que acompañan al documento en el caso de ser consolidada su propuesta de versión.

Por lo tanto, los usuarios pueden opinar sobre la permanencia o no de cada una de las anotaciones que acompañan a un documento  $doc_d$  que tiene una propuesta de versión  $propVerDoc_d$ . Se opina por cada una de las anotaciones asociadas a  $doc_d$  con un voto con uno de estos valores: "a favor" o "en contra". Con el primer valor se indica que la anotación debe continuar acompañando a la nueva versión si esta consolida (seguramente porque el autor no la tuvo en cuenta en su nueva versión), y con el segundo valor se indica que la anotación ya no debe continuar (seguramente porque el autor sí la tuvo en cuenta en la nueva versión del documento).

El mejor de los casos es que las anotaciones de crítica o de sugerencia de mejora (véase 5.1.2.2), que son las que influyen negativamente en el grado de aceptación del documento, sean tenidas en cuenta en la nueva versión de éste y por lo tanto, no continúen acompañando a la nueva versión una vez consolidada.

Cada anotación  $anot_n$  tiene asociado un "grado que indica que se ha tenido en cuenta en la nueva versión", que denominamos  $gradoInclusiónProVer(anot_n, t_i)$ . Este valor indica cuánto apoyo ha recibido sobre su "no continuidad" para acompañar al documento porque se tuvo en cuenta en su nueva versión. Por lo tanto este valor se calcula con la resta entre las opiniones en contra de su continuidad y las opiniones a favor de su continuidad:

$$gradoInclusiónProVer(anot_n, t_i) = nVotosEnContra(anot_n, t_i) - nVotosAFavor(anot_n, t_i) \quad (5.32)$$

donde:

$nVotosAFavor(anot_n, t_i)$  es el número de votos "a favor" de que continúe la anotación  $anot_n$  aunque se cambie el documento original por su nueva versión.

$nVotosEnContra(anot_n, t_i)$  es el número de votos "en contra" de que continúe la anotación  $anot_n$  aunque se cambie el documento original por su nueva versión.

Para que una anotación  $anot_n$  sea eliminada se pide que su grado de inclusión o  $gradoInclusiónProVer(anot_n, t_i)$  sea mayor o igual a un valor umbral, el cuál es una fracción del número de opiniones que ha recibido sobre su continuidad o  $nOpinionesRecibidas(propVerDoc_d, t_i)$ . Este número de opiniones es igual al número de votos sobre continuidad y mejora que ha recibido la propuesta de versión  $propVerDoc_d$  (véase 5.2.2.1).

El factor a aplicar a  $nOpinionesRecibidas(propVerDoc_d, t_i)$  es denominado "fracción mínima de opiniones de acuerdo en que la anotación se incluyó en la versión" o  $minimoAcuerdoIncAnot$ . Se propone dar un valor a este factor de 2/3: de esta manera se pide que la oposición a una anotación sea al menos dos terceras partes del promedio de votos que reciben las anotaciones.

El valor del parámetro  $minimoAcuerdoIncAnot$  es configurable, para cada área de conocimiento. Cuánto más alto sea el valor de este parámetro más consenso será necesario para eliminar una anotación.

### 5.3 CRISTALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO

Al contrario que en el caso del mecanismo de cristalización de documentos, el mecanismo propuesto para la evolución de la estructura es distinto según el modo de trabajo de la comunidad de usuarios. Si se trabaja en fase supervisada se puede interaccionar sobre la estructura de conocimiento de forma global, mientras que si se trabaja en fase activa, la interacción es localizada.

Como ya se comentó en el capítulo 4, cuando se inicia un área de conocimiento es necesario decidir de forma colaborativa cuál es la estructura del árbol de conocimiento más apropiada para el área. Esta tarea es trabajo de los componentes del grupo de coordinación,

que son por lo tanto los que pueden proponer estructuras alternativas al árbol, así como opinar sobre éstas (véase 5.3.1).

Sin embargo en el trabajo en la fase activa, existe sólo una estructura de conocimiento y sobre ella se pueden realizar cambios puntuales (añadir un tema, eliminar un tema, o mover un tema de un sitio del árbol a otro). En esta fase la tarea de proponer los cambios y opinar sobre dichas propuestas es misión de los usuarios expertos (véase 5.3.2).

### 5.3.1 La estructura en la fase supervisada

#### 5.3.1.1 Cálculo del grado de aceptación de las estructuras en la fase supervisada

Durante la fase supervisada "conviven" varias estructuras, alternativas entre sí. Todas son candidatas a ser la que mejor describe el área de conocimiento. Cada estructura tiene asociado un "grado de aceptación", que es el indicador de cómo es de aceptada por el grupo de coordinadores. En cada momento siempre existirá la "estructura más aceptada", que es la que tiene el grado de aceptación mayor. Cuando se cambia al modo de trabajo no supervisado, a la fase activa, entonces la estructura más aceptada pasa a ser la estructura que cristaliza.

Las interacciones de tipo opinión que reciben las estructuras son en forma de votos. Los votos a las estructuras en la fase supervisada pueden ser bien "a favor" o bien "en contra". Se ha considerado dar la opción de votar entre estos dos valores, así como dar la opción de poder cambiar el valor del voto sobre cada estructura cuando se desee, porque se considera la tarea de votar sobre las estructuras como un proceso de discusión.

Como ya se comentó, el proceso de votación a documentos no presupone un acuerdo global entre usuarios, ya que cada usuario puede votar sobre un documento cuando desee apoyarle de forma individualizada, sin tener la necesidad de ponerse de acuerdo con otros usuarios. Sin embargo, el proceso de votación a las estructuras tiene como fin poner de acuerdo al grupo de coordinadores de forma explícita sobre qué estructura es la mejor y por lo tanto la que debe ser utilizada para describir el área de conocimiento, en oposición de todas las demás.

La primera propuesta para el cálculo de aceptación de una estructura  $est_e$ , en el instante  $t_i$  es:

$$\text{gradoAceptación}(est_e, t_i) = nVotosAFavor(est_e, t_i) - nVotosEnContra(est_e, t_i) \quad (5.33)$$

donde:

$nVotosAFavor(est_e, t_i)$  es el número de votos "a favor", o de apoyo, que ha recibido la estructura  $est_e$ , desde que se aportó dicha estructura al área de conocimiento hasta el instante actual del cálculo o  $t_i$ .

$nVotosEnContra(est_e, t_i)$  es el número de votos "en contra", o de no apoyo, que ha recibido la estructura  $est_e$ , desde que se aportó dicha estructura al área de conocimiento hasta el instante actual del cálculo o  $t_i$ .

La fórmula planteada tiene la ventaja de ser sencilla, sin embargo presenta el siguiente problema. Si dos estructuras presentan igual diferencia de votos "a favor" y "en contra", reciben un mismo grado de aceptación, sin que influya la magnitud absoluta de dicho votos. Sin embargo, parece bastante obvio que no debe considerarse de igual manera una votación (diferencia entre un tipo y otro de votos) de 1 a 2 que una votación de 99 a 1000, aunque la diferencia en ambos casos es de un voto.

Por lo tanto, la primera mejora de la fórmula anterior es tener en cuenta porcentajes de votos en vez de números absolutos:

$$\text{gradoAceptación}(est_e, t_i) = \text{difPVotos}(est_e, t_i) \quad (5.34)$$

donde:

$\text{difPVotos}(est_e, t_i)$  es la diferencia de porcentajes de votos a favor y en contra que ha recibido la estructura  $est_e$

$$\text{difPVotos}(est_e, t_i) = pVotosAFavor(est_e, t_i) - pVotosEnContra(est_e, t_i) \quad (5.35)$$

$pVotosAFavor(est_e, t_i)$  es el porcentaje de votos "a favor" que ha recibido la estructura  $est_e$ , desde que se aportó al área de conocimiento hasta el instante actual del cálculo o  $t_i$ .

$$pVotosAFavor(est_e, t_i) = \frac{nVotosAFavor(est_e, t_i)}{nVotosAFavor(est_e, t_i) + nVotosEnContra(est_e, t_i)} \quad (5.36)$$

$pVotosEnContra(est_e, t_i)$  es el porcentaje de votos "en contra" que ha recibido la estructura  $est_e$ , desde que se aportó al área de conocimiento hasta el instante actual del cálculo o  $t_i$ .

$$pVotosEnContra(est_e, t_i) = \frac{nVotosEnContra(est_e, t_i)}{nVotosAFavor(est_e, t_i) + nVotosEnContra(est_e, t_i)} \quad (5.37)$$

El empleo de porcentajes, sin embargo, tiene un efecto pernicioso. Se pierde de vista la magnitud absoluta del número de votos recibidos. Si estos son pocos, el porcentaje de aceptación no puede ser considerado como muy fiable. Al contrario, si los votos son muchos, el porcentaje puede tenerse como una buena estimación de la opinión de toda la comunidad.

Por ello se propone aplicar a la fórmula del cálculo de aceptación un factor corrector que premie a las estructuras que más votos a favor tienen, y que evite que estructuras con pocos votos puedan alcanzar grados de aceptación excesivamente altos.

El factor corrector que se aplica al cálculo del grado de aceptación de las estructuras se denomina "coeficiente de corrección de la aceptación de la estructura" o  $\text{coefAceptaciónEst}(est_e, t_i)$ . Dicho coeficiente es función del número de votos a favor de la estructura, y del número de votos que ha recibido la estructura con el máximo número de votos a favor.

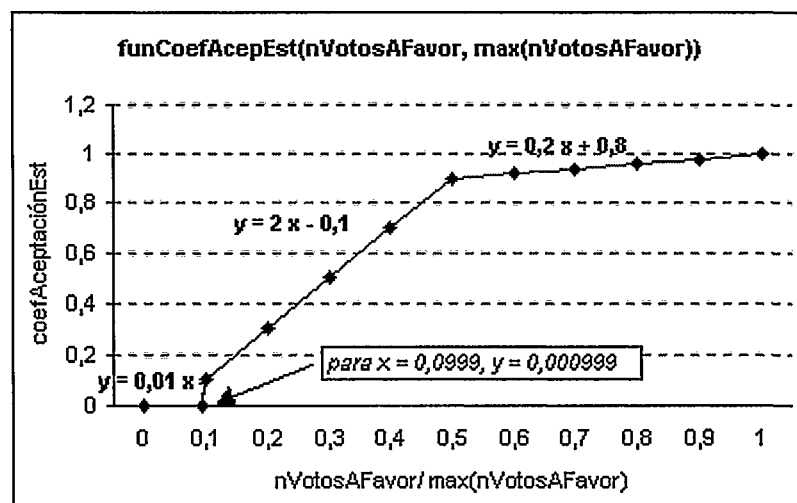
$$\text{coefAceptaciónEst}(est_e, t_i) = \text{funCoefAc epEst} ( nVotosAFavor ( est_e, t_i ), \max ( nVotosAFavor ( est_j, t_i ) ) ) \quad (5.38)$$

donde:

$\max(nVotosAFavor(est_j, t_i))$  es el número máximo de votos a favor que ha recibido una estructura, de entre todas las estructuras.

$est_j$  hace referencia a cada una de las estructuras en competición.

$funCoefAceptEst()$  es la función que determina el coeficiente de corrección de la aceptación de la estructura:



**Figura 5.15** Función para calcular el "coeficiente de corrección de la aceptación de la estructura" o  $coefAceptaciónEst(est_e, t_i)$ .

$$funCoefAceptEst(x) = \begin{cases} 0.01 * x & \text{si } x = nVotosAFavor(est_j, t_i) / \max(nVotosAFavor(est_j, t_i)), x < 0.1 \\ 2 * x - 0.1 & \text{si } x = nVotosAFavor(est_j, t_i) / \max(nVotosAFavor(est_j, t_i)), x \geq 0.1 \text{ y } x \leq 0.5 \\ 0.2 * x + 0.8 & \text{si } x = nVotosAFavor(est_j, t_i) / \max(nVotosAFavor(est_j, t_i)), x > 0.5 \end{cases}$$

(5.39)

Como se aprecia en la propuesta del cálculo del coeficiente de corrección, el cálculo varía dependiendo de la proporción de votos a favor que recibe una estructura  $est_e$  respecto del máximo de votos que ha recibido la estructura más votada ( $\max(nVotosAFavor)$ ).

Se desea hacer una diferenciación de las estructuras en tres grupos. Por un lado las estructuras que han recibido un número muy bajo de votos a favor, por otro lado las que han recibido un número razonable de votos a favor, y finalmente las que han recibido bastantes votos a favor.

En el primer grupo están las estructuras que han recibido menos del 10% del  $\max(nVotosAFavor)$ . Se considera que las estructuras pertenecientes a este primer grupo son estructuras sobre las que todavía no ha habido suficientes interacciones, por lo que el valor que nos da la diferencia de sus porcentajes no es significativo. Por esto a las estructuras de este grupo la función les otorga un coeficiente de corrección muy bajo.

En el tercer grupo están las estructuras que han recibido bastantes votos a favor, más concretamente las que han recibido más de la mitad del  $\max(nVotosAFavor)$ . Al coeficiente

de corrección de estas estructuras se le da un peso bastante similar y cercano al máximo valor que puede tener el coeficiente (la unidad).

Por último, en el grupo intermedio (segundo grupo) están las estructuras que han recibido un número razonable de votos a favor. Son las estructuras que han recibido entre un 10% y un 50% del  $max(nVotosAFavor)$ . Al coeficiente de corrección de éstas se les da un peso proporcional a su número de votos a favor.

Finalmente, la propuesta para el cálculo del grado de aceptación de una estructura es:

$$gradoAceptación(est_e, t_i) = difPVotos(est_e, t_i) * coefAceptaciónEst(est_e, t_i) \quad (5.40)$$

### 5.3.1.2 *Cristalización de la estructura en la fase supervisada*

Una vez calculado el grado de aceptación de cada una de las estructuras, en el instante  $t_i$ , la que tenga mayor valor es la que se considera como la más aceptada. Durante la fase supervisada todas las estructuras continúan en el área, no hay proceso de cristalización o eliminación.

Cuando se propone abandonar el modo de trabajo de la fase supervisada y pasar a la fase activa es cuando la estructura más aceptada cristaliza y se convierte en la estructura de partida del área de conocimiento en el modo activo. Las demás estructuras desaparecen (son eliminadas).

Por lo tanto el mecanismo de cristalización de la estructura en la fase supervisada es el siguiente y sólo se aplica cuando se procede a cambiar el área al modo de trabajo activo.

Si en  $t_i$  se produce la Activación (se lleva a cabo el cambio a la fase activa):

Para cada una de las estructuras ( $est_e$ ):

Si  $gradoAceptación(est_e, t_i) = \max (gradoAceptación(est_j, t_i))$

Entonces  $est_e$  cristaliza.

Si no

Entonces  $est_e$  es eliminada.

En la fase activa se trabaja con una única estructura. Los cambios sobre la estructura en la fase activa son puntuales, como ya se ha comentado anteriormente. Pero en el caso de necesitar reestructurarla -porque por ejemplo se necesita mover temas de un sitio a otro o añadir o eliminar varios temas de una vez- entonces se puede cambiar de nuevo a la fase supervisada, con lo que la estructura descristalizaría.

## 5.3.2 Evolución de la estructura en la fase activa

### 5.3.2.1 Cálculo del grado de apoyo de las propuestas de cambio en la estructura

Al pasar a la fase activa, la estructura más aceptada cristaliza y se convierte en la estructura inicial del área de conocimiento. La estructura cristalizada está formada por una serie de temas, a los cuales se les atribuye el estado de consolidados, aunque en esta nueva fase la estructura de conocimiento sigue en evolución.

En la fase activa no se producen cambios globales en la estructura (cambiar una estructura por otra) sino que sólo hay cambios puntuales en la estructura. Los cambios o propuestas de cambio que se pueden dar son:

Añadir un subtema a un tema consolidado de la estructura de conocimiento. El tema nuevo estaría en estado de "propuesto a añadirse".

Eliminar un tema consolidado de la estructura de conocimiento. El tema estaría en estado de "propuesto para eliminarse".

Mover un tema de una ubicación a otra, dicho tema estaría en estado de "propuesto para modificarse".

Una propuesta de cambio en la estructura puede consolidar o no consolidar, dependiendo del apoyo que recibe de los usuarios expertos en la comunidad.

Hay un tiempo fijado ( $Tiempo_{propEst}$ ) para la recogida de opiniones acerca de una propuesta de cambio de la estructura  $propEst_p$ . Durante este tiempo los usuarios deben ponerse de acuerdo sobre si llevar a cabo o no la modificación. Las opiniones de los usuarios se dan en forma de votos, los cuales pueden ser "a favor" o "en contra". Durante el tiempo de recogida de opiniones los usuarios pueden cambiar su opinión cuando lo deseen. El proceso de cambio en la estructura en la fase activa también implica un proceso de discusión, y por ello se da la opción de votar sobre las estructuras entre dos valores en contraposición y se permite cambiar el voto según transcurre dicho proceso de discusión.

En la fase activa la estructura está cristalizada. Para realizar un cambio se necesita que la propuesta reciba un mínimo de opiniones de los usuarios expertos en su comunidad y que además de entre estas opiniones haya un cierto consenso. Por lo tanto, la consolidación de una propuesta de cambio no es sólo función de las opiniones que recibe (en forma de votos, que nos proporcionan el grado de apoyo), sino que también es función del índice de participación de los usuarios en la emisión de opiniones al respecto.

Al contrario que otras medidas propuestas en los apartados anteriores, el grado de apoyo no se calcula periódicamente, sino que se calcula una única vez al final del periodo de tiempo fijado,  $Tiempo_{propEst}$ , para el proceso de decisión sobre la propuesta de cambio:

$$\text{gradoApoyo}(propEst_p, t_i) = nVotosAFavor(propEst_p, t_i) - nVotosEnContra(propEst_p, t_i) \quad (5.41)$$

donde:

$nVotosAFavor(propEst_p, t_i)$  es el número de votos "a favor" de que se realice la propuesta de cambio en la estructura  $propEst_p$ .

$nVotosEnContra(propEst_p, t_i)$  es el número de votos "en contra" de que se realice la propuesta de cambio en la estructura  $propEst_p$ .

El valor de este grado se mide en valores absolutos, al igual que pasaba con el grado de oposición de las anotaciones (véase 5.2.1.2). El motivo de utilizar valores absolutos para esta medida es porque luego se va a comparar con otro valor también en la misma magnitud, en valores absolutos (véase 5.3.2.2.).

### 5.3.2.2 La consolidación de las propuestas de cambio en la estructura

La consolidación de una propuesta de cambio en la estructura  $propEst_p$  está determinada por los siguientes factores: primero, que la propuesta haya recibido suficientes opiniones por parte de los expertos en su comunidad; y segundo, que las opiniones recibidas (a través de su grado de apoyo) muestren un consenso mínimo a favor de realizar la propuesta.

Para la estimación de si hubo suficiente participación en la discusión sobre llevar a cabo o no una propuesta  $propEst_p$ , es necesario hacer uso del valor que nos indica cuántos expertos de la comunidad de la propuesta han estado activos en el último periodo. A este dato lo denominamos "número de expertos activos en la comunidad de la propuesta" o  $nExpertosActivos(propEst_p, t_i)$ . Este valor es la suma de los usuarios expertos en la comunidad de  $propEst_p$  que han participado en el último periodo en el área de conocimiento (aportando documentos, opinando sobre éstos, aportando anotaciones, etc.)

Pedir que todos los expertos activos opinen sobre cada propuesta  $propEst_p$  nos sería realista. Pero si es factible pedir que al menos un porcentaje mayor a la mitad de éstos se pronuncie al respecto. Se propone pedir que al menos un 60% de los expertos activos en la comunidad de  $propEst_p$  opinen sobre la propuesta, para poder tener en cuenta su posible consolidación. Este porcentaje mínimo de participación que se pide sobre una propuesta determinada se denomina  $pExpertos$ . Para cada área de conocimiento se puede configurar este valor.

Por lo tanto el número mínimo de opiniones que se espera reciba una propuesta  $propEst_p$  es el producto del porcentaje mínimo de participación que se exige y el número de expertos activos en el último periodo en la comunidad de la propuesta, es decir:

$$minimaParticipación(propEst_p, t_i) = pExpertos \times nExpertosActivos(propEst_p, t_i) \quad (5.42)$$

Una vez comprobado que la propuesta  $propEst_p$  ha recibido suficientes opiniones, entonces es el momento de determinar si además ha tenido apoyo suficiente para que consolide. Si el grado de apoyo es mayor a un valor umbral entonces la propuesta consolida y se produce un cambio en la estructura.

Este umbral es una fracción del número de opiniones recibidas que es denominado "fracción de opiniones de apoyo para el acuerdo" o  $minimoAcuerdo$ . Se propone dar un valor a este factor de 2/3, de esta manera se pide que el apoyo recibido por una propuesta sea al menos de dos terceras partes de las opiniones recibidas.



Los valores de los parámetros propuestos son los que se consideran adecuados para conseguir el objetivo que se busca: que haya una garantía de consenso sobre la propuesta a aprobar, teniendo en cuenta que han participado en el proceso de decisión un mínimo de usuarios de la comunidad.

Al igual que el parámetro *pExpertos*, el parámetro *minimoAcuerdo* es configurable. Es importante elegir valores apropiados para ambos parámetros, con el fin evitar situaciones no deseadas. Es necesario buscar un equilibrio entre qué mínimos pedir para que no cueste demasiado que las propuestas consoliden y a la vez para que no consolide cualquier propuesta.

Por ejemplo en la experiencia del área de conocimiento sobre "Razonamiento bajo incertidumbre" (véase 7.2), los parámetros fueron algo más bajos a los propuestos, debido a que a los alumnos que llevaron a cabo el trabajo en el área no participaban muy activamente opinando sobre las estructuras. Los valores que se utilizaron en dicha experiencia fueron: *pExpertos* = 0.5 ; *minimoAcuerdo* = 0.5.

En resumen, el mecanismo para consolidar las propuestas de cambio en la estructura en la fase activa es como sigue:

Si  $t_i$  - instanteEnQueSeañadió(propEst<sub>p</sub>)  $\geq$  Tiempo<sub>propEst</sub>

Si  $(nVotosAFavor(propEst_p, t_i) + nVotosEnContra(propEst_p, t_i)) \geq$   
 $minimaParticipación(propEst_p, t_i)$

Si  $(gradoApoyo(propEst_p, t_i)) \geq$

$minimoAcuerdo \times (nVotosAFavor(propEst_p, t_i) + nVotosEnContra(propEst_p, t_i))$

Entonces propEst<sub>p</sub> consolida y la estructura incorpora el cambio que propone

Donde los valores propuestos para los parámetros configurables:

*pExpertos* = 0.60

*minimoAcuerdo* = 2/3

Finalmente, el caso de llevarse a cabo una propuesta de eliminación de un tema, además de ser eliminado dicho tema también son eliminados los temas que descienden de él (en el siguiente nivel y sucesivos). En el caso de llevarse a cabo una propuesta de cambiar un tema de ubicación, los temas que descienden de él le acompañan a la nueva ubicación. El estudio exhaustivo de otras alternativas a estas decisiones se plantea como parte del trabajo futuro (véase 8.3).

Por lo tanto todas las propuestas de cambio en la estructura son tratadas por igual, no hay distinción entre una de añadir un tema, de eliminar o de mover un tema de sitio. Es tarea de los usuarios en la discusión asociada a cada propuesta de cambio el reflexionar y decidir sobre si están de acuerdo en su realización, teniendo en cuenta que las propuestas de eliminación y cambio de ubicación llevan consigo los efectos antes comentados.

## 5.4 CONCLUSIONES Y CRÍTICA DEL MECANISMO DE CRISTALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

A lo largo de este capítulo se han planteado una serie de propuestas relativas al mecanismo de cristalización del conocimiento que se introdujo en el anterior capítulo:

1. Se propone un mecanismo de cristalización de los documentos basado en el concepto de grado de aceptación. El grado de aceptación es una estimación de cómo de apreciado es un documento por la comunidad de usuarios. Para el cálculo del grado de aceptación se tienen en cuenta los siguientes factores:
  - Los documentos reciben opiniones de forma implícita y de forma explícita, por lo tanto se proponen dos medidas: el “grado de aceptación implícita” y el “grado de aceptación explícita”. La primera de ellas se calcula en base a las consultas y accesos realizados por los usuarios. La segunda de ellas se calcula en base a las opiniones que formulan los usuarios explícitamente mediante votos y anotaciones
  - Se propone diferenciar las opiniones explícitas en votos y en anotaciones, debido a que son de distinta naturaleza y, además, pueden ser realizadas por distintos tipos de usuarios. Por un lado, los votos son emitidos por usuarios de reconocido prestigio en la comunidad, expertos en la fase activa o miembros del grupo de coordinación en la fase supervisada. Por otro lado, las anotaciones pueden ser emitidas por cualquier usuario.
  - El cálculo de la aceptación explícita en función de los votos tiene en cuenta el valor de los votos y su tendencia. Debido a que por lo general las comunidades presentan dinámicas periódicas, se propone calcular tanto el valor de los votos como su tendencia sobre la historia global del documento, y sobre la historia local del documento (teniendo en cuenta sólo los votos recibidos en el último periodo). De esta manera se estarán teniendo en cuenta tanto aspectos relacionados con la estabilidad a largo plazo como aspectos relacionados con el comportamiento reciente del documento.
  - Los documentos evolucionan mediante las versiones que se realizan de ellos. La sucesiva realización de versiones genera una historia del documento que también debe ser tomada en cuenta para estimar su grado de aceptación. Por ello, se propone un *factor corrector de la historia* que se calcula en función de la mejora que supone una versión de un documento con respecto a su versión anterior.
  - Finalmente, la combinación ponderada de estas medidas nos proporciona el grado de aceptación de un documento, que es una estimación de su apreciación por la comunidad.
2. Se propone el concepto de cristalización de documentos, en términos del mantenimiento del grado de aceptación durante un tiempo mínimo. El concepto de cristalización pretende capturar la idea de que si un documento recibe de forma constante una cierta aceptación debe de ser considerado como conocimiento establecido. Por otro lado, un documento es candidato a ser eliminado si durante un cierto tiempo su grado de aceptación ha estado por debajo de un valor de mínima aceptación. Finalmente, un documento cristalizado que deja de recibir aceptación durante un tiempo, descristaliza. Este umbral para descristalizar debe estar suficientemente separado del umbral de cristalización con el fin de crear una situación de histéresis que impida las oscilaciones entre ambos estados. Se propone que el tiempo que necesita un documento para pasar de un estado a otro, si cumple alguna de las situaciones anteriores, sea una fracción del tiempo que lleva en el estado inicial.

3. Se propone un mecanismo de cristalización de la estructura del conocimiento adaptada a la forma de trabajar de los usuarios en las distintas fases por las que pasa el área de conocimiento. Cuando una comunidad inicia un área de conocimiento, es necesario llegar a un consenso sobre qué estructura darle al área. Se lleva a cabo un proceso de discusión con el fin de decidir de forma colaborativa entre los miembros del grupo de coordinación cuál es la estructura más adecuada. Cuando se decide pasar a la fase activa, cristaliza la estructura que en ese momento tiene mayor grado de aceptación. Durante la fase activa, sólo hay una estructura como organizadora del conocimiento, sobre la que se podrán hacer cambios puntuales.
4. Se propone un mecanismo de evolución tanto para la estructura como para los propios documentos. Aunque los elementos hayan cristalizado, ello no quiere decir que sean inmutables. Al contrario, los documentos evolucionan mediante la generación de nuevas versiones. En la creación de versiones de documentos tienen un papel importante las anotaciones que reciben los documentos. Las anotaciones son un buen medio para motivar a los autores para la generación de nuevas versiones. Una versión consolida y por lo tanto sustituye al documento inicial si así lo cree oportuno su comunidad de expertos. Los expertos opinan sobre dos aspectos de la versión: I) si la versión continúa en la misma línea argumentativa que el documento original, mediante lo que es denominado valor de continuidad y II) si la versión mejora el documento inicial, mediante lo que es denominado valor de mejora. El grado de continuidad se emplea para decidir si la versión sustituye al documento original. El grado de mejora se utiliza para calcular el factor de ajuste de la historia del documento que será utilizado en su cálculo de aceptación. La estructura también evoluciona mediante propuestas de cambios puntuales (añadir, borrar o cambiar de posición un tema), que tienen que ser aprobados por la comunidad de expertos.

Aunque los mecanismos propuestos resuelven varios de los problemas planteados a lo largo de esta tesis, sin embargo quedan algunos interrogantes por resolver.

En primer lugar, el mecanismo propuesto de votación presenta un problema que siempre aparece asociado a este tipo de sistemas: los comportamientos de votación inadecuados. Por ejemplo, un grupo reducido de usuarios puede comprometerse a votar sus documentos de forma recíproca, creando una ilusión de calidad de forma artificiosa.

La solución que se propone para este problema es permitir a cualquier usuario el acceso completo al registro de votaciones de toda la comunidad. Esta política de transparencia permitirá a cualquier usuario analizar en detalle los patrones de votación, pudiendo llamar la atención de la comunidad si detecta cualquier patrón extraño.

En segundo lugar, el mecanismo planteado de asignar votos a los usuarios que se convierten en expertos puede sufrir una "inflación de votos" o una "deflación de votos". El primer caso se da si los expertos reciben demasiados votos por cada artículo cristalizado, y se devalúa su importancia. El segundo caso se da si los expertos no hacen uso de sus votos: el mecanismo tiende a la parálisis. Un estudio más detallado de ambas situaciones se propone como trabajo futuro.

Finalmente, cabe destacar una vez más la importancia de la motivación. El mecanismo propuesto se basa en las aportaciones realizadas por los usuarios, tanto mediante unidades de conocimiento como mediante sus posteriores interacciones con éstas (opiniones explícitas en distintos formatos, y opiniones implícitas en algunos casos). La motivación se convierte en el motor impulsor de la participación de los usuarios, y por lo tanto en una de las piezas clave para que la propuesta planteada pueda ser aplicada con éxito.



## CAPÍTULO 6

### EL SISTEMA KNOWCAT: CATALIZADOR DE CONOCIMIENTO

Para poder poner en práctica las propuestas planteadas en los dos capítulos anteriores se ha diseñado y desarrollado el sistema KnowCat, acrónimo de "Knowledge Catalyser" o "catalizador de conocimiento", que hace referencia a la propiedad principal del sistema: la catalización del proceso de cristalización del conocimiento.

KnowCat es un sistema distribuido que, sin necesidad de supervisión, permite la creación incremental de conocimiento estructurado. La motivación subyacente es permitir la generación de conocimiento colectivo de alta calidad como resultado de la interacción entre usuarios y conocimiento.

Este sistema nos permite la construcción de "lugares Web" donde podemos encontrar conocimiento relevante y de calidad sobre un área o tema. Dichos lugares son "KnowCat sites" o nodos KnowCat, a los que podemos acceder a través de la Web, mediante una dirección URL. El conocimiento de un nodo KnowCat está bajo un proceso de cristalización de conocimiento, gracias al cual tendremos en todo momento constancia de cuál es más relevante gracias a las opiniones y a su uso por parte de los usuarios.

El sistema tiene dos áreas inmediatas de aplicación:

- En el entorno docente: el objetivo es generar materiales educativos de alta calidad como resultado de la interacción de los estudiantes con los propios materiales.
- En el entorno de un grupo de investigadores: el objetivo es la creación y mantenimiento de una "memoria organizacional" [Conklin, 1992] donde compartir y evaluar el conocimiento relativo a su investigación conjunta.

En el primer apartado, se expone la modelización del sistema a partir de una metodología para la descripción de sistemas cooperativos, AMENITIES [Garrido, 2003] (véase 6.1).

En el segundo apartado, se presentan los requisitos y consideraciones de diseño del sistema. También se presenta su arquitectura y sus consideraciones de implementación.

En el apéndice A se encuentra una introducción al funcionamiento del sistema. Finalmente, en el apéndice B, se encuentra la lista de elementos que facilita la configuración de un nodo KnowCat.

## 6.1 MODELADO DEL SISTEMA

Cuando se aborda la modelización formal de un sistema informático, una primera decisión es elegir la metodología que se va a emplear. A lo largo de la historia de la informática se han propuesto varias metodologías de formalización, desde las más primitivas, basadas en modelos de la actividad del "programador", hasta las más actuales, basadas en modelos del problema a resolver.

Una de las metodologías más modernas, y aceptada con bastante generalidad, es UML – Unified Modeling Language o Lenguaje Unificado de Modelado– [OMG, 2001] [Rumbaugh, *et.al.*, 1999]. UML es creación de Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson (los llamados "tres amigos") y sucesor de la oleada de métodos de análisis y diseño orientados a objetos que surgieron a finales de la década de los ochenta y a principios de la siguiente. En 1997, UML se puso a consideración del OMG (Object Management Group o Grupo de administración de objetos) con el fin de estandarizarlo.

UML está compuesto por diversos elementos gráficos que se combinan para conformar diagramas. Debido a que UML es un lenguaje, cuenta con reglas para combinar los elementos. La finalidad de los diagramas es presentar diversas perspectivas de un sistema, a las que se conoce como modelo. Un modelo UML describe lo que supuestamente hará un sistema, pero no dice cómo implementar dicho sistema.

Sin embargo, al intentar modelizar los sistemas colaborativos con UML, nos encontramos una serie de carencias relativas a los procesos de sincronización, los procesos de toma de decisión y otros procesos similares de naturaleza cooperativa. Es por ello que recientemente están surgiendo extensiones de la metodología UML que contemplan estas necesidades. En esta tesis se va a emplear una de tales extensiones, AMENITIES, para la descripción formal del sistema implementado.

AMENITIES, acrónimo de A Methodology for aNalysis and DesIgn of CooperATive systEmS, ha sido desarrollada por el Grupo de Investigación en Informática Gráfica de la Universidad de Granada (<http://giig.ugr.es/>) [Garrido *et.al.*, 2001, 2002].

Es una metodología basada en modelos de comportamiento y tareas para análisis, diseño y desarrollo de sistemas cooperativos. Se ha creído oportuna la utilización de esta metodología debido a que proporciona una descripción del sistema independiente de su implementación, permitiendo así una mejor comprensión del dominio del problema [Cobos *et.al.*, 2003].

AMENITIES integra de modo jerarquizado varios modelos de comportamientos y tareas, con la idea de proporcionar una representación del sistema cooperativo en su conjunto. Este marco conceptual utiliza como notación una extensión de UML, incorporando aspectos relativos a grupos, tareas y estrategias de interacción. Propone modelar los sistemas cooperativos en términos de cuatro "vistas" del sistema:

- Vista de grupo. Se utiliza para identificar los aspectos relacionados con la propia organización (el grupo), y las restricciones que impone esta asociación. La relación entre los miembros del grupo y las tareas que deben llevar a cabo se expresan mediante el concepto de *rol*. A menudo esta relación está condicionada por restricciones de uno de los siguientes tipos: *capacidades* (determinan los conocimientos que un actor debe adquirir para participar con un rol determinado) y *leyes* (reglas, normalmente deducidas de la propia estructura social que hay en el grupo, que deben ser preservadas en el grupo).
- Vista cognitiva. Se utiliza para representar el conocimiento que posee o adquiere cada miembro del grupo en el escenario colaborativo. Dicho conocimiento se refleja mediante

---

la descripción de las tareas que puede llevar a cabo. En el análisis de tareas se tienen dos fases: *el diagrama del rol* (donde se recogen las características principales del conjunto de tareas a desempeñar por cada uno de los roles existentes) y *la definición de tareas* (mediante diagramas de actividades se reflejan los aspectos relevantes de cada tarea, como son: participantes, secuencialidad, concurrencia, etc.)

- Vista de interacción. Se utiliza para analizar las características de la comunicación entre participantes por medio de protocolos de alto nivel denominados *protocolos de interacción*. Se pueden identificar protocolos democráticos (toma de decisión por mayoría), de consenso (aprobación unánime de una decisión), jerárquicos, etc.
- Vista de información. Se utiliza para describir la información que "fluye" en el sistema, bien de manera implícita en las actividades y acciones, o bien de manera explícita como flujo de información entre actividades. Los tipos de información más habituales son documentos, eventos y recursos.

La metodología AMENITIES utiliza algunos conceptos especiales, los cuales están detallados y explicados en el trabajo de tesis de José Luis Garrido [Garrido, 2003]. Durante el resto del capítulo, las primeras referencias a los conceptos específicos de la metodología se destacan con letra ARIAL.

### 6.1.1 Vista de grupo de KnowCat

Como ya se comentó en el Capítulo 4 (véase 4.3.2.1), existen varias modalidades de trabajo según el estado de evolución del conocimiento colectivo de un grupo o comunidad. Cuando se inicia un área de conocimiento, la organización del sistema necesita de la figura de un grupo de coordinación encargado principalmente de la elaboración del árbol de conocimiento de dicha área. En este caso se está en la fase inicial del sistema o fase supervisada.

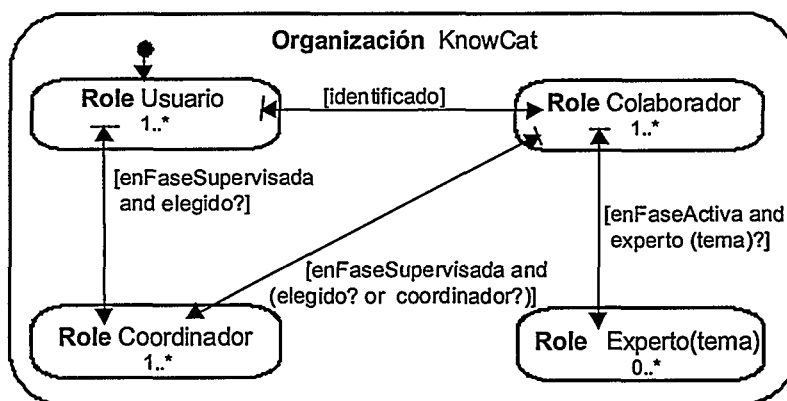
Cuando el grupo de coordinación estima oportuno, decide promover el área de conocimiento a la fase activa, en la cual el trabajo está basado en comunidades virtuales de expertos. Este cambio de fase es decisión de los miembros del grupo de coordinación, y su decisión está relacionada con el estado de madurez del árbol de conocimiento de su área. En esta fase desaparece la figura del grupo de coordinación, que es sustituida por expertos en temas concretos, los usuarios a los cuales les ha cristalizado un documento en el tema en el cual son considerados como expertos.

El área de conocimiento puede evolucionar a una tercera fase: la fase estable. Se produce cuando se detecta que la mayor parte de la actividad que hay en el área es de consultas. En esta tesis nos hemos concentrado en las dos primeras fases, que son las que se modelizan en este capítulo.

El trabajo en el área de conocimiento puede necesitar que se produzcan también los cambios de la fase estable a la activa, o de la activa a la supervisada. Se produce el cambio de la fase estable a la activa cuando los usuarios de la organización vuelven a aportar nuevo conocimiento y opinan sobre él. El cambio de la fase activa a la supervisada se produce cuando los miembros de la organización del área de conocimiento deciden que hay que realizar una reestructuración en profundidad del árbol de conocimiento. Es en la fase

supervisada donde el sistema provee de mecanismos para la realización de dicha reestructuración.

La organización de KnowCat se modela mediante el siguiente diagrama de organización. En este diagrama se presentan los roles que componen la organización en las dos primeras fases por las que evoluciona el área de conocimiento:



**Figura 6.1** Detalle de la vista de la organización en KnowCat: modo supervisado (enFaseSupervisada) y modo activo (enFaseActiva).

Los roles que aparecen en la organización son:

1. *Usuario*. Es una persona que puede consultar el conocimiento colectivo de la comunidad (a través de los temas, documentos y anotaciones disponibles). Es el rol inicial para todo actor del sistema.

2. *Colaborador*. Es un miembro activo que aporta documentos/anotaciones a un tema.

3. *Coordinador*. Es miembro del grupo de coordinación, grupo encargado de tomar decisiones acerca de la estructura del árbol de conocimiento. Debido a que su cometido se centra especialmente en organizar la estructura inicial del conocimiento, este rol sólo aparece en la fase supervisada. Además, los participantes que desempeñan este rol son los encargados de opinar sobre los documentos que se encuentran en ese momento en el área de conocimiento, por lo que actúan como expertos en todos los temas del árbol de conocimiento. Finalmente, son los responsables de decidir (por votación) si está suficientemente consolidado el conocimiento y, por tanto, se puede promover la evolución de la organización (a modo activo). Cuando se toma la decisión de cambiar a la fase activa, el rol de coordinador se pierde y los actores implicados pasan a comportarse como colaboradores.

4. *Experto en un tema*. Es un colaborador que ha adquirido cierto grado de reconocimiento dentro de la comunidad, gracias a la cristalización de alguno de sus documentos en un tema. Este rol sólo aparece en la fase activa. Los participantes que desempeñan el rol de experto son los que pueden opinar sobre los documentos que se aportan en los temas del área de conocimiento en los que son considerados expertos. También son los encargados de proponer modificaciones en la estructura del área de conocimiento y opinar sobre ellas



Las leyes que rigen la organización son:

- Un usuario debe identificarse [*identificado*] para obtener el rol de colaborador. La identificación para actuar como colaborador debe solicitarse al sistema (agente Administrador) que será el que estime oportuno su inclusión como colaborador. Este hecho tiene lugar por el compromiso del usuario a participar activamente con la aportación de contenidos al árbol de conocimiento.
- Un colaborador es coordinador (adquiere la capacidad para ello, [*coordinador?*] si inicialmente puede acreditar su experiencia en la comunidad. Normalmente en esta fase inicial los colaboradores que poseen esta capacidad serán profesores o expertos de reconocido prestigio, y serán ellos los que decidan la incorporación de nuevos colaboradores a su grupo por votación. Los coordinadores sólo existen en la fase supervisada.
- Asimismo, los miembros de la comunidad (tanto usuarios como colaboradores) pueden pertenecer al grupo de coordinadores (si han obtenido la capacidad [*elegido?*] de un área de conocimiento cuando hayan sido elegidos por consenso entre los coordinadores existentes para incorporarse al grupo (normalmente por su reconocido prestigio en el área).
- Un colaborador (en la organización activa) puede llegar a ser experto en un tema determinado (adquiere la capacidad de experto en un tema dado, [*experto (tema)?*] si cristaliza alguno de los documentos aportados en dicho tema. Los expertos sólo existen en la fase activa.
- El sistema puede presentar dos estados: [*enFaseSupervisada*], cuando se trabaja en modo supervisado (fase inicial); [*enFaseActiva*], cuando se trabaja en la fase activa. Como ya se ha comentado en el primer caso, se busca una organización coherente del árbol de conocimiento y la obtención de una masa crítica de participantes. En el segundo caso, se pretende obtener aportaciones de contenidos (documentos) de calidad y contrastadas sobre los temas del árbol de conocimiento. Aunque se prevé una tercera fase [*enFaseEstable*], en este trabajo se ha profundizado en las dos primeras fases del ciclo de vida propuesto.

Como se puede observar en los diagramas de organización, todos los cambios de rol están modelados como relaciones de agregación (transiciones aditivas). Por ejemplo, un usuario puede desempeñar el rol de colaborador sin perder la opción de desempeñar también el rol de usuario.

En la Figura 6.1 se indica el número de actores por rol mediante la multiplicidad que aparece debajo del nombre de cada rol. Por ejemplo, puede haber cualquier número de actores que tengan asumido el rol de colaborador, pero como mínimo uno (rango 1..\*). Análogos son los casos de los roles de usuario y coordinador. Sin embargo, no necesariamente hay expertos en los temas del área de conocimiento: pueden darse los casos extremos, esto es, o que haya varios expertos en un tema (porque han cristalizado varios documentos en ese tema) o que no haya ningún experto en un tema dado (todavía no ha cristalizado ningún documento en el tema), por ello la multiplicidad del rol experto (tema) se especifica con el rango 0..\*.

## 6.1.2 Vista cognitiva de KnowCat

En este apartado se describen las actividades que se pueden realizar bajo cada uno de los roles que componen la organización: *Usuario*, *Colaborador*, *Coordinador* y *Experto* (en un tema). Cada uno de los roles se representa con la relación de tareas que puede desempeñar. Las tareas se describen mediante la notación COMO-UML, la cual utiliza como base los diagramas de actividades de UML, donde una tarea está compuesta por un conjunto de unidades de trabajo.

KnowCat es un sistema que trabaja con comunidades de personas y agentes automáticos que interaccionan con ellos. Estos agentes desempeñan los roles: *Computer* (agente genérico, se encarga, por ejemplo, de registrar los accesos a los elementos de conocimiento), *Cristalizador* (encargado de llevar a cabo el proceso de cristalización del conocimiento) y *Administrador* (encargado de proporcionar identificación en el sistema a nuevos usuarios colaboradores).

A continuación se encuentran los diagramas de rol de los roles Usuario, Colaborador, Coordinador, Experto y Cristalizador. La participación de los roles Computer y Administrador se encuentra incluida en algunas de las tareas que aparecen a continuación.

### 6.1.2.1 Rol usuario

Este es el rol que desempeñan inicialmente los miembros de la comunidad. Permite consultar el conocimiento aportado colaborativamente por sus miembros, mediante la tarea *Consultar*. Además, incluye la tarea *SolicitarNuevoColaborador* (en la que interviene el sistema mediante el agente Administrador), mediante la cual un usuario puede pedir ser registrado en el sistema y de esta manera poder ya realizar las tareas del colaborador.

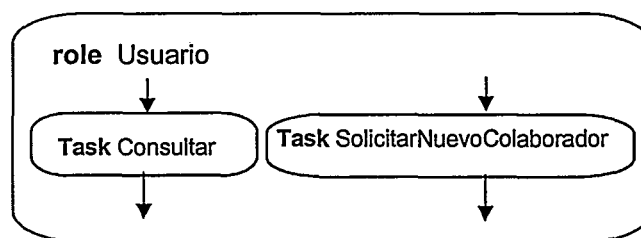


Figura 6.2 Tareas del rol usuario.

Antes de mostrar las tareas del rol usuario, es conveniente aclarar algunos temas relacionados con la notación de AMENITIES.

Como ya se ha comentado, las tareas se representan con diagramas de actividades. Una tarea está compuesta por unidades de trabajo. Existen dos tipos de unidades de trabajo: subactividades (esta condición de las subactividades se representa con el símbolo:  $\mathcal{P}$ ) y acciones. Las primeras pueden dividirse en más subactividades y acciones. La ejecución de una acción (que no tiene el símbolo anterior) no se puede dividir, se puede decir que es una operación atómica.

Los elementos de información manejados por el sistema, u objetos de información (según notación de la metodología AMENITIES), son representados por cajas en los diagramas de actividades.

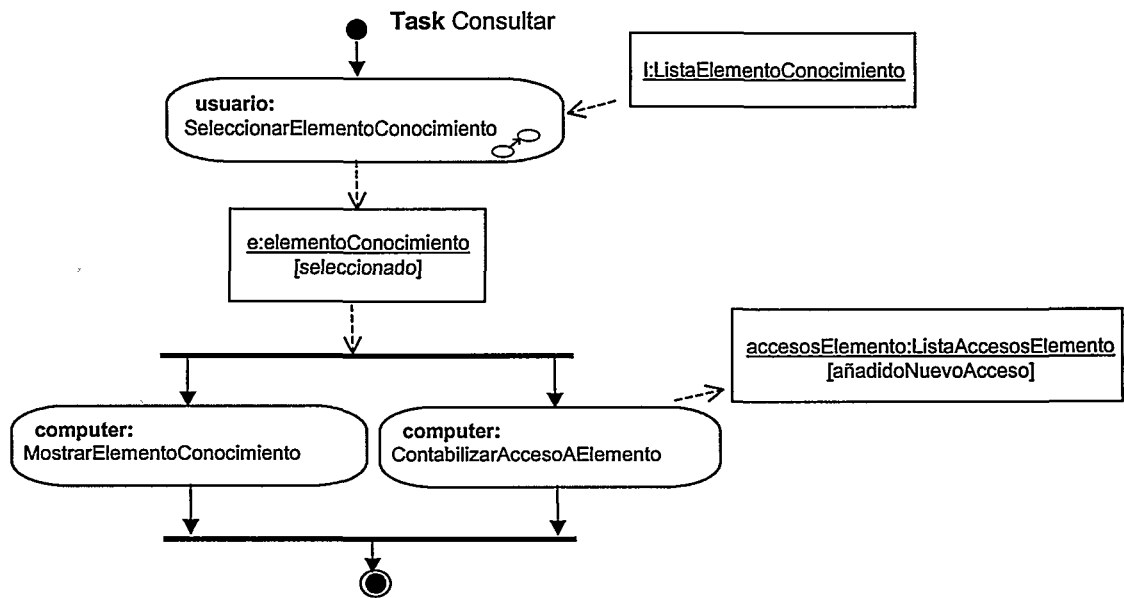


Figura 6.3 Tarea: consultar conocimiento.

Cuando un usuario accede a un elemento de conocimiento ( $e$ , que es instancia de la clase *elementoConocimiento*) el sistema (mediante el agente genérico *Computer*) realiza concurrentemente la acción de mostrarle lo que ha pedido (*MostrarElementoConocimiento*), y la acción de registrar la operación realizada (*ContabilizarAccesoAElemento*) mediante la adición de este acceso a una lista (*accesosElemento* es una lista, de la clase genérica *ListaAccesosElemento*; véase Figura 6.36), donde se contabilizan los accesos al elemento de conocimiento accedido.

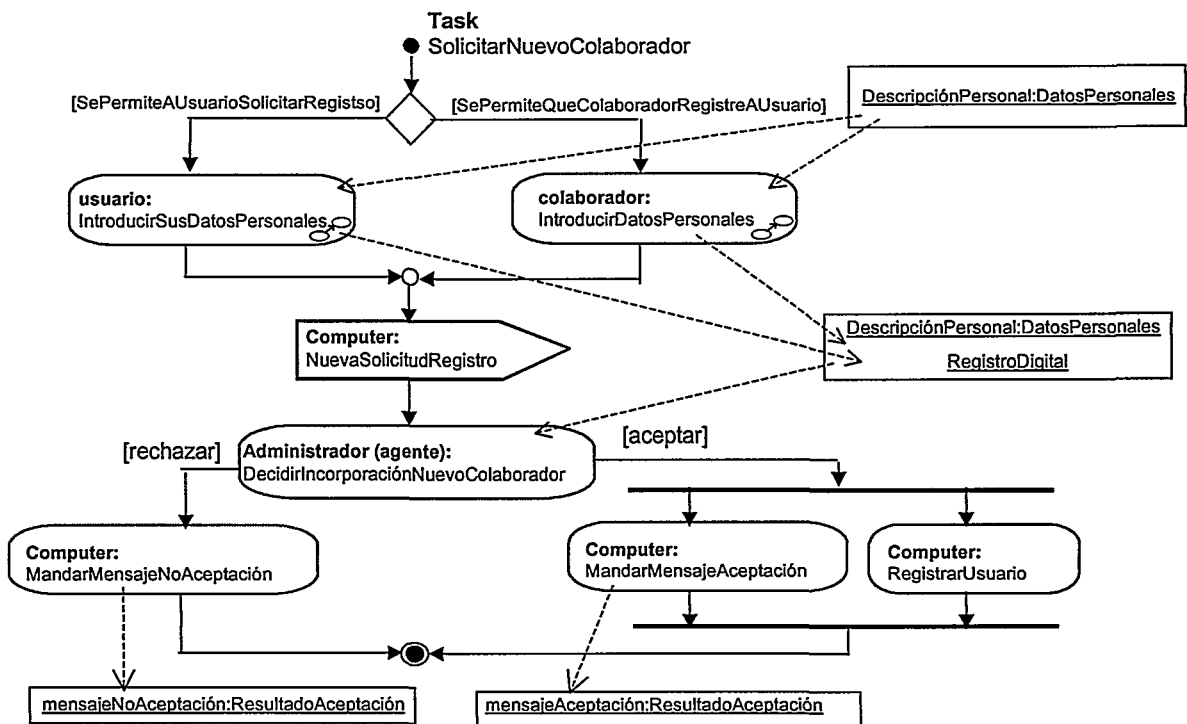


Figura 6.4 Tarea: solicitar dar de alta a un nuevo colaborador en el sistema.

En relación con la tarea de solicitud de alta de un colaborador, el sistema puede configurarse de una de las dos maneras siguientes (no pudiéndose dar las dos situaciones a la vez) o permite que un usuario no registrado pueda solicitar ser dado de alta en el sistema; o permite que un usuario ya registrado en el sistema (colaborador) pueda solicitar el registro de un usuario nuevo, es decir, se permite que un colaborador invite a un usuario al área de conocimiento.

Cuando un usuario o un colaborador ya han introducido los datos personales del nuevo colaborador que se desea registrar, se produce un evento (*NuevaSolicitudRegistro*) que trata el sistema mediante el agente *Administrador* (en el que recae la responsabilidad de registrarle o no, mediante *DecidirIncorporaciónNuevoColaborador*). En el caso de aceptarse el registro del usuario, se le envía a éste –ya colaborador– un mensaje (*MandarMensajeAceptación*) indicándole cuáles son sus datos personales (nombre de registro, contraseña, etc.) y el sistema se actualiza con la nueva incorporación. En caso de no ser registrado el nuevo colaborador, se envía un mensaje (*MandarMensajeNoAceptación*) con la no aceptación a la persona que hizo la solicitud.

### 6.1.2.2 Rol colaborador

La principal característica de este rol es que permite a los actores que lo desempeñan participar en el sistema aportando unidades de conocimiento: documentos y anotaciones. Para actuar como colaborador primero hay que identificarse en el sistema. Un usuario puede identificarse si está registrado en el sistema. A continuación se encuentra el resumen de las tareas básicas del colaborador. Para todas estas tareas es necesario que el actor esté registrado en el sistema.

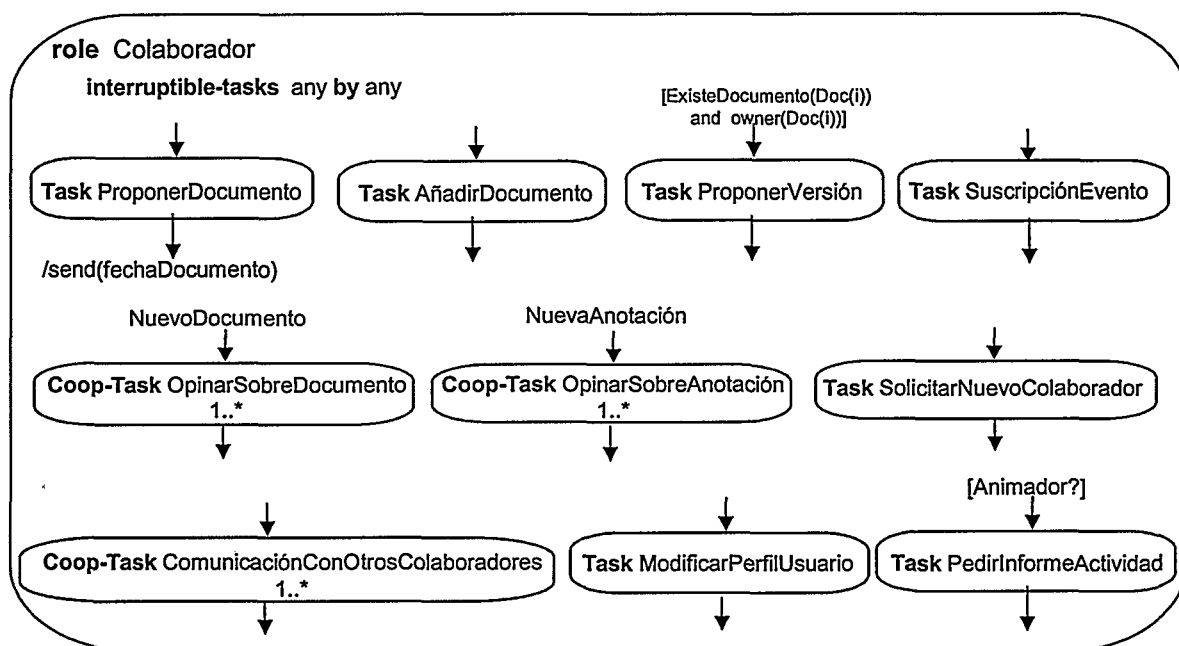
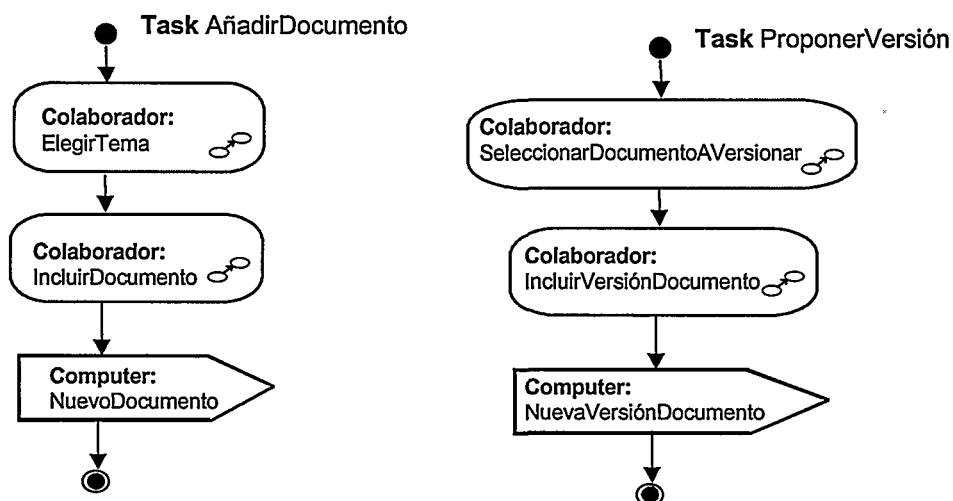


Figura 6.5 Tareas del rol colaborador.

A continuación se encuentra el detalle de las tareas más relevantes del rol colaborador.



**Figura 6.6** Tareas: añadir un documento (izq.), proponer una versión de un documento ya aportado (der.).

El colaborador puede añadir nuevos documentos (*AñadirDocumento*) a un tema en cualquier momento, o bien, aportar una versión nueva de alguno de los documentos que aportó (*ProponerVersión*). Cuando se propone una versión, el usuario que hace dicha propuesta debe ser el propietario (*owner*) del documento original.

En ambas tareas el colaborador inicia la operación indicando el tema sobre el que quiere aportar un documento (en *AñadirDocumento*) o cuál es el documento que desea versionar (en *ProponerVersión*). Seguidamente envía el documento (como un documento nuevo o como una versión de otro ya existente). Finalmente el sistema, mediante el agente *Computer*, emite el evento correspondiente sobre el tipo de elemento de conocimiento aportado, lo que permitirá que otras tareas, que dependen de dichos elementos, puedan entonces realizarse a partir de ese momento.

En ambas tareas, los documentos enviados se adjuntan directamente al árbol de conocimiento, pero en el caso de la propuesta de versión de un documento, queda acompañando al documento al cual versiona, sin ser el documento original cambiado todavía por la versión. Se produce el cambio del documento original por la propuesta de versión si la propuesta de versión consolida, de acuerdo con el mecanismo de cristalización propuesto (véase 5.2.2)

El colaborador también puede indicar que próximamente enviará un documento (*ProponerDocumento*), comprometiéndose a realizarlo en una fecha determinada. En este caso se genera un evento indicando la fecha prevista de recepción.

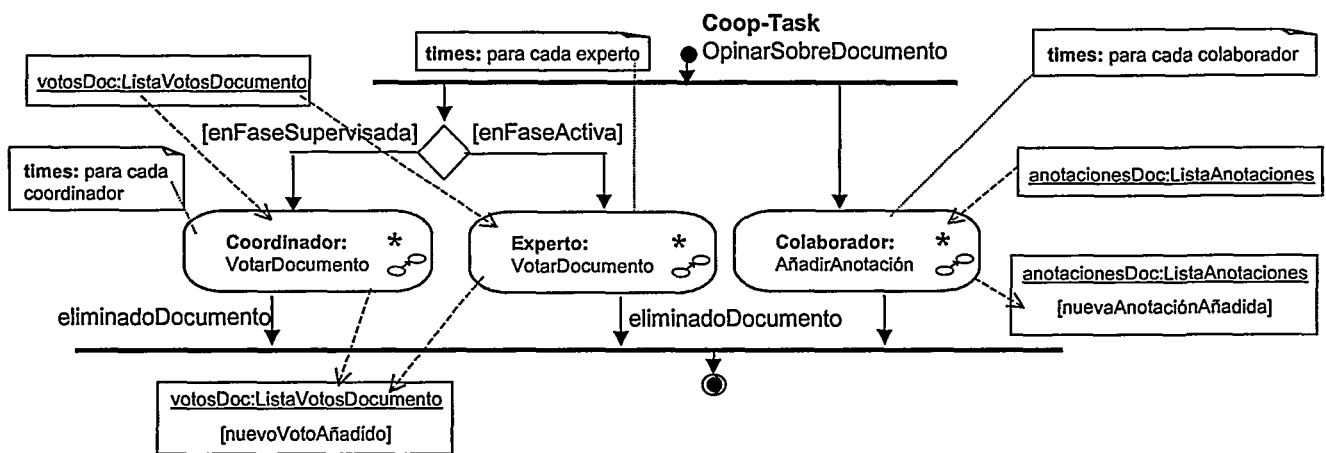


Figura 6.7 Tarea: opinar sobre un documento.

Sobre cada documento que se aporta al sistema, el colaborador puede opinar explícitamente (*OpinarSobreDocumento*) mediante anotaciones (*AñadirAnotación*), que son comentarios sobre lo que se cuenta en el documento. La tarea *OpinarSobreDocumento* es de carácter colaborativo, ya que el colaborador es consciente de que su opinión, junto con las de otros participantes (lo que se especifica con el rango 1..\* en la Figura 6.5), es tomada en cuenta por el sistema en el mecanismo de cristalización del conocimiento en forma de documentos (véase 5.1).

Como se puede apreciar en el diagrama de la Figura 6.7, en la tarea de opinar sobre documentos también intervienen usuarios de otros roles, los cuales pueden aportar otro tipo de opiniones sobre los documentos: votaciones. Los roles que pueden votar sobre documentos son el coordinador en la fase supervisada y el experto (en un tema) en la fase activa. Son estos roles los que pueden votar sobre los documentos, porque son tipos de usuarios a los que, o se les ha reconocido su trabajo en el tema del documento sobre el que se está opinando (el caso de los expertos), o son los usuarios que fundaron el área de conocimiento, o usuarios de reconocido prestigio (coordinadores).

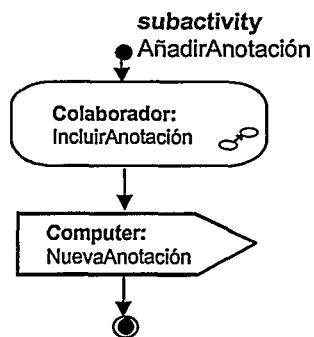


Figura 6.8 Subactividad: añadir anotación a un documento.

Volviendo al trabajo del colaborador (véase Figura 6.8) cuando un colaborador aporta una anotación sobre un documento (*AñadirAnotación*) el sistema emite el evento *NuevaAnotación*, que avisa del tipo de elemento de conocimiento que se aportó.

Cada vez que un colaborador aporta una anotación, se crea una instancia de la subactividad *AñadirAnotación*. Esta situación se expresa en el diagrama de la Figura 6.7 con el asterisco asociado a la subactividad y con la cláusula times, con el comentario que indica un número de instancias concurrentes.

Las acciones (o subactividades) que llevan asociadas la aportación de algún elemento de conocimiento u opinión sobre los anteriores, como por ejemplo *AñadirAnotación*, registran la aportación realizada al sistema en una lista de elementos del tipo apropiado (en este caso *anotacionesDoc*, que es de la clase *ListaAnotaciones*). Estas listas serán posteriormente utilizadas por el sistema para la realización del cálculo del grado de aceptación de los elementos de conocimiento.

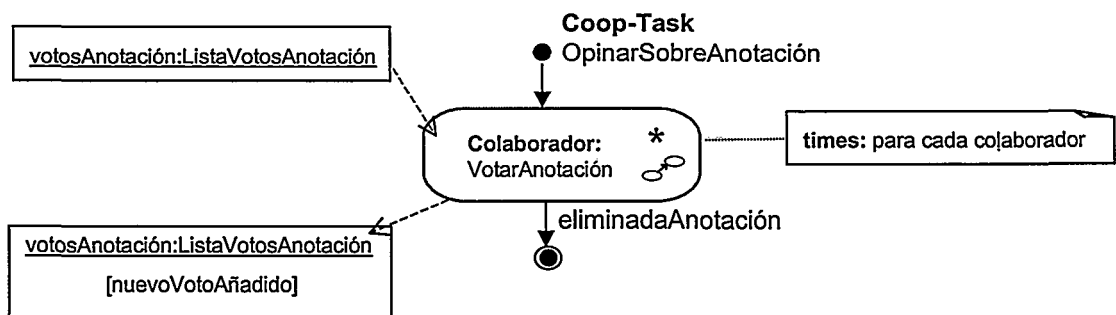


Figura 6.9 Tarea: opinar sobre una anotación.

Los colaboradores pueden participar opinando sobre las anotaciones aportadas a los documentos del sistema (*OpinarSobreAnotación*). Opinar sobre una anotación consiste en emitir un voto (a favor o en contra) en relación a lo que dice la anotación (*VotarAnotación*). Un colaborador que vote a una anotación puede cambiarlo todas las veces que desee, mientras que la anotación no sea eliminada (*eliminadaAnotación*).

Opinar sobre las anotaciones es tarea de los colaboradores, no de los expertos, como es el caso de votar sobre documentos en la fase activa, porque no requiere que el participante que la realice tenga una condición de reconocimiento específica.

La permanencia de las anotaciones en el sistema está determinada por las opiniones de apoyo que reciban por parte de los usuarios colaboradores (véase 5.2.1). Es necesario contabilizar las opiniones de todos los que opinen sobre una misma anotación (por ello el rango 1..\*), por lo que se considera esta tarea de carácter colaborativo. Esta tarea termina (es decir, se dejan de recoger opiniones sobre una anotación dada) cuando la anotación desaparece (*eliminadaAnotación*). Una anotación es eliminada cuando hay un cierto consenso entre los usuarios en oposición a que dicha anotación siga en el sistema (véase 5.2.1).

Un usuario colaborador puede invitar a nuevos usuarios a participar en el sistema como colaboradores (*SolicitarNuevoColaborador*). Esta operación ha sido detallada en la Figura 6.3.

Los colaboradores pueden comunicarse asincrónicamente mediante el sistema. Para ello, el sistema pone a su disposición una tarea que posibilita la comunicación entre colaboradores: *ComunicarseConOtrosColaboradores*. Esta tarea hace uso de un protocolo de comunicación específico de la metodología, y está descrita en la vista interacción del sistema (véase 6.1.3, Figura 6.34).

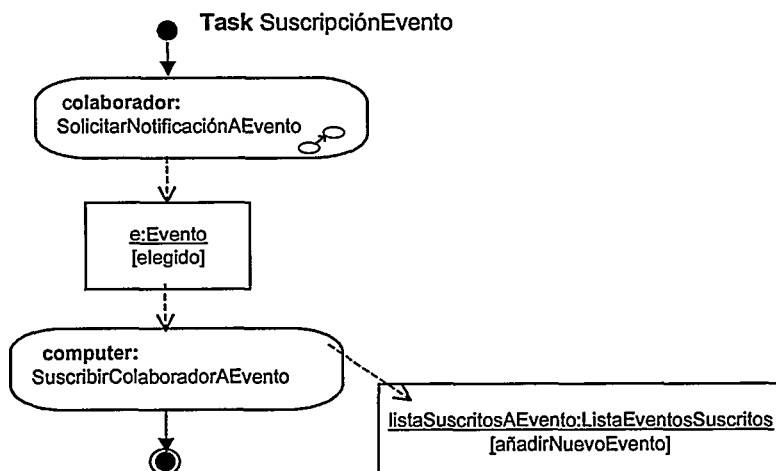


Fig 6.10 Tarea: suscripción a eventos.

Todo usuario perteneciente a la comunidad del área de conocimiento, es decir que esté registrado en el sistema, puede suscribirse a cualquiera de los eventos que se generan cuando otro usuario interacciona con el sistema (*SuscripciónEvento*). Hay dos tipos de eventos: de carácter general y de carácter local. Por ejemplo "recibir mensaje cuando alguien vote alguno de mis documentos" es una suscripción de carácter general porque afecta a cualquier documento de cualquier tema del árbol de conocimiento del área. Mientras que "recibir mensaje cuando alguien proponga un tema nuevo como subtema de un tema dado" es un evento de carácter local a un tema del árbol de conocimiento.

Para realizar la suscripción a un evento dado el colaborador selecciona dicho evento (*SolicitarNotificaciónAEvento*) y el sistema guarda en la lista oportuna quién está suscrito a qué evento (*SuscribirColaboradorAEvento*). De esta manera, cuando se produzca cualquier evento el sistema, consultando las listas con los registros de los colaboradores asociados a eventos, mandará un mensaje a los usuarios suscritos a ese tipo de evento. Además, cada mensaje asociado a un tipo de evento está adaptado a la información que debe transmitir al usuario.

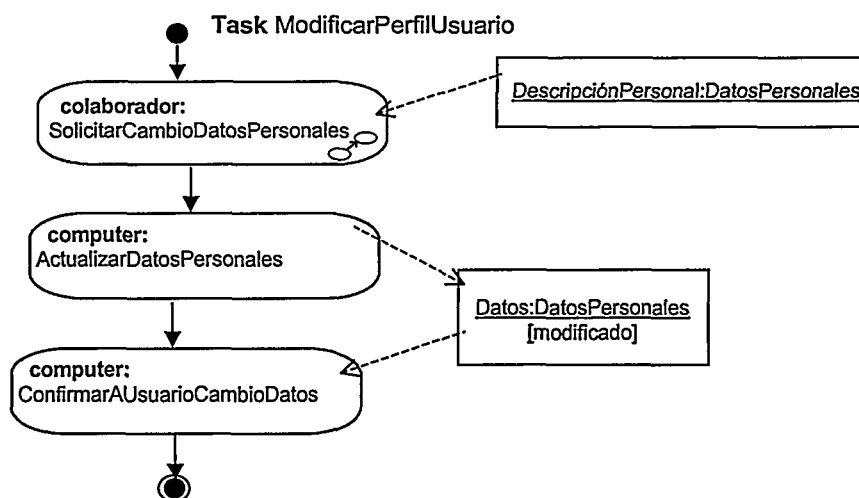
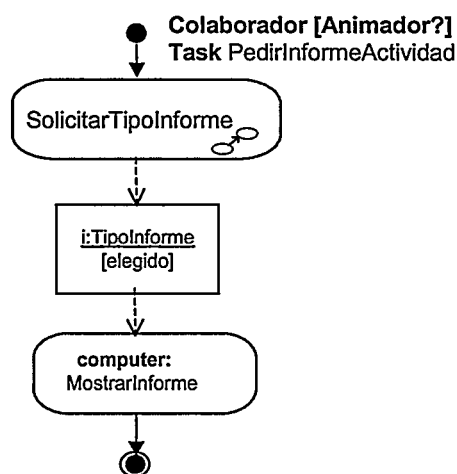


Fig 6.11 Tarea: modificar datos personales en el perfil de usuario registrado en el sistema.



Todo usuario registrado en el sistema –es decir, colaborador– puede cambiar cualquiera de sus datos personales y añadir más información sobre su perfil de usuario (*ModificarPerfilUsuario*).

En esta tarea el usuario, tras la consulta de sus datos personales, puede solicitar cambiar alguno de estos (*SolicitarCambioDatosPersonales*). El sistema comprueba que el dato puede modificarse, o en el caso de que dicho dato estuviera vacío, confirma que pueda añadirse la información suministrada por el usuario (*ActualizarDatosPersonales*). Una vez que el sistema haya registrado el cambio se lo notifica al usuario (*ConfirmarAUsuarioCambioDatos*).



**Figura 6.12** Tarea: pedir informe sobre la actividad ocurrida en el sistema.

Por último, ciertos colaboradores pueden, además, ver informes de actividad (*PedirInformeActividad*). Estos colaboradores son los llamados "animadores" del área de conocimiento. Los animadores –una o varias personas– son el instructor o instructores de una asignatura (en el caso de trabajar en el área de conocimiento profesores y alumnos) o los investigadores responsables de una investigación (en el caso de trabajar en el área un grupo de investigadores). Un actor que esté desempeñando el rol de colaborador, si tiene la capacidad de ser animador del área de conocimiento ([*Animador?*]) puede pedir informes sobre la actividad generada en el sistema.

Existen distintos tipos de informes de actividad; los más representativos son el informe sobre las unidades de conocimiento aportadas y su estado, y el informe sobre las interacciones realizadas por los usuarios.

A la hora de solicitar un informe de actividad, el animador elige entre uno de los tipos posibles (*SolicitarTipoInforme*), el sistema genera el informe y lo muestra al usuario (*MostrarInforme*) que lo solicitó.

### 6.1.2.3 Rol coordinador

Los coordinadores son los encargados de organizar la estructura del área de conocimiento durante la fase supervisada y decidir cuándo está consolidada dicha estructura (finalizando por tanto su labor de supervisión). Este colectivo está compuesto por el grupo fundador del área (por ejemplo profesores) y miembros de reconocido prestigio (que son incorporados por los propios coordinadores). Las tareas de este rol son: proponer y opinar sobre estructuras de conocimiento, proponer y opinar sobre el cambio de fase, proponer y opinar sobre incluir a nuevos coordinadores en el grupo, opinar sobre documentos y propuestas de versiones, y comunicarse con otros coordinadores.

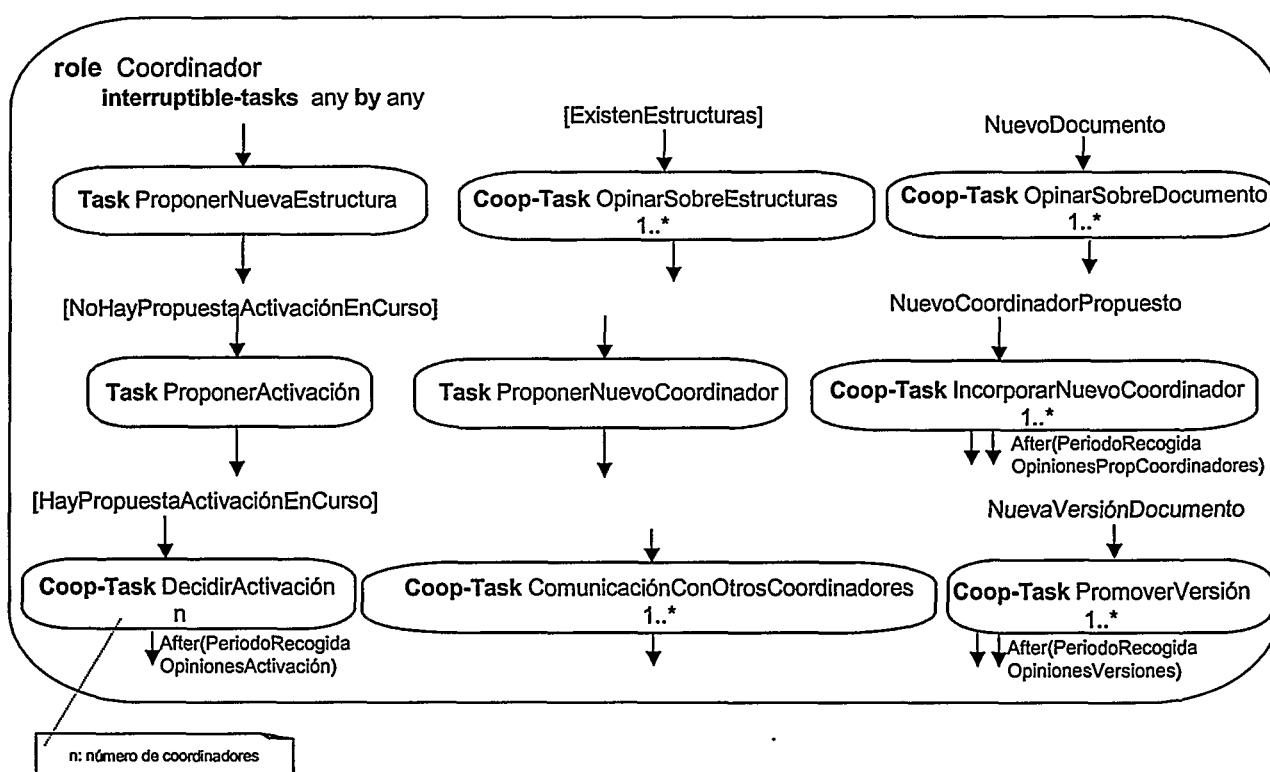
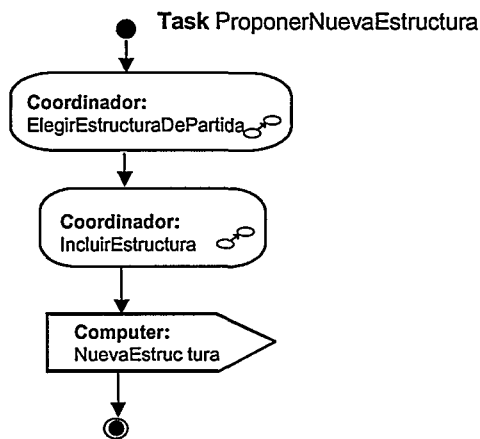


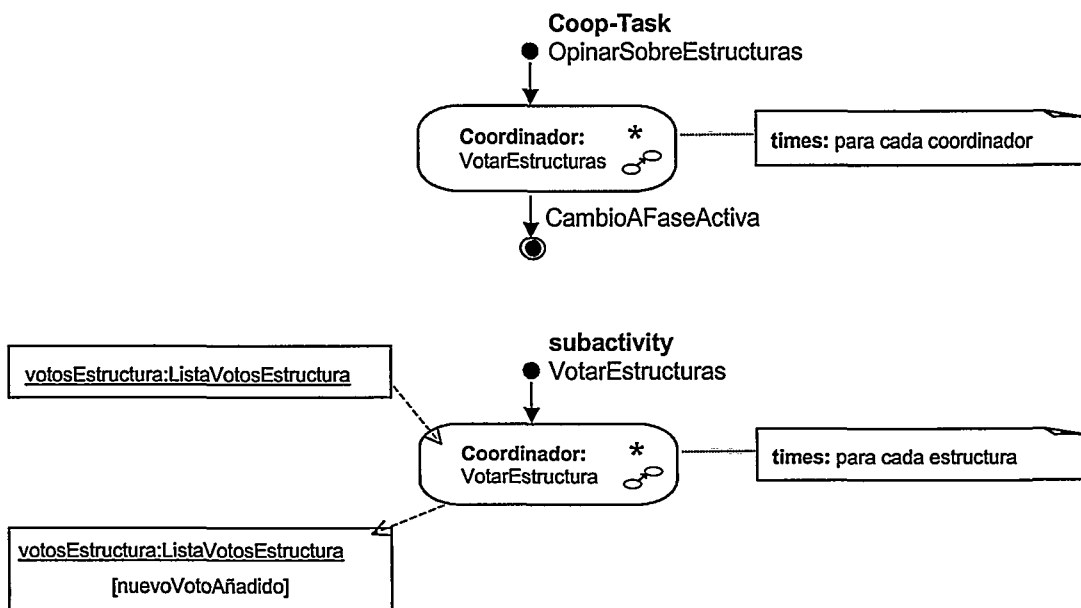
Figura 6.13 Tareas del rol coordinador.

Todas las tareas de este rol terminan cuando se decide cambiar a la fase activa. Se ha creído oportuno indicar sólo este hecho explícitamente en el detalle, que se muestra a continuación, de algunas tareas que así lo requerían:



**Figura 6.14** Tarea: proponer una nueva estructura alternativa para el árbol de conocimiento.

Un coordinador puede participar proponiendo, cuando lo crea conveniente, una nueva estructura (árbol de conocimiento) alternativa (*proponerNuevaEstructura*) a la que por el momento está mejor valorada y que es por lo tanto candidata a ser la estructura a cristalizar, si se produce el cambio a la siguiente fase. Para la realización de esta tarea, el coordinador primero elige de entre las distintas estructuras propuestas una de ellas (*ElegirEstructuraDePartida*), y hace las modificaciones oportunas para proponer su propia estructura (*IncluirEstructura*). En este momento, el agente *Computer* emite el evento *NuevaEstructura*, para indicar que hay una alternativa más sobre la que opinar.



**Figura 6.15** Tarea: opinar sobre las estructuras de conocimiento propuestas en la fase supervisada (arriba). Subactividad: opinar sobre cada una de las estructuras (abajo).

Los coordinadores deben opinar sobre las estructuras propuestas con el fin de ir decidiendo entre todos cuál es la estructura que mejor representa el área de conocimiento. Es necesario contabilizar la opinión de los coordinadores (*opinarSobreEstructuras*) sobre las

estructuras disponibles (*[ExistenEstructuras]*), por ello esta tarea se considera de carácter colaborativo (véase 5.3.1).

Por cada coordinador se crea una instancia de la subactividad *VotarEstructuras*, que compone la tarea *OpinarSobreEstructuras*. Cada una de estas instancias a su vez da lugar a otra instancia por cada una de las estructuras sobre las que opinar, mediante la subactividad *VotarEstructura*. Un coordinador puede dar un voto a una estructura y cambiar dicho voto tantas veces como lo desee, mientras se siga trabajando en la fase supervisada. La posibilidad de cambiar el voto siempre que se desee está implícitamente modelizada en que la subactividad *VotarEstructuras* no tiene flecha de salida. El fin de dicha subactividad lo determina el fin de la tarea *OpinarSobreEstructuras*, y el fin de esta tarea ocurre cuando se cambia a la fase activa (*CambioAFaseActiva*).

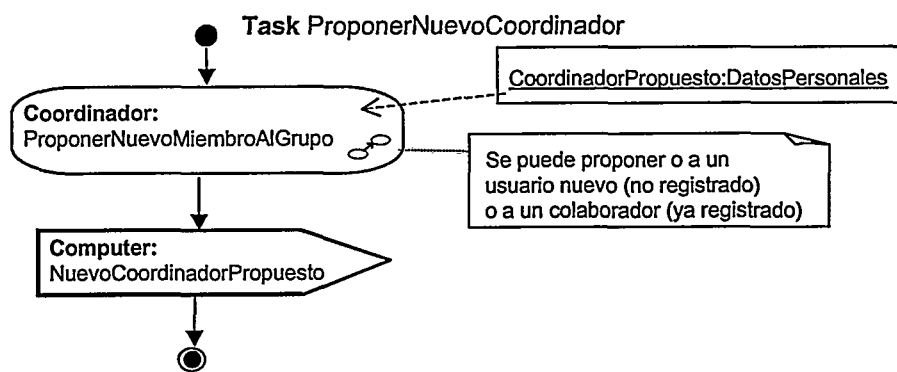


Figura 6.16 Tarea: proponer incorporar un nuevo miembro al grupo de coordinación.

Los coordinadores pueden acordar la incorporación a su grupo de personas de reconocido prestigio de entre los usuarios y colaboradores. Para ello cualquier coordinador puede proponer incorporar a un usuario determinado (registrado o no en el sistema) al grupo (*ProponerNuevoCoordinador*, detalle en la Figura 6.16). Seguidamente es labor de todos los coordinadores opinar sobre la incorporación de cada uno de los propuestos, mediante la tarea cooperativa *IncorporarNuevoCoordinador* (detalle en la Figura 6.17).

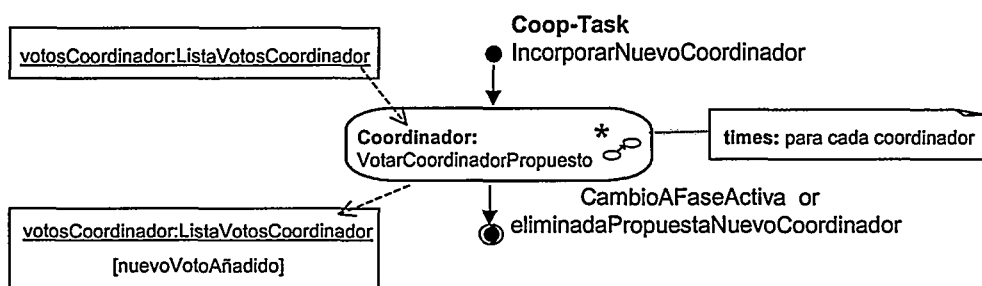
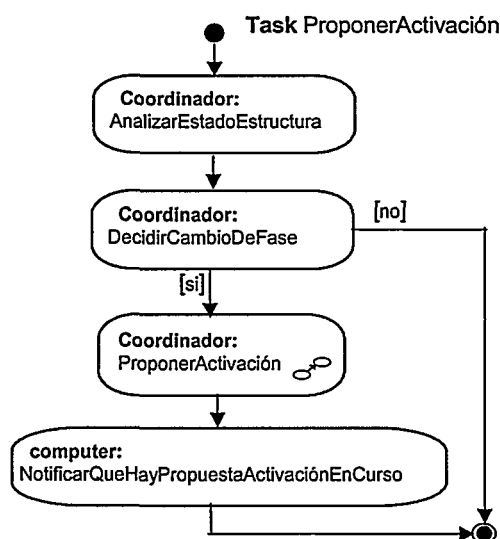


Figura 6.17 Tarea: opinar sobre la incorporación de un nuevo miembro al grupo de coordinación.

Es necesario recoger las opiniones de los coordinadores sobre la incorporación o no de cada uno de los usuarios propuestos a ser añadidos al grupo, para determinar quiénes pasan a formar parte del grupo de coordinación; por esto la tarea *IncorporarNuevoCoordinador* es de carácter cooperativo. El voto dado sobre la incorporación de un determinado usuario propuesto puede ser cambiado tantas veces como se desee, mientras se siga trabajando en el modo supervisado (no se produzca el cambio a la fase activa, *CambioAFaseActiva*) y la

propuesta de incorporación no sea eliminada por el sistema (*eliminadaPropuestaNuevoCoodinador*). La propuesta sobre la inclusión de un usuario en el grupo de coordinación es eliminada bien porque el usuario propuesto es aceptado y pasa a formar parte del grupo, bien porque la propuesta no ha obtenido suficiente aceptación después de un tiempo de recogida de opiniones (*PeriodoRecogidaOpinionesPropCoordinadores*).



**Figura 6.18** Tarea: proponer el cambio a la fase activa: Activación.

Entre todos los coordinadores, se debe adoptar la decisión de escoger la estructura mejor valorada hasta el momento como la representativa del área y avanzar a la fase activa (finalizando entonces su labor de coordinación), lo que se denomina "la Activación". Para ello, la primera tarea a desempeñar es realizar la propuesta de activación. Esto puede llevarlo a cabo cualquiera de los miembros del grupo de coordinación (*ProponerActivación*, detalle en Figura 6.18). La siguiente tarea es misión de todos los demás coordinadores: opinar sobre la propuesta de activación (*DecidirActivación*, detalle en Figura 6.19).

La tarea de proponer la activación (véase Figura 6.18) se inicia con dos subactividades de carácter cognitivo, es decir, son realizadas por el usuario sin necesidad de interactuar con el sistema. La única interacción con el sistema es consultar cuál es la estructura más aceptada hasta el momento. El coordinador que desea proponer el cambio de fase primero debe analizar la estructura de conocimiento más aceptada hasta el momento (*AnalizarEstadoEstructura*). A continuación, tras el análisis anterior, el coordinador puede decidir si realiza o no la propuesta (*DecidirCambioDeFase*). En el caso de seguir adelante con la realización de la propuesta de activación, el coordinador hace la propuesta formal interactuando con el sistema (*ProponerActivación*). Finalmente, el sistema toma nota de la propuesta y la notifica a los demás coordinadores para que estos puedan empezar a opinar sobre si les parece bien o no el cambio a la fase activa (*NotificarQueHayPropuestaActivaciónEnCurso*).

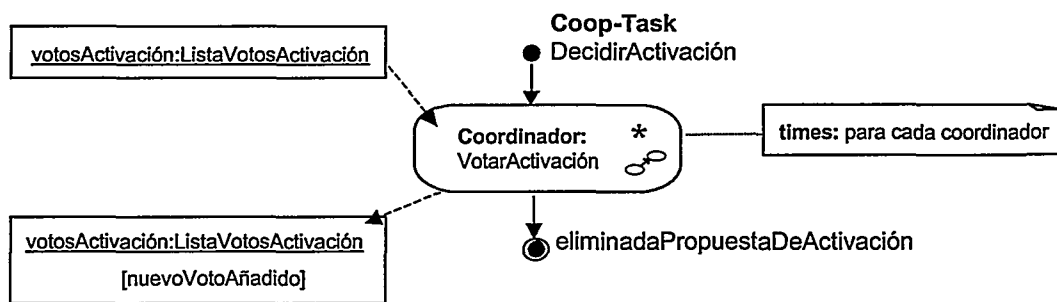


Figura 6.19 Tarea: opinar sobre la propuesta de cambiar de fase.

La propuesta de cambio a la fase activa necesita que todos los miembros del grupo de coordinación se pronuncien al respecto (*DecidirActivación*), por lo tanto es de carácter colaborativo. Se requiere que la decisión de cambiar de fase sea consensuada entre todos los coordinadores por unanimidad, porque esta decisión supone un cambio en la forma de trabajar de los usuarios en el área de conocimiento.

Los coordinadores pueden votar a favor o en contra del cambio de fase, y el voto puede ser cambiado si se desea (*VotarActivación*), siempre y cuando la propuesta de activación esté todavía en vigor, es decir, no haya sido eliminada (*EliminadaPropuestaDeActivación*). La propuesta de activación puede ser eliminada cuando queda aprobada por unanimidad, y entonces se produce el cambio a la fase activa, o cuando pasado el tiempo oportuno para recoger opiniones no se consigue que sea aceptada por todos los coordinadores (*PeriodoRecogidaOpinionesActivación*), y por lo tanto se sigue en la fase supervisada.

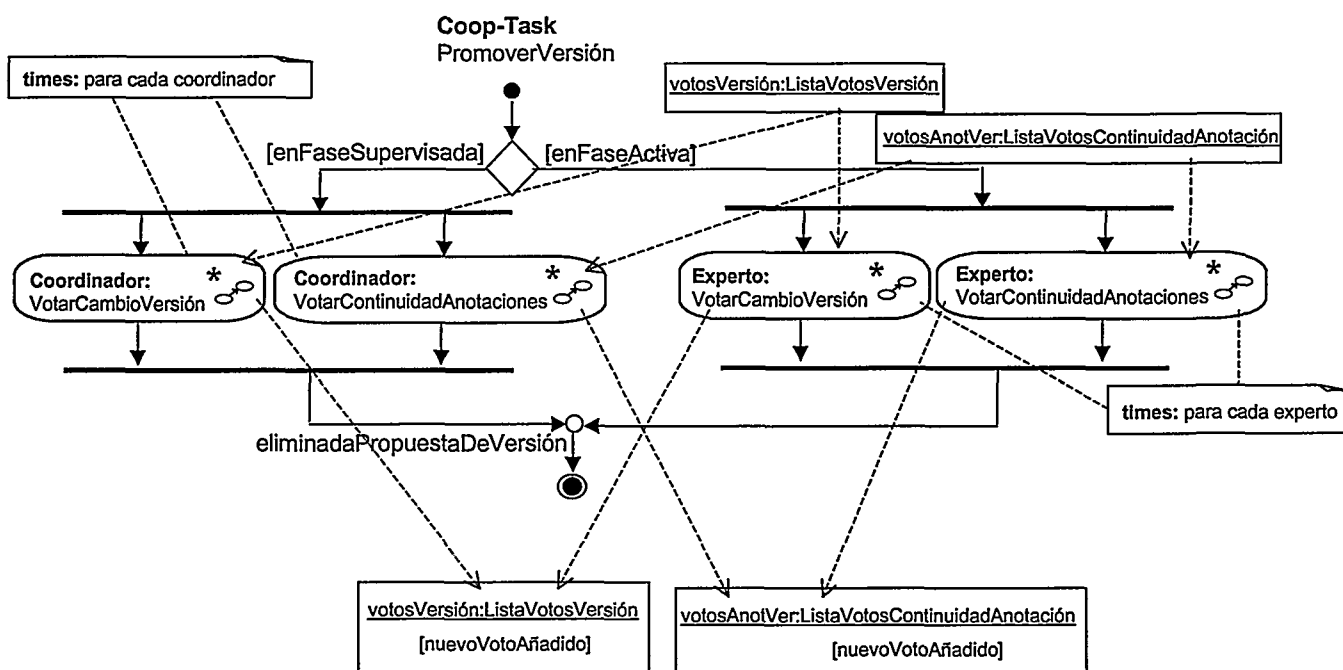


Figura 6.20 Tarea: opinar sobre el cambio de un documento por una propuesta de versión.

Durante la fase supervisada, los coordinadores son los encargados de opinar sobre los documentos aportados al área de conocimiento (*OpinarSobreDocumento*, véase Figura 6.7). También tienen el compromiso de opinar sobre las posibles versiones de documentos que se hayan propuesto (*ProponerVersión*) sobre los anteriores. Estas opiniones, en ambos casos, son recogidas mediante un proceso de votación. Las votaciones a documentos influyen directamente en el proceso de cristalización de documentos, mientras que las opiniones (votaciones) sobre las propuestas de versiones influyen en la posible sustitución de cada documento por su propuesta de versión correspondiente (véase 5.2.2).

Como las opiniones en ambas tareas (opinar sobre documentos y opinar sobre propuestas de versiones de documentos) influyen en la evolución del conocimiento, es necesario contar con las opiniones de los usuarios a los que se les haya reconocido su trabajo en el sistema, por ello en la fase supervisada estas tareas las realizan los coordinadores y en la fase activa los expertos.

Cuando se opina sobre el cambio o no de un documento por su versión (*VotarCambioVersión*), también es momento de opinar sobre si las anotaciones que acompañan al documento original deben seguir acompañando a la nueva versión (*VotarContinuidadAnotaciones*), en el caso de que se sustituya el original.

Por cada coordinador (o experto en la fase activa) que opine sobre si una propuesta de versión debe sustituir a un documento original, se crea una instancia de la subactividad *VotarCambioVersión*, y otra instancia de la subactividad *VotarContinuidadAnotaciones*. Esta última a su vez, se descompone en tantas instancias como anotaciones tenga el documento original. El detalle de la descomposición de la subactividad *VotarContinuidadAnotaciones* es similar al de la Figura 6.9.

Los coordinadores pueden opinar sobre el cambio de un documento por su propuesta de versión y la continuidad de las anotaciones asociadas, permitiéndose cambiar dicha opinión siempre que lo deseen, mientras que la propuesta de versión no sea eliminada (*eliminadaPropuestaDeVersión*). Una propuesta de versión es eliminada porque se acepta y sustituye al documento original, o porque pasado un tiempo para la recogida de opiniones (*PeriodoRecogidaOpinionesVersiones*, véase Figura 6.13) no tuvo aceptación suficiente.

Los coordinadores pueden comunicarse asincrónicamente mediante el sistema, por ejemplo para motivarse entre ellos a participar en la votación sobre las estructuras propuestas. Para ello se ofrece una tarea que permite la comunicación entre coordinadores (*ComunicarseConOtrosCoordinadores*). Esta tarea hace uso de un protocolo de comunicación específico de la metodología y la tarea se encuentra descrita en la vista interacción del sistema (véase 6.1.3, Figura 6.35).

#### **6.1.2.4 Rol experto**

Los expertos son los participantes que tienen capacidad para opinar sobre el conocimiento en forma de documentos (tanto documentos nuevos como propuestas de versiones sobre documentos veteranos) que se han aportado en su comunidad de expertos, y además, son los que pueden seguir participando en la modificación del árbol de conocimiento durante la fase activa. Como ya se ha comentado anteriormente, son ellos los que pueden participar con estas aportaciones, porque a ellos se les ha reconocido su trabajo a través de la cristalización de alguno de sus documentos.



Como los documentos están asociados a un tema del árbol de conocimiento, un usuario que adquiere la capacidad de experto porque un documento suyo cristaliza en un tema dado, puede entonces actuar como experto en el tema donde su documento cristalizó y en temas relacionados con el anterior. Es decir, adquiere la capacidad de actuar como experto en la comunidad virtual del tema en donde su documento cristalizó.

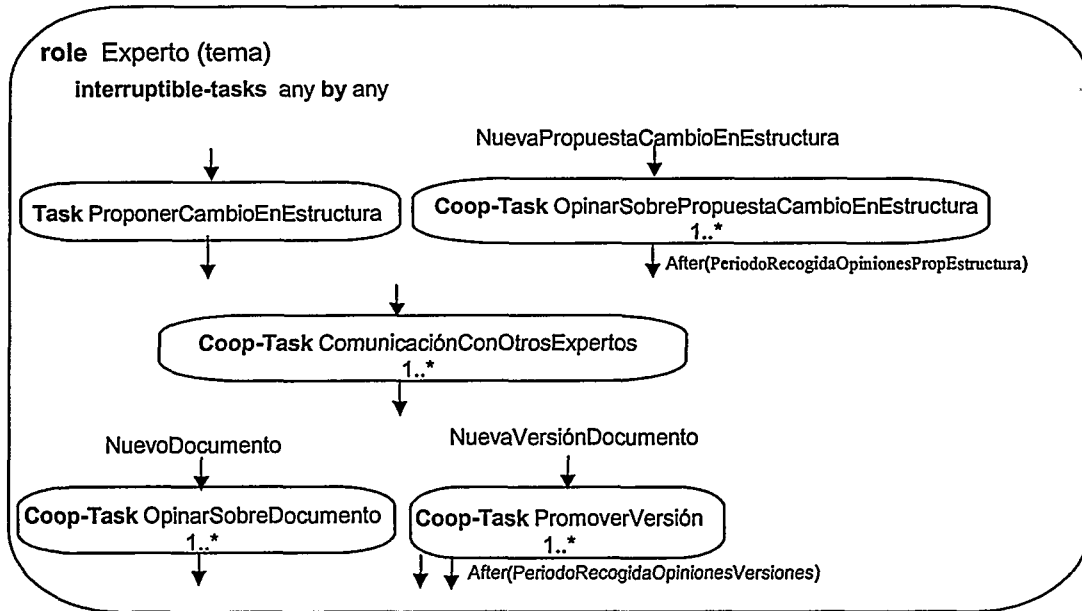


Figura 6.21 Tareas del rol experto.

En la fase activa los expertos son los encargados en opinar sobre los documentos aportados en el/los tema/s en los que son expertos (*OpinarSobreDocumento*, véase Figura 6.7). También tienen la misión de opinar sobre las posibles versiones de documentos que se hayan propuesto sobre los documentos anteriores (*PromoverVersión*, véase 6.20).

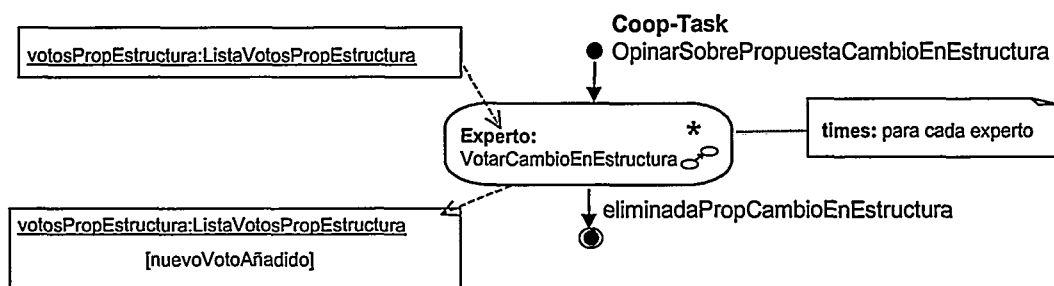


Figura 6.22 Tarea: opinar sobre las propuestas de cambio en la estructura del área de conocimiento (fase activa).

En cualquier momento, los expertos pueden proponer cambios puntuales (añadir un tema nuevo, borrar un tema ya existente o mover un tema de ubicación) en la estructura del árbol de conocimiento (*ProponerCambioEnEstructura*). Cada propuesta de cambio en la estructura crea una instancia de la tarea colaborativa *OpinarSobrePropuestaCambioEnEstructura*.

Se puede votar sobre una propuesta de cambio en la estructura y cambiar dicho voto cuantas veces se desee, mientras que la propuesta de cambio en la estructura no se elimine del sistema (*eliminadaPropCambioEnEstructura*). Una propuesta de cambio en la estructura es



eliminada cuando es aceptada y se modifica con ella el árbol de conocimiento, o cuando la propuesta no obtuvo suficiente aceptación durante el tiempo que de recogida de opiniones (*PeriodoRecogidaOpinionesPropEstructura*).

Los expertos de una misma comunidad virtual de expertos pueden comunicarse asincrónicamente mediante el sistema. Por ello se ofrece una tarea para permitir comunicación entre expertos (*ComunicarseConOtrosExpertos*). Esta tarea hace uso de un protocolo de comunicación específico de la metodología. La tarea se encuentra descrita en la vista interacción del sistema (véase 6.1.3).

### 6.1.2.5 Rol cristizador

Este rol es desempeñado por el sistema mediante un agente software. Implementa el mecanismo de cristalización del conocimiento, por esto recibe el nombre de rol *Cristizador*. La actividad que realiza el rol Cristizador se ejecuta con cierta periodicidad (*PeriodoParaDeterminarCristalización*, véase Figura 6.23), no necesita de una condición explícita de activación.

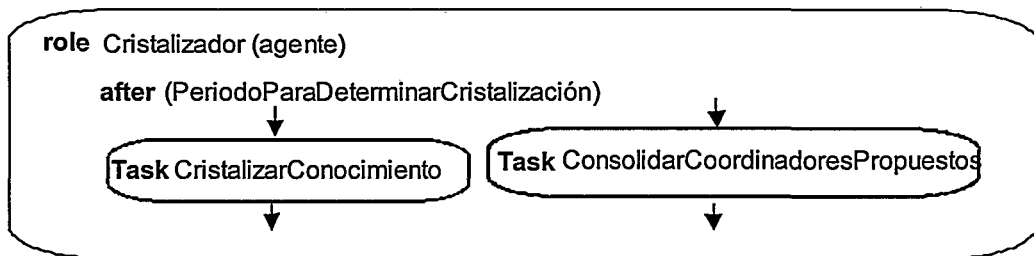


Figura 6.23 Cristalización de conocimiento.

El rol Cristizador realiza dos tareas. La primera es la ejecución del mecanismo de cristalización del conocimiento (*CristalizarConocimiento*). La segunda tarea es aquella que decide sobre la incorporación de nuevos coordinadores al grupo de coordinación en la fase supervisada (*ConsolidarCoordinadoresPropuestos*).

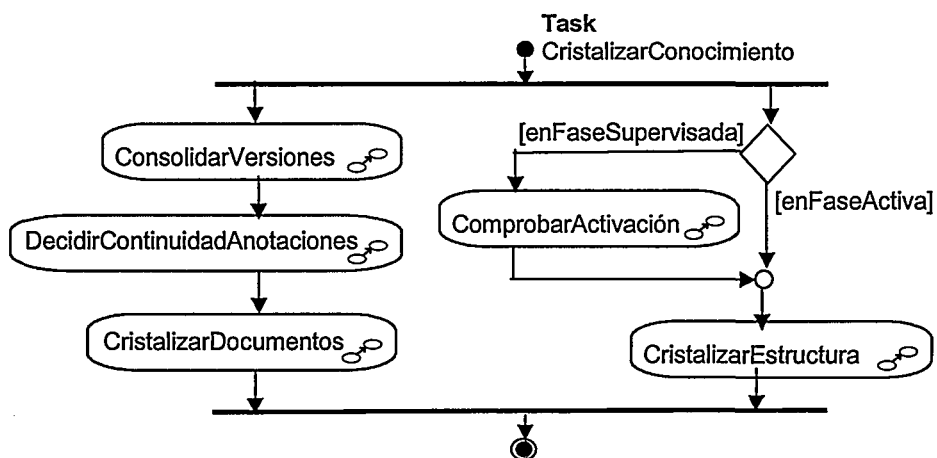


Figura 6.24 Cristalización del conocimiento.

En la tarea de cristalización de conocimiento se puede realizar concurrentemente la cristalización de documentos y anotaciones, con la cristalización de la estructura de conocimiento.

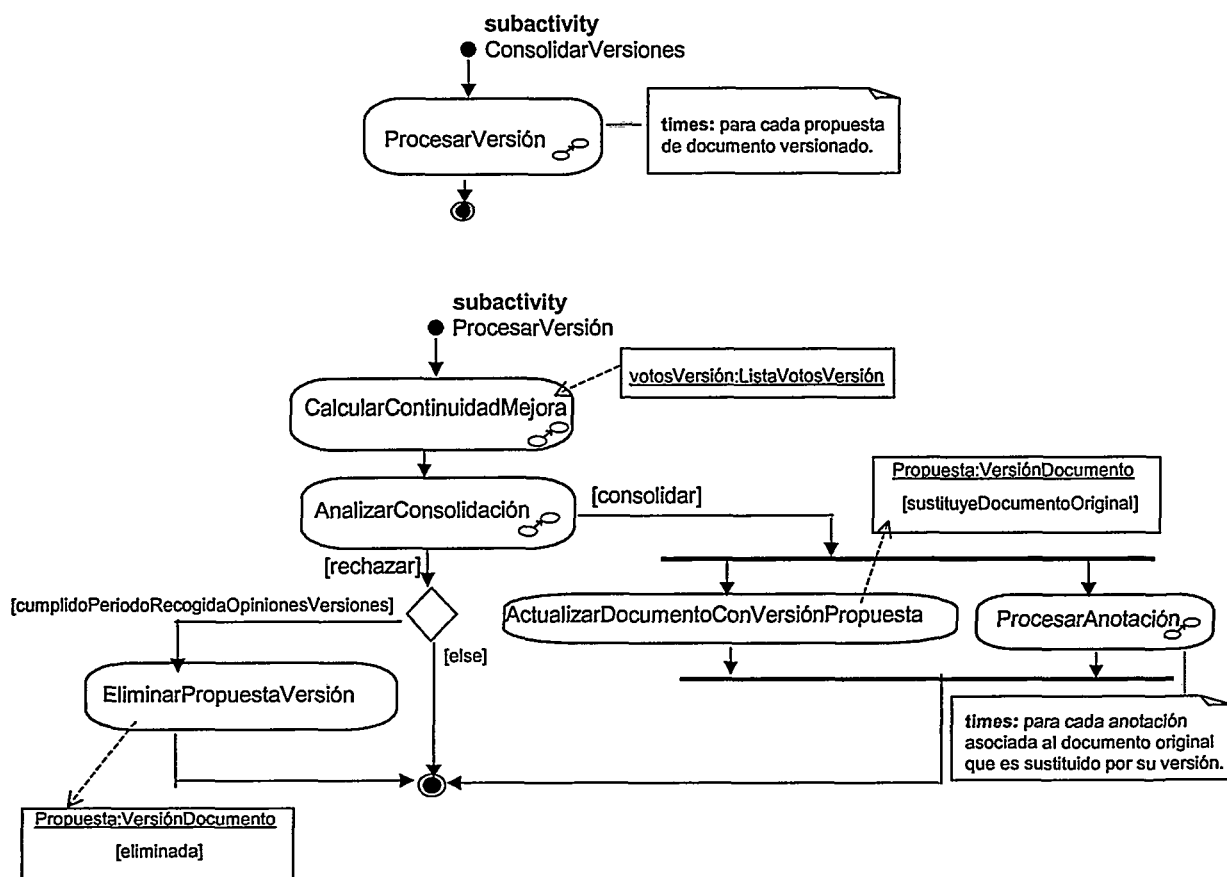
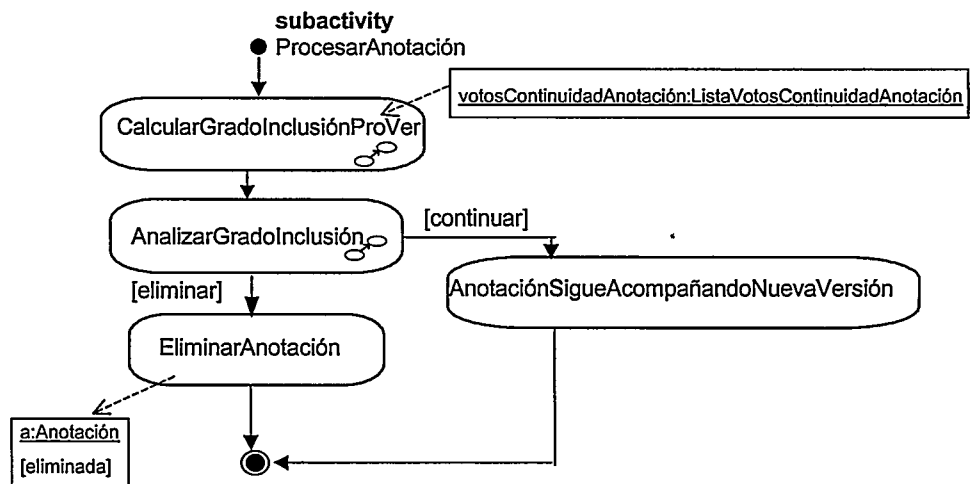


Figura 6.25 Versionado de documentos.

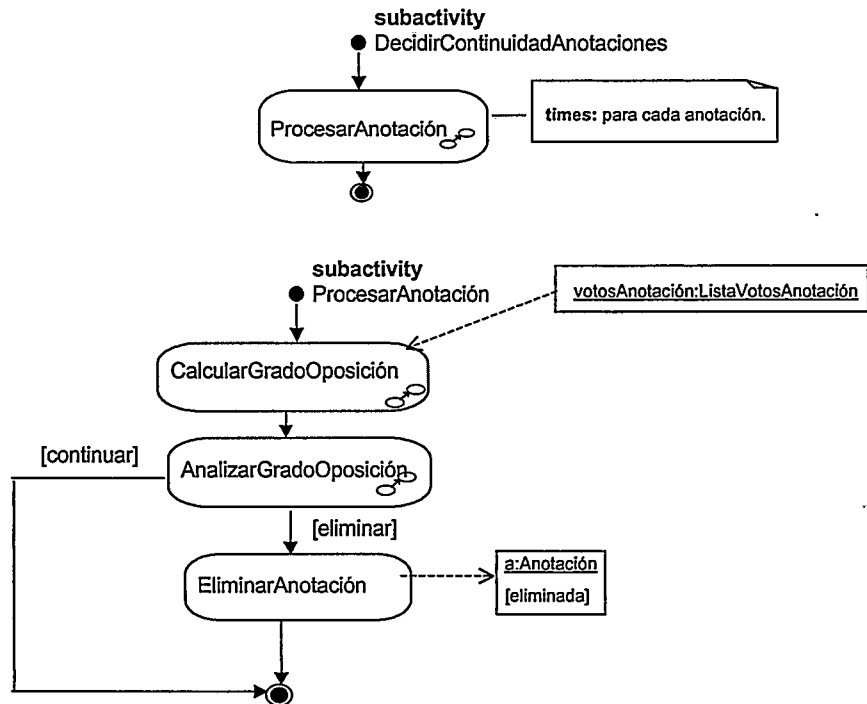
El control de versiones lo realiza el sistema mediante la subactividad *ConsolidarVersiones*. Esta subactividad crea una instancia por cada una de las propuestas de versión añadidas al sistema. Para cada una de las propuestas de versión el agente Cristalizador calcula el grado de continuidad y el grado de mejora (*CalcularContinuidadMejora*, véase Ecuación 5.26 y Ecuación 5.27), teniendo en cuenta los votos que ha recibido acerca de estos dos aspectos (por simplificar se unen los votos de ambos aspectos en *votosVersión*, que es de la clase *ListaVotosVersión*). Tras el cálculo anterior el Cristalizador determina si la propuesta de versión consolida (*AnalizarConsolidación*, véase 5.2.2.2) y entonces sustituye el documento original. Si no tuvo suficiente aceptación y no se ha cumplido el tiempo máximo de recogida de opiniones entonces sigue en el sistema, y en el peor de los casos si no tuvo aceptación pero se ha cumplido el tiempo de recogida de opiniones (*cumplidoPeriodoRecogidaOpinionesVersiones*), la propuesta es eliminada.

Cuando una propuesta de versión consolida, entonces el sistema además de cambiar el documento original por la propuesta de versión, tiene que determinar si las anotaciones que acompañaban al documento original deben seguir acompañando a la nueva versión.



**Figura 6.26** Continuidad de anotaciones que acompañan a documento versionado.

Por cada una de las anotaciones que acompaña al documento original se calcula en primer lugar su grado de inclusión en la propuesta de versión (*CalcularGradoInclusiónProVer*, véase Ecuación 5.32), teniendo en cuenta los votos que han recibido sobre dicho aspecto. En segundo lugar se analiza el dato calculado (*AnalizarGradoInclusión*, véase 5.2.2.3) y se determina si la anotación sigue acompañando a la nueva versión (*AnotaciónSegueAcompañandoNuevaVersión*) o en caso contrario la anotación es eliminada (*EliminarAnotación*).



**Figura 6.27** Permanencia o eliminación de anotaciones.

La subactividad *DecidirContinuidadAnotaciones* sirve, como su nombre indica, para decidir sobre la continuidad o permanencia en el sistema de las anotaciones. Esta subactividad se realiza después de la anterior –cristalización de versiones– debido a que en la anterior se decide en algunos casos si siguen o no anotaciones. Esta subactividad se realiza antes de la cristalización de documentos, ya que en ésta última se calcula el grado de aceptación de un documento teniendo en cuenta las anotaciones recibidas.

El agente calcula el grado de oposición de cada anotación (*CalcularGradoOposición*, véase Ecuación 5.24). Dicho grado se calcula a partir de las opiniones explícitas (votaciones) recibidas desde que la anotación se añadió al sistema hasta el momento. Tras el cálculo anterior, el sistema determina si cada anotación continúa o no en el sistema (*AnalizarGradoOposición*, véase 5.2.1.2). Una anotación es eliminada (*EliminarAnotación*) del sistema cuando ha recibido suficiente oposición ([*eliminar*]).

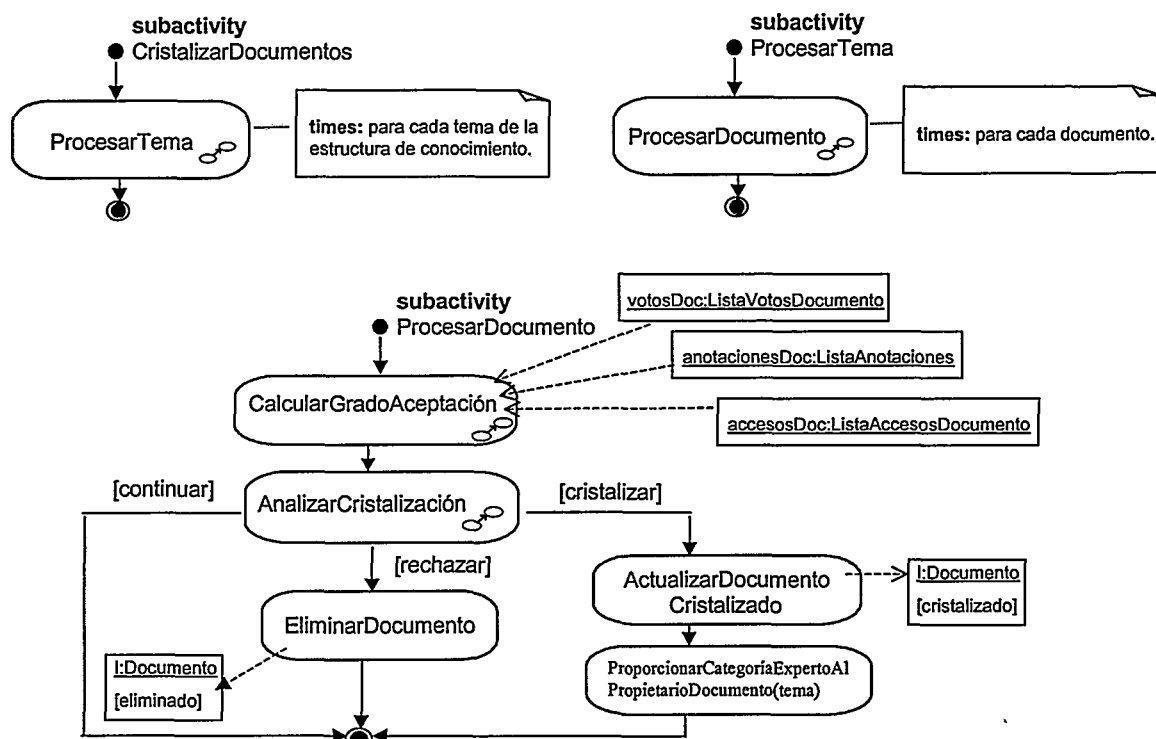


Figura 6.28 Cristalización de documentos (en modo activo).

En la cristalización de documentos, para cada tema del árbol de conocimiento (*Procesar Tema*) se realizan los siguientes cálculos sobre cada documento (*Procesar Documento*). Se calcula el grado de aceptación de un documento (*Calcular Grado Aceptación*, véase Ecuación 5.23) a partir de las opiniones explícitas (votaciones y anotaciones) e implícitas (consultas) que ha recibido desde que se añadió al sistema hasta el momento, teniendo en cuenta además la evolución de dichas opiniones recibidas.

Tras este cálculo, el sistema determina por cada documento si continúa o no, y en el caso de continuar si cristaliza o no mediante la subactividad *Analizar Cristalización* (véase 5.1.3.2). Un documento cristaliza si obtuvo suficiente aceptación durante un tiempo dado; en este caso, además de actualizar el estado del documento (*Actualizar Documento Cristalizado*) se le otorga al autor de dicho documento la capacidad de ser experto en la comunidad del tema donde está el documento cristalizado (*Proporcionar Categoría Experto Al Propietario Documento*). En el

peor de los casos, un documento es eliminado cuando no obtuvo un mínimo de aceptación a lo largo de su existencia en el sistema (*EliminarDocumento*). Pero como ya se ha comentado anteriormente, puede ocurrir que un documento no obtenga la suficiente aceptación para cristalizar y a la vez tampoco sea tan mal valorado para que desaparezca. En este caso intermedio se permite que el documento permanezca en el sistema en espera de ser mejor valorado ([*continuar*]).

El hecho de convertir al autor del documento cristalizado en experto, sólo ocurre cuando se trabaja en el modo activo, ya que en el modo supervisado no existe este rol. Durante el modo supervisado la cristalización de documento funciona de igual manera salvo que no se realiza la acción *ProporcionarCategoríaExpertoAlPropietarioDocumento*. Esto sucederá en el momento de cambio de fase: si se decide cambiar al modo activo, entonces será en ese momento cuando los autores de documentos cristalizados pasarán a ser expertos en la nueva fase. Esto se detalla en la Figura 6.29.

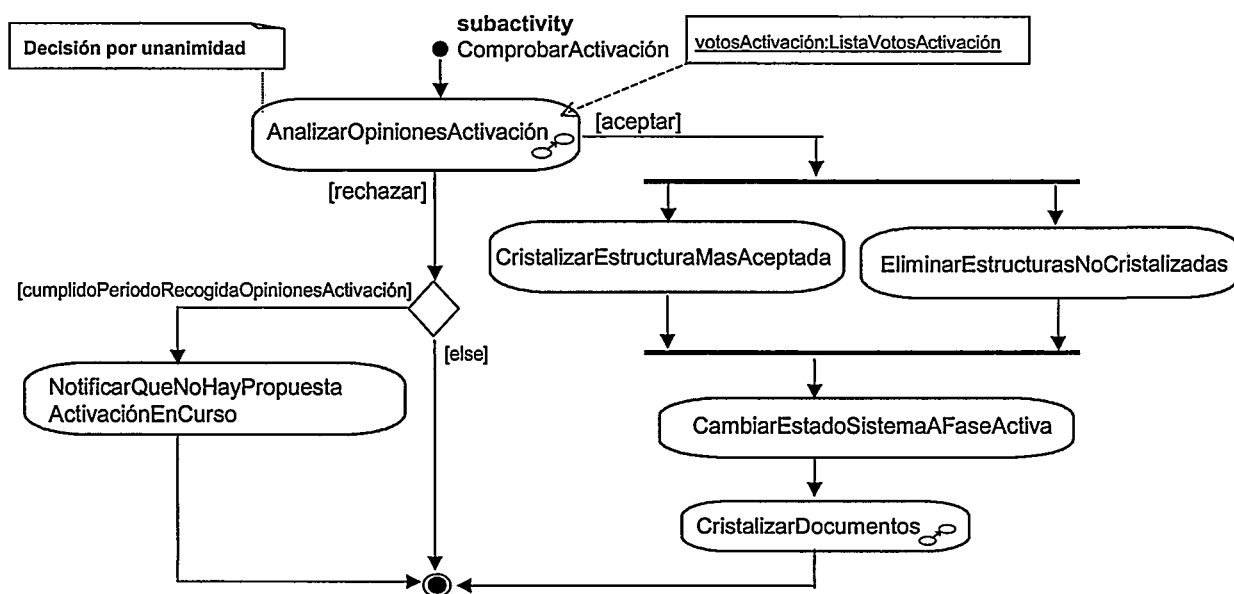


Figura 6.29 El cambio de la fase supervisada a la activa: activación.

Si se trabaja en la fase supervisada y existe una propuesta de cambio de fase, entonces el sistema antes de realizar la cristalización de la estructura debe comprobar si se sigue en esta fase o si por el contrario hay acuerdo entre todos los coordinadores para cambiar a la fase activa.

Lo primero a realizar es comprobar que todas las opiniones recibidas sobre el posible cambio de fase son a favor de éste (*AnalizarOpinionesActivación*). Si se acepta el cambio de fase por unanimidad entonces son eliminadas todas las estructuras (*EliminarEstructurasNoCristalizadas*) excepto la más valorada hasta el momento (*CristalizarEstructuraMasAceptada*), que cristaliza y, por tanto, pasa a ser la única estructura del área de conocimiento en la fase activa (véase 5.3.1.2). Se actualiza el estado del sistema, indicando que a partir de entonces se trabaja en el modo activo (*CambiarEstadoSistemaAFaseActiva*). Adicionalmente, se produce en ese momento la tarea de cristalización de documentos (como se explicó en la subactividad de cristalización de documentos); de esta manera se convertirán en expertos (en los temas oportunos) los autores de documentos cristalizados (*CristalizarDocumentos*).

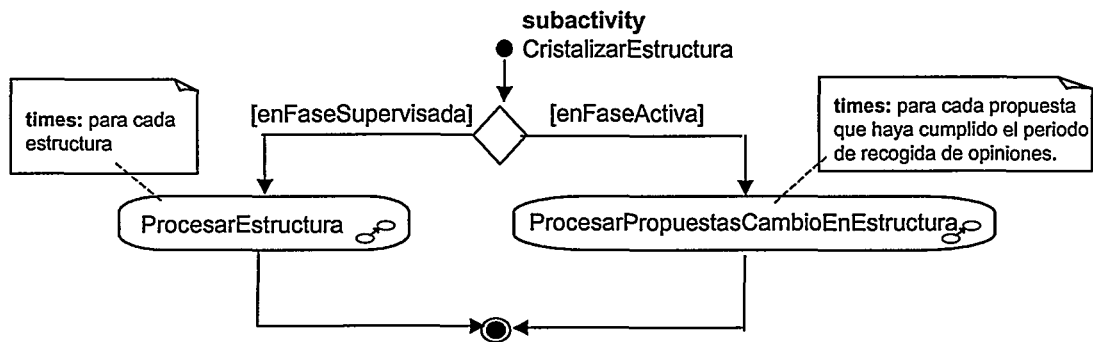


Figura 6.30 Introducción a la cristalización de la estructura.

El mecanismo de cristalización de la estructura difiere según el modo de trabajo, ya que en la fase supervisada los cambios en el árbol de conocimiento son globales (se proponen estructuras del árbol alternativas a representar el área de conocimiento), mientras que en el modo activo los cambios son locales (se proponen cambios como por ejemplo, añadir un tema nuevo, borrar uno ya existente o mover uno de ubicación). Por lo tanto, el mecanismo de cristalización es aplicado a las estructuras alternativas en la fase supervisada, mientras que en la fase activa se aplica sobre las propuestas de cambios en la estructura (sólo hay una estructura en esta fase) que llevan al menos un tiempo mínimo recibiendo opiniones sobre el cambio que proponen (*PeriodoRecogidaOpinionesPropEstructura*, véase Figura 6.22).

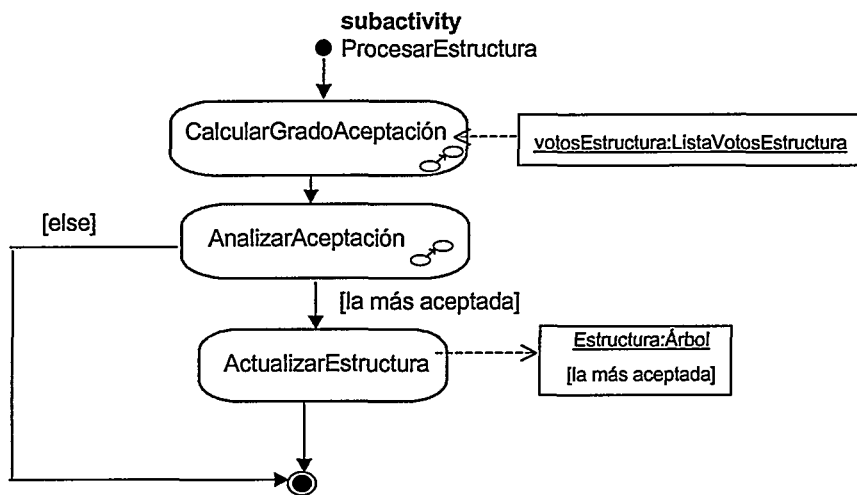
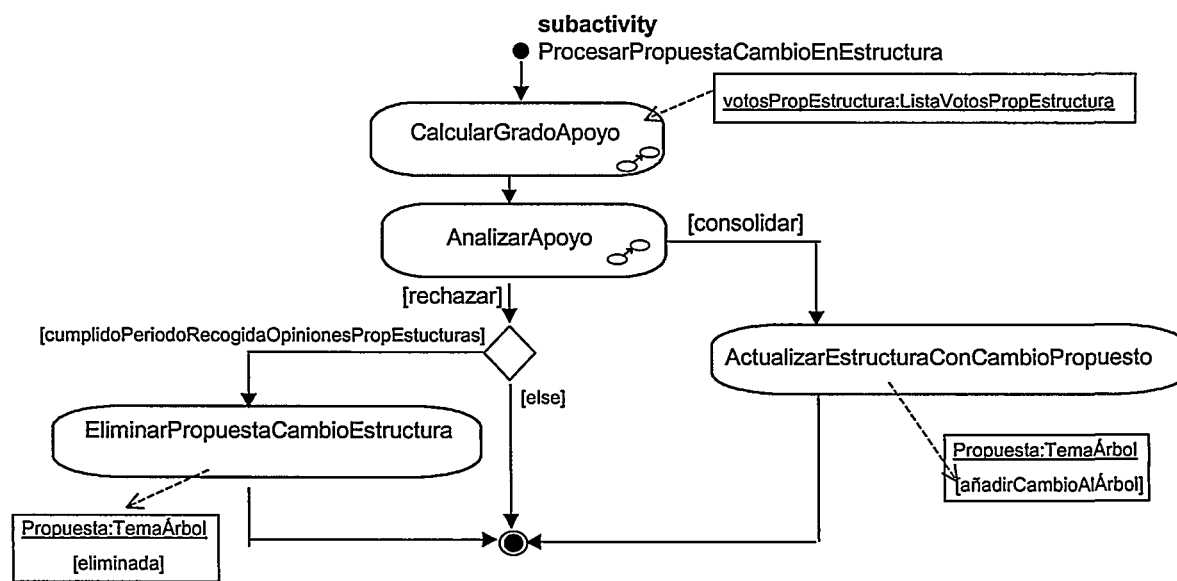


Figura 6.31 Calcular grado de aceptación de las estructuras en el modo supervisado.

Durante la forma de trabajo en el modo supervisado, los miembros del grupo de coordinación pueden proponer distintas estructuras (enteras) del árbol de conocimiento. Todas ellas están en competición, siendo sólo una de ellas la más aceptada y por lo tanto, la que cristalizará si se produce la activación.

El agente calcula el grado de aceptación de cada una de las estructuras (*CalcularGradoAceptación*, véase Ecuación 5.40) teniendo en cuenta los votos recibidos. A continuación, la subactividad *AnalizarCristalización* es la encargada de registrar cuál es la estructura más aceptada hasta el momento (*ActualizarEstructura*).



**Figura 6.32** Consolidación de las propuestas de cambio en la estructura en el modo activo.

La comunidad virtual de expertos del tema donde se ha propuesto un cambio en la estructura dispone de un tiempo para opinar sobre él. Transcurrido este tiempo, el sistema calcula el grado de apoyo de la propuesta (*CalcularGradoApoyo*, véase Ecuación 5.41). A continuación, se analiza el valor calculado (*AnalizarApoyo*, véase 5.3.2.2) y se determina si el cambio se efectúa y por lo tanto, se cambia la estructura del árbol de conocimiento (*ActualizarEstructuraConCambioPropuesto*), o en caso contrario se elimina la propuesta de cambio (*EliminarPropuestaCambioEstructura*).

Además de la cristalización del conocimiento, el agente *Cristalizador* se encarga de procesar la incorporación de nuevos coordinadores al grupo de coordinación en la fase supervisada. El detalle de esta tarea se describe en la siguiente figura.

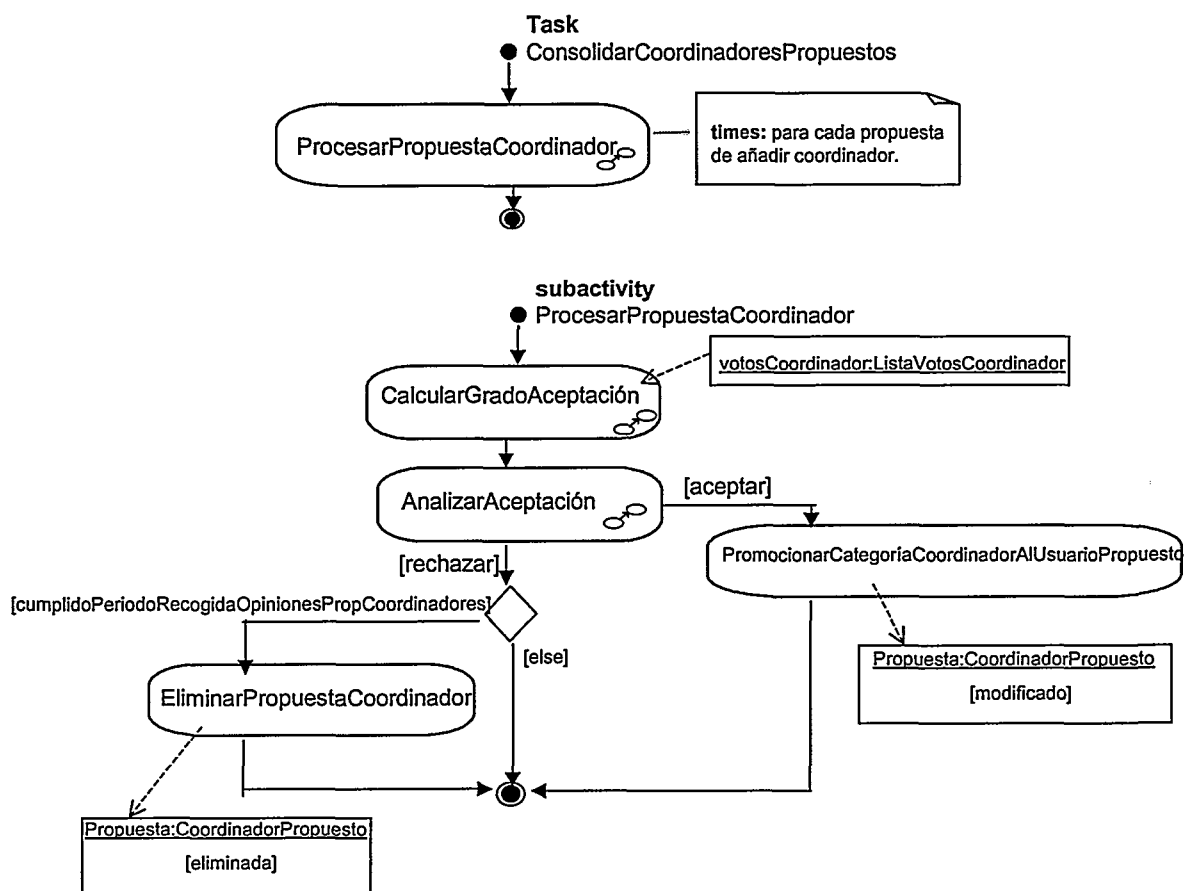


Figura 6.33 Ampliación del grupo de coordinación en el modo supervisado.

El agente Cristalizador revisa si cada una de las propuestas de incorporación de un nuevo miembro al grupo de coordinación tiene suficiente aceptación (*AnalizarAceptación*), tras el cálculo del grado de aceptación de éstas (*CalcularGradoAceptación*). Si una propuesta es aceptada, entonces el actor propuesto adquiere la capacidad de ser coordinador (*PromocionarCategoriaCoordinadorAlUsuarioPropuesto*). Sin embargo, si no hay suficiente aceptación hacia la propuesta de ese nuevo miembro, dicha propuesta es eliminada (*EliminarPropuestaCoordinador*) si ha estado al menos un tiempo de recogida de opiniones (*cumplidoPeriodoRecogidaOpinionesPropCoordinadores*); si no, sigue en espera de más opiniones.



### 6.1.3 Vista interacción de KnowCat

El protocolo de interacción que aparece en la organización es el *envío de mensajes*. Hay tres posibilidades a la hora de enviar mensajes a otros usuarios del sistema:

- Entre colaboradores. Un colaborador puede enviar mensajes a otros colaboradores (que pueden ser o no también expertos/coordinadores) que hayan participado en un tema elegido por el emisor del mensaje.

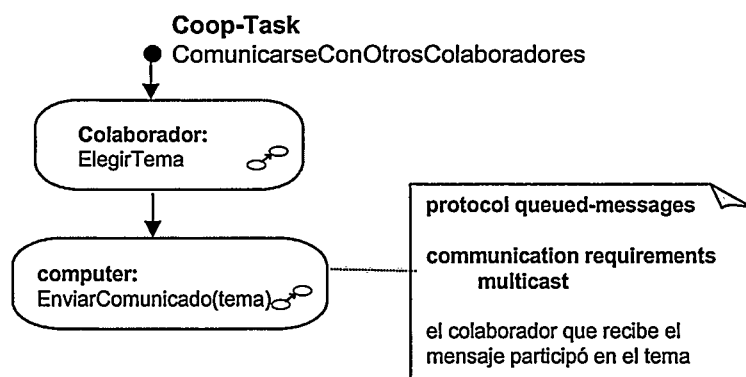


Figura 6.34 Comunicación entre colaboradores.

Un colaborador elige un tema (*ElegirTema*) y solicita enviar un mensaje a los demás participantes en dicho tema (*EnviarComunicado*). El sistema trata esta petición con un protocolo de mensajería específico, el cual tiene en cuenta que el mensaje debe llegar a todos los colaboradores participantes en el tema indicado, y hace las comprobaciones oportunas sobre si hay destinatarios o no para el mensaje.

El protocolo utilizado (*queued-messages*) para esta tarea es asíncrono, los mensajes se envían y no hace falta que se reciba contestación a ellos. Permite hacer difusión selectiva, en este caso sólo a los que han participado (añadiendo algún elemento de conocimiento u opinando sobre algún elemento de conocimiento en el tema elegido) en el tema elegido.

- Entre expertos. Un experto puede enviar mensajes a otros expertos de su misma comunidad virtual (expertos en un mismo tema elegido por el emisor del mensaje). Esta tarea es similar a la anterior, excepto porque en este caso los destinatarios del mensaje son los demás usuarios expertos en el tema elegido.
- Entre coordinadores. Un coordinador puede enviar mensajes a los demás miembros del grupo de coordinación. En este caso los destinatarios del mensaje son todos los coordinadores.

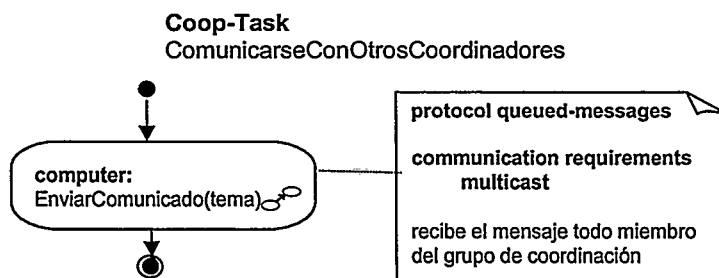
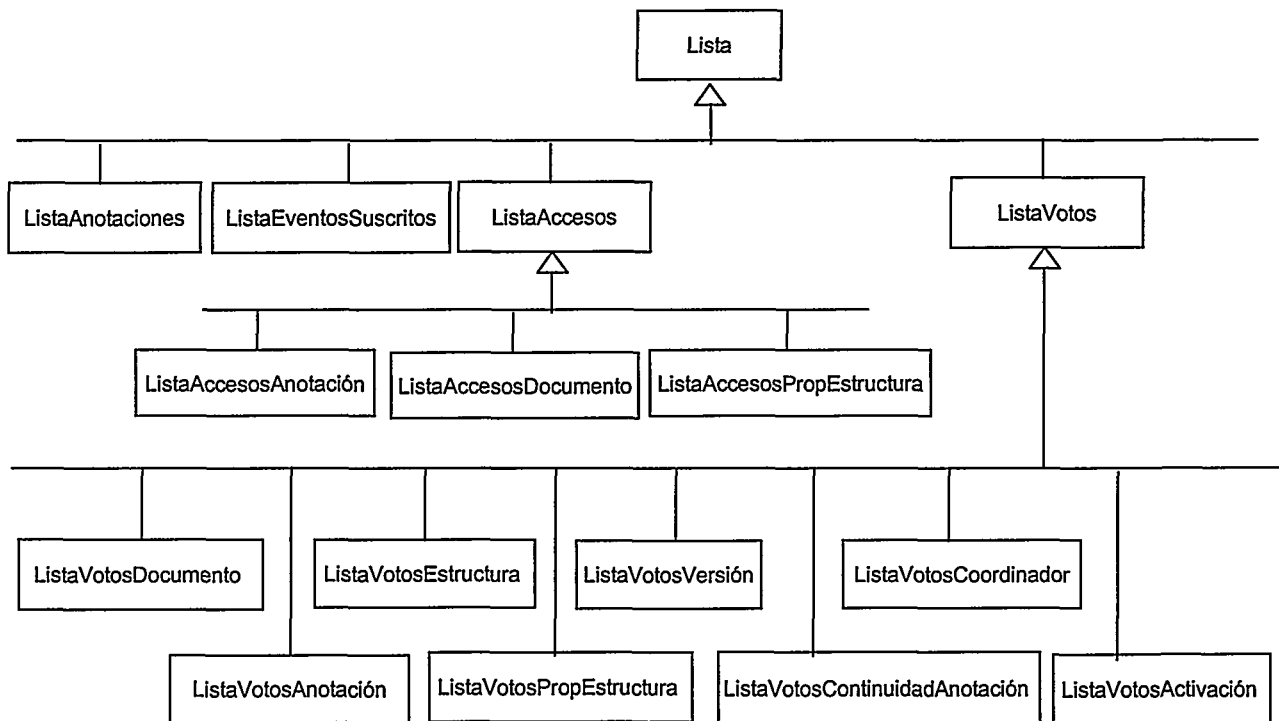


Figura 6.35 Comunicación entre coordinadores.

### 6.1.4 Vista información de KnowCat

La vista información aparece integrada en la vista cognitiva y la vista interacción. Los elementos de información que son utilizados como medio de comunicación entre las tareas ya vistas son los que se recogen en la siguiente jerarquía de clases:



**Figura 6.36** Clases con los elementos de información utilizados por el sistema.

La clase genérica es *Lista*; a partir de ella aparecen otras dos clases que se descomponen a su vez en subclases: *ListaAccesos* y *ListaVotos*. Además, hay otras listas que no entran en estos dos últimos grupos: *ListaAnotaciones*, que está formada por el conjunto de anotaciones asociadas a un documento (la descripción de esta clase se encuentra en las dos figuras siguientes), y *ListaEventosSuscritos*, formada por la correspondencia entre eventos y usuarios suscritos a cada evento.

El tipo *ListaAccesos* da lugar a tres subclases, cada una de ellas asociada a uno de los elementos de conocimiento principales que maneja el sistema (véase Figura 6.38, donde aparecen las relaciones entre estos elementos de conocimiento): anotación (*ListaAccesosAnotación*), documento (*ListaAccesosDocumento*) y tema de la estructura del árbol de conocimiento (*ListaAccesosPropEstructura*). Se hizo referencia de forma generalizada a estas tres últimas subclases mediante la denominación *ListaAccesosElemento* en la Figura 6.3.

El tipo *ListaVotos* da lugar a varias subclases asociadas a los distintos elementos del sistema que están bajo el mecanismo de cristalización.

La vista información del sistema se completa con el siguiente detalle sobre los elementos que contienen el conocimiento colectivo a gestionar por el sistema:

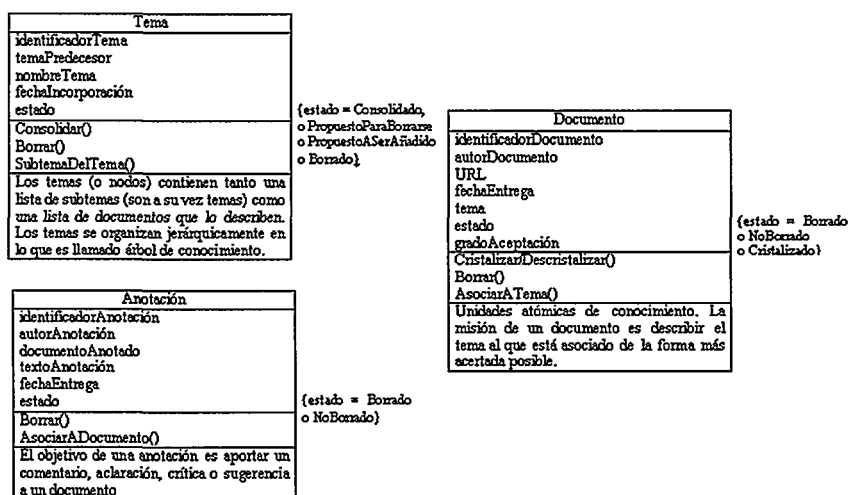


Figura 6.37 Elementos de conocimiento manejados por KnowCat.

En el siguiente gráfico se muestra cómo se relacionan los elementos de conocimiento:

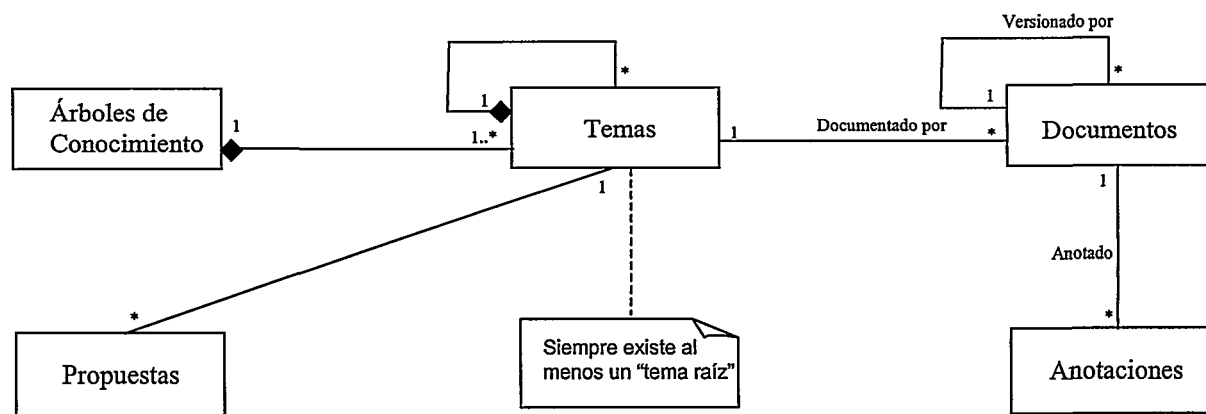


Figura 6.38 Relaciones entre los elementos de conocimiento.

El árbol de conocimiento que representa el área de conocimiento de la comunidad está formado por un nodo o tema raíz, y a partir de éste el área se divide en más subtemas, nivel a nivel. Esta representación muestra claramente cómo cada tema del árbol de conocimiento está compuesto por un conjunto de refinamientos del tema (una lista de temas candidata a definir la descomposición de un tema concreto en sus subtemas principales) y un conjunto de descripciones del tema (las cuales son alternativas entre sí y candidatas a describir el tema sobre el que tratan). Además, cada documento puede tener asociado un conjunto de anotaciones, útiles para añadir más conocimiento a parte o todo el documento al que acompañan. Finalmente, un documento puede ser versionado por el autor del documento original.

## 6.2 ARQUITECTURA E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA KNOWCAT

El objetivo principal del sistema KnowCat es proporcionar la creación incremental de conocimiento estructurado de una comunidad de usuarios distribuidos en el tiempo y en espacio, de forma distribuida y sin necesidad de supervisión.

Para conseguir dicho objetivo se plantea KnowCat como un sistema colaborativo o de trabajo en grupo en entorno Web, que permite a los usuarios trabajar en el sistema de forma asíncrona (forma de trabajo más habitual en la Web). Las diferentes maneras de colaboración que ofrece el sistema a los usuarios son: I) a través de aportaciones de conocimiento tanto en forma de documentos (contenidos) y anotaciones a estos, como clasificación de dichos documentos (estructura); II) con sus opiniones sobre el conocimiento contenido en el nodo KnowCat, y III) a través de discusiones electrónicas.

Los requisitos y consideraciones de diseño que hacen que el sistema KnowCat nos permita alcanzar el objetivo antes expuesto son los siguientes:

- **Sistema escalable y distribuido.** El sistema debe permitir que el contenido de distintas áreas de conocimiento relacionadas entre sí puedan combinarse en un nivel superior, sin límite de tamaño o localización, en forma de estructuras de conocimiento que idealmente puedan crecer hasta formar pequeñas *enciclopedias* especializadas, que a su vez puedan ser enlazadas recursivamente en forma de estructuras de órdenes superiores. Con este requisito se pretende que el sistema pueda crecer hacia arriba, es decir, permita la unión en un orden superior de varias áreas de conocimiento sin que tengamos impedimentos de diseño del sistema. La actual implementación del sistema es compatible con este requisito, aunque todavía no se ha diseñado ni implementado los mecanismos oportunos para ello, siendo por tanto este estudio parte del trabajo futuro de la presente tesis.
- **Formato libre en los contenidos de la base de conocimiento.** El sistema debe permitir que los contenidos a publicar en el área de conocimiento puedan tener cualquier tipo de estructura interna, y que estos contenidos no necesariamente tengan que encontrarse físicamente bajo el control del sistema. Se ha preferido la opción de formato libre en los contenidos frente a la de establecer una estructura establecida, con el fin de dar libertad y autonomía a los autores de los contenidos. La razón de permitir que los contenidos no tengan que estar obligatoriamente bajo el control del sistema aboga por la distribución y, además, convierte al autor del contenido en el responsable directo de la tarea de tener disponible en todo momento su aportación. En la actual implementación del sistema los elementos base de conocimiento son documentos HTML (lo que coloquialmente se conoce como "páginas Web"), los cuales pueden estar localizados en cualquier lugar de la WWW, fuera del control directo del sistema.
- **Sin necesidad de supervisión centralizada.** El sistema no debe requerir la figura de un tutor o un editor [Lewis 1995], sino que debe permitir que el conocimiento evolucione y cristalice como resultado emergente de la interacción distribuida y asíncrona de una comunidad de usuarios. De hecho, uno de los principales objetivos del actual trabajo de tesis es conseguir de forma colaborativa (sin supervisión centralizada) conocimiento colectivo de calidad y de interés para la comunidad interesada en el área de conocimiento sobre la cual trabaja. Tras las experiencias realizadas con el sistema (véase Capítulo 7) se puede corroborar que el objetivo planteado ha sido satisfecho, y que por lo tanto el sistema cumple positivamente el requisito planteado en este punto.

- **Portable a cualquier plataforma.** El sistema debe ser independiente de la plataforma en la que trabaja la máquina en la cual deseamos abrir un área de conocimiento o nodo KnowCat. De esta manera se fomenta la distribución del sistema, y éste puede beneficiarse de las alternativas y servicios que nos proporcionan ambas plataformas. La actual implementación del sistema permite que pueda instalarse un nodo KnowCat tanto en máquinas que trabajan bajo Windows NT como bajo Linux.
- **Adaptable a las necesidades de los usuarios.** El sistema debe poder ser configurado mediante una serie de parámetros (véase Apéndice B), según las necesidades de cada tipo de comunidad y sus objetivos. Es importante que el sistema sea adaptable a cada área de conocimiento y a su comunidad de usuarios asociada, con el fin de sacarle el mayor provecho al trabajo de los usuarios en el área. La actual implementación del sistema permite ser utilizada por los siguientes tipos de comunidades: la formada por un grupo de alumnos y su profesor o tutor, y la formada por un grupo de investigadores. Aunque el sistema da la opción de ser utilizado con una configuración base (hay una configuración "típica" para cada uno de estos dos tipos de comunidades), dicha configuración se puede modificar cambiando los parámetros del mecanismo de cristalización e incluso configurar qué operaciones de las que nos ofrece el sistema pueden ser realizadas por qué tipos de usuarios (por ejemplo, se puede configurar el sistema para que usuarios nuevos puedan darse de alta o para que usuarios ya dados de alta sean los que inviten a nuevos usuarios).
- **Simplicidad en la interfaz con el usuario.** El sistema debe proporcionar al usuario una interfaz fácil de usar, con ayudas contextuales, barras de herramientas que ofrezca las operaciones que se pueden realizar en cada momento y un diálogo continuo con el usuario mediante la generación de formularios y páginas html creadas de forma dinámica. Este requisito es muy importante, ya que si no se consigue hacer una interfaz intuitiva para el usuario podemos perder su motivación y que deje de utilizar el sistema. La actual implementación del sistema ofrece todos estos elementos. El aspecto del sistema y ejemplos del diálogo que ofrece éste a los usuarios se encuentra en el Apéndice A.
- **Transparencia.** El sistema debe proporcionar formas de inspeccionar lo ocurrido en un nodo con el fin de poder analizar posibles comportamientos no éticos, como por ejemplo, que un grupo de personas se voten entre ellos. En la actual implementación del sistema se garantiza la transparencia gracias a los informes de participación que ofrece.

### 6.2.1 Arquitectura del sistema

Como ya se vio en el Capítulo 3, un sistema de gestión del conocimiento maneja principalmente conocimiento y usuarios. Ya vimos entonces una especificación donde se detallaban las partes funcionales en las que podemos dividir un sistema de gestión del conocimiento (véase 3.2). Basándonos en ella proponemos un esquema modular de servicios como arquitectura del sistema KnowCat.

La arquitectura del sistema está presentada en la Figura 6.39, donde las flechas de color naranja indican flujo de información, las de color amarillo comunicación entre módulos y las rojas los accesos por parte de los usuarios (mediante un navegador Web). Cada caja representa un módulo del sistema y los cilindros son los almacenes de datos.

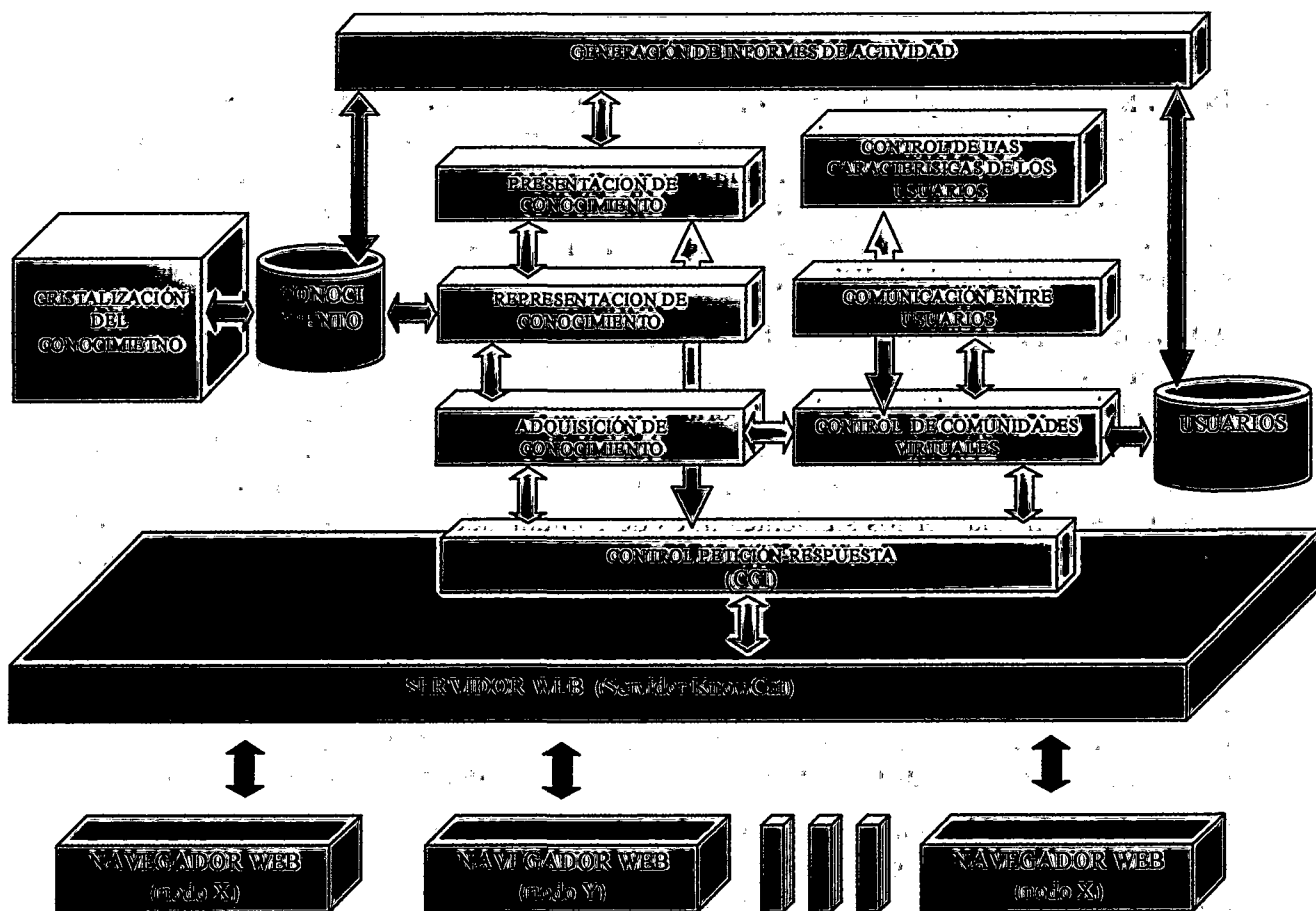


Figura 6.39 Esquema de la arquitectura del sistema KnowCat.

El módulo "control petición-respuesta" es un programa CGI, que tiene por objetivo hacer de interfaz entre el sistema y el usuario. Este módulo permite recoger información por parte del usuario acerca de la realización de alguna operación con el sistema; seguidamente distribuye la información a los módulos correspondientes para la realización de la operación pedida y finalmente muestra al usuario el resultado de su interacción a través de una página Web, creada de forma dinámica.

El módulo "control de comunidades virtuales" se encarga de verificar que la operación solicitada por un usuario le está permitida. Es decir, por ejemplo, cuando un usuario desea aportar un documento al área de conocimiento, este módulo comprueba que el usuario está registrado en el sistema, es un usuario colaborador, y entonces le da vía libre para hacer dicha operación. En este caso, el módulo "control de comunidades virtuales" permite que la petición del usuario sea atendida por el módulo "adquisición de conocimiento". Para poder indicar este hecho, ambos módulos se conectan con un flujo de comunicación. Este módulo intercambia directamente información con el almacén de datos "usuarios".

El módulo de "adquisición de conocimiento" recibe la información acerca de la interacción que desea realizar el usuario sobre la base de conocimiento. Esta interacción puede ser la aportación de una unidad de conocimiento (documento, anotación, versión de documento, estructura completa o propuesta de cambio en la estructura) o la aportación de forma implícita (acceso) o explícita (normalmente voto) de una opinión sobre alguna de las unidades de conocimiento ya aportadas.

El módulo "representación del conocimiento" se encarga de darle la forma adecuada a la información que recogió del módulo anterior, para explicitarla en el almacén de datos "conocimiento". Este módulo se encarga de organizar los documentos o contenidos en la

estructura del área de conocimiento, que está representada en forma jerárquica. También se encarga de organizar adecuadamente las propuestas de versiones asociadas a los documentos oportunos, y asociar las anotaciones aportadas a los documentos pertinentes.

El módulo "presentación del conocimiento" se encarga de generar las páginas Web dinámicas con las respuestas a las peticiones de los usuarios. Toda operación realizada con el sistema conlleva un diálogo con éste en forma de páginas Web, con formularios donde el usuario aporta la información necesitada en cada operación a realizar. Tanto en el diálogo continuo como al finalizar una operación, este módulo es el encargado de generar las páginas a mostrar al usuario, las cuales son transmitidas al módulo "control petición-respuesta", el que las enseña al usuario.

El módulo "generación de informes de actividad" accede a los dos almacenes de datos, para proporcionar diferentes informes acerca de la actividad realizada por los usuarios con el sistema. Este módulo se comunica con el módulo "presentación del conocimiento", ya que es este último el encargado de darle la presentación adecuada a los datos sobre la actividad.

El módulo "comunicación entre usuarios" proporciona a los usuarios servicios mediante los cuales pueden comunicarse por mensajería. Existe un servicio de mensajería para cada rol de usuario (véase 6.1.3). Este módulo necesita de la información que le proporciona el módulo "control de comunidades virtuales" para obtener los datos de los usuarios que pueden recibir los mensajes que se generan.

El módulo "control de las características de los usuarios" gestiona los datos personales de cada uno de los usuarios que participan en el sistema. Este módulo, a través de su comunicación con el módulo "control de comunidades virtuales", mantiene al día los datos de los usuarios y amplía el almacén "usuarios" con los datos de nuevos usuarios que pidan ser registrados en el sistema.

El módulo "cristalización del conocimiento" se encarga, como su propio nombre indica, de realizar el mecanismo de cristalización del conocimiento en el sistema (véase Capítulo 5). Este módulo interacciona directamente con las distintas unidades de conocimiento, aplicándoles el mecanismo de cristalización apropiado a cada una, con el fin de garantizar cuál es el conocimiento útil y de calidad para los usuarios que trabajan en el área de conocimiento.

## **6.2.2 Consideraciones sobre la implementación del sistema**

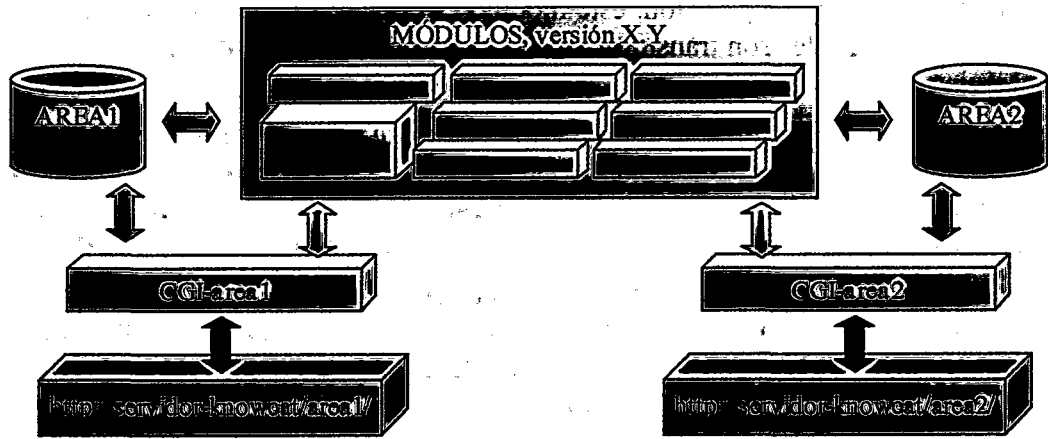
En una misma máquina podemos tener varios nodos KnowCat abiertos; todos ellos compartirán los programas que forman los módulos comentados en el apartado 6.2.1, y cada nodo tendrá una base de datos con la información sobre el conocimiento que almacena y sobre los datos de los usuarios que trabajan en ese área de conocimiento o nodo. El conocimiento almacenado en un nodo, además de contener la información de las unidades de conocimiento aportadas por los usuarios, también está compuesto por la actividad realizada por los usuarios y la información de la configuración del nodo.

Se ha utilizado tecnología CGI para la comunicación entre el sistema y los usuarios. Dichos CGI's están contruidos en Perl (<http://www.perl.com>), lenguaje de programación que genera código portable a cualquier plataforma y nos permite la generación de páginas Web de forma dinámica.

Cuando un usuario pone en su navegador el URL de un nodo KnowCat, el servidor KnowCat ejecuta un primer CGI que contiene la información sobre cuál es la base de datos

con la que trabaja ese área de conocimiento y la versión de los CGIs que utiliza. De esta manera podemos tener diversas versiones de los programas que forman el sistema y varios nodos abiertos con distintas versiones a la vez conviviendo en la misma máquina.

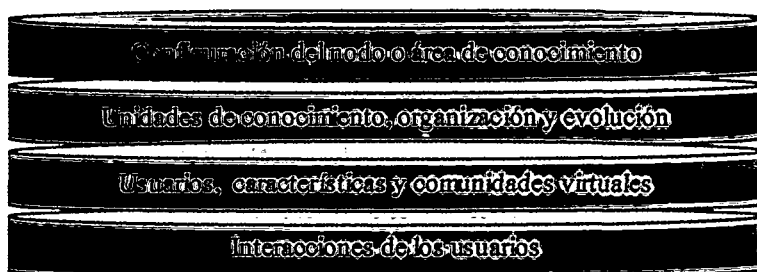
En el siguiente gráfico podemos observar cómo está configurada una máquina servidor-knowcat, que da acceso a dos áreas de conocimiento: area1 y area2. Comparten los programas CGI que forman los módulos de cada nodo, pero cada nodo tiene su propia base de datos.



**Figura 6.40** Configuración de más de un área de conocimiento en una misma máquina.

La base de datos de cada nodo está implementada utilizando el gestor de bases de datos MySQL (<http://www.mysql.com>); el acceso a ésta desde los programas CGI's es mediante los módulos DBI y DBD-MySQL de Perl.

Como ya se ha comentado, la base de datos almacena los datos en los siguientes bloques: I) información sobre configuración del nodo, II) información de las unidades de conocimiento, su organización y su evolución como resultado del proceso de cristalización del conocimiento, III) datos de los usuarios, sus características y su organización en comunidades virtuales y IV) la información de las interacciones realizadas por los usuarios con el sistema.



**Figura 6.41** La información que se almacenan en la base de datos de un nodo KnowCat.



## CAPÍTULO 7

### EXPERIMENTACIÓN CON EL SISTEMA

La propuesta planteada en el Capítulo 4 para la gestión del conocimiento de una comunidad de usuarios, y los mecanismos de cristalización del conocimiento propuestos en el Capítulo 5, se basan en una serie de hipótesis, las cuales además sustentan el diseño del sistema KnowCat explicado en el Capítulo 6.

Las hipótesis de partida, que se presentan en el apartado 7.1, han sido corroboradas mediante la realización de diversas experiencias con la utilización del sistema KnowCat. La descripción de estas experiencias se encuentra en el apartado 7.2.

De las cuatro hipótesis planteadas en el apartado 7.1, las dos primeras fueron las hipótesis iniciales de partida del presente trabajo de tesis, mientras que las siguientes han surgido durante proceso de resolución de las dos primeras. Las dos hipótesis más recientes tienen suficiente entidad, por lo que aparecen como hipótesis independientes de las anteriores.

En el apartado 7.3 se muestran las experiencias que están en activo a día de hoy, junto con la descripción de los proyectos en los que está siendo utilizado en la actualidad el sistema KnowCat.

#### 7.1 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

A continuación se exponen las hipótesis que fundamentan la propuesta planteada para la gestión del conocimiento de una comunidad de usuarios y los mecanismos de cristalización del conocimiento propuestos, que además sustentan el diseño del sistema KnowCat:

1. Estructuración del conocimiento. *Es posible desarrollar estructuras de conocimiento de forma colaborativa. Además la estructura del conocimiento en forma de árbol es suficiente para representar áreas de conocimiento de modo general.* Como se verá más adelante, tanto el mecanismo propuesto para la creación de la estructura de conocimiento inicial (en el modo supervisado), como el mecanismo basado en el servicio de votaciones para la modificación de la estructura (en el modo activo), se adaptan a las necesidades de los usuarios en cada momento, en la tarea de desarrollar una estructura que describa el área de conocimiento que se trabaja (véase 7.2.1).
2. Generación de contenidos de calidad. *Cuando se alcanza una masa crítica de documentos y usuarios votándolos, se obtiene una evaluación razonable de la calidad de los mismos y, por tanto, tiene sentido el concepto de cristalización que se defiende en esta tesis.* Los resultados de las experiencias realizadas corroboran cómo las opiniones en forma de votos a documentos proporcionan una evaluación (o clasificación) aceptable de ellos. Dicha evaluación es mejorada con la introducción del factor relacionado con la evolución de los votos recibidos, y con la consideración de las anotaciones recibidas (véase 7.2.2).

3. Creación de comunidades virtuales de expertos. *La creación de comunidades virtuales de expertos en torno a temas de la estructura responde adecuadamente a la forma de trabajar de los usuarios. Además, estas comunidades se forman a partir del árbol de forma natural.* En el estudio que se presenta en el apartado 7.2.3, se muestra cómo los usuarios trabajan siempre en zonas cercanas entre sí en el árbol de conocimiento, es decir, en temas relacionados.
4. Evolución de los documentos mediante anotaciones y versiones. *Utilizar un mecanismo mixto de anotaciones y versiones es adecuado para conseguir la evolución de un documento ya establecido en el área de conocimiento.* Las anotaciones a documentos se consolidan como unidades de conocimiento útiles tanto para opinar explícitamente sobre documentos, como para motivar a sus autores a que realicen una nueva versión del mismo. Las propuestas de versiones de documentos mejoran el contenido del documento original si las anotaciones recibidas son tenidas en cuenta (véase 7.2.4).

## 7.2 EXPERIMENTOS REALIZADOS CON COMUNIDADES DE USUARIOS

El sistema KnowCat puede ser utilizado por cualquier tipo de comunidad que desee compartir conocimiento en general. Sin embargo, como ya se comentó en el Capítulo 6, el sistema tiene dos principales áreas de aplicación: el ámbito docente, donde la comunidad la forma un grupo de estudiantes (en algunos casos también el profesor forma parte de esta comunidad); y el ámbito de la investigación, donde la comunidad la forma un grupo de investigadores. Aunque hasta el momento sólo ha sido utilizado el sistema en los dos campos comentados, también es factible su utilización por comunidades de otros campos, como por ejemplo, el empresarial.

De los campos comentados, es el entorno docente en el que el sistema ha sido más utilizado. Los empleos más habituales del sistema en este entorno han sido la generación de apuntes, el fomento del espíritu crítico de los alumnos (mediante su evaluación sobre el trabajo de los compañeros) y la utilización de un nuevo medio (abierto a todo el mundo) para la presentación de sus trabajos.

El factor motivación es esencial en este tipo de sistemas (véase 2.1.2). En el campo docente el factor motivación está resuelto. Por ejemplo, en las experiencias realizadas el trabajo llevado a cabo por los alumnos con el sistema ha sido evaluado por el profesor, y ha sido tenido en cuenta en la calificación de la asignatura.

Dicho factor motivación ha limitado los resultados en los otros campos. Teniendo esto en cuenta, se ha planteado el sistema de la forma más general posible en su utilización con comunidades de estudiantes, con el fin de poder obtener resultados y conclusiones lo más generales posibles, no sólo aplicables al campo académico.

Durante los últimos cinco cursos académicos se ha utilizado el sistema KnowCat con diferentes comunidades de estudiantes en varias áreas de conocimiento. Los resultados obtenidos en estas áreas podrían verse tanto como la base o semilla [dePaula *et.al.*, 2001] de unos apuntes de calidad sobre la asignatura tratada, o como un *e-book* o libro electrónico en evolución sobre dicha asignatura [Cobos *et.al.*, 2002c].

A continuación, se presenta una exposición del trabajo realizado en las áreas de conocimiento utilizadas para la prueba de las hipótesis de partida.

### Experimento 1

El área de conocimiento sobre "Sistemas Operativos" (<http://knowcat.ii.uam.es/ssoo/>) ha involucrado a estudiantes matriculados en la asignatura con el mismo nombre de Segundo de Ingeniería Informática de la Escuela Politécnica Superior de la UAM en los cursos 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001 y 2001/2002. El profesor encargado de la tarea de "motivar" a los alumnos en el área de conocimiento es el profesor Xavier Alamán, Profesor Titular de Universidad en la Escuela Politécnica Superior, que imparte dicha asignatura.

La experiencia empezó con un nodo KnowCat denominado "Sistemas Operativos", con una estructura de conocimiento inicial de 15 temas en varios niveles (creada por el instructor de la asignatura). Los alumnos participaron en los 12 temas situados en el último nivel del árbol. Durante el primer año se deseaba corroborar la hipótesis número 2 sobre la generación y evaluación de contenidos. La estructura inicial estaba compuesta por temas contenidos en el temario del curso. Aunque el foco inicial del experimento, como ya se ha comentado, eran los documentos, la estructura fue evolucionando en los años sucesivos gracias a las aportaciones de los alumnos, y al final del tercer año la estructura de conocimiento estaba compuesta por 28 temas.

Durante los tres primeros años, los estudiantes fueron agrupados en comunidades asociadas a un tema determinado sobre el cual tenían que producir un documento y emplear sus votos (máximo 3 votos) para seleccionar los mejores documentos dentro de su comunidad. Año tras año, se continuó trabajando con el mismo árbol de conocimiento generado en el año anterior, quedando excluidos los documentos de periodos precedentes que fueron eliminados por el sistema debido a su bajo grado de aceptación.

Durante el segundo y tercer año, antes de ser agrupados los alumnos en comunidades, tenían un tiempo para votar por los tres mejores documentos de entre todos los existentes en el área de conocimiento. Seguidamente eran asignados a un tema concreto, puntuando a los tres mejores documentos y aportando uno nuevo sobre este tema. En todos los casos, los votos podían ser empleados para opinar sobre los documentos nuevos, así como sobre los documentos que hubieran sido aportados al sistema en años anteriores.

Finalmente, en el cuarto año fueron añadidos (por el instructor de la asignatura) a la estructura varios temas sobre investigación en el área y sólo los alumnos interesados participaron aportando un documento sobre el tema de investigación que más les interesaba. Posteriormente utilizaron sus votos (también tres votos como máximo) para apoyar a los documentos que, a su juicio, eran los mejores entre los creados sobre investigación en Sistemas Operativos.

El número de alumnos matriculados cada año en la asignatura es aproximadamente 200. Los tres primeros años hubo una participación en el intervalo 90-95% por año, pues además de contar su participación como parte de la nota final de la asignatura, los temas del árbol del conocimiento les eran familiares, y trabajar sobre ellos les hacía repasar parte de lo visto durante el curso. Sin embargo, en el último año sólo hubo una participación del 10%, lo cual puede ser debido a que los temas sobre los que debían trabajar ese año no les eran cercanos y además a que la participación en el sistema era de carácter voluntario.

### Experimento 2

La construcción del área de conocimiento "Razonamiento bajo Incertidumbre" (<http://knowcat.ii.uam.es/razonamiento/>) está siendo llevada a cabo por estudiantes de Doctorado de Ingeniería Informática de la Escuela Politécnica Superior de la UAM. matriculados en el curso del mismo nombre durante los años académicos 1998/1999, 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 y 2002/2003. El curso es impartido por el profesor Xavier Alamán y cada año suelen matricularse de 15 a 20 alumnos.

Se partió de un nodo con el nombre del curso y se dejó la creación de la estructura del árbol de conocimiento como actividad para los alumnos, que trabajaron en la fase supervisada durante el primer año. En este periodo se pretendía corroborar la primera de las hipótesis, es decir, que era posible crear la estructura de conocimiento del curso de forma colaborativa. En el segundo año, el trabajo de los alumnos pasó al modo activo, donde se formaron una serie de comunidades virtuales en torno a ciertos temas; los alumnos contribuyeron con nuevos documentos, nuevos temas en la estructura de conocimiento y opinaron sobre estos elementos.

En los tres últimos años cada nuevo grupo de estudiantes contribuyó mayoritariamente con documentos, aunque en menor proporción en comparación con los dos primeros años. En los dos últimos años los alumnos también hicieron uso de las anotaciones a documentos como medio para opinar sobre ellos y como mecanismo de ayuda en la creación de nuevas versiones de documentos. En el curso 2001/2002, la dinámica de trabajo permitió que se realizaran algunas versiones sobre los documentos aportados ese año (el 50% de los alumnos versionaron su documento aportado ese año). Sin embargo, esto último no ha ocurrido en el trabajo del último año.

### Experimento 3

El área de conocimiento "Matemáticas para la Educación Infantil" (<http://knowcat.ii.uam.es/MatEI/>) está siendo elaborada por estudiantes de 2º y 3º de Magisterio –especialidad en Educación Infantil– del Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle (UAM), matriculados en la asignatura "Bases del pensamiento matemático y su didáctica" [Gómez *et.al.*, 2001], durante los últimos tres años académicos: 2000/2001, 2001/2002 y 2002/2003. La actividad realizada con KnowCat forma parte de la programación general de la asignatura y se realiza en todos los grupos (mañana y tarde). El profesor (y "motivador") de la asignatura es Melchor Gómez, Profesor Titular de Matemáticas y Tecnología de la Comunicación en dicho centro.

El primer año, el instructor de la asignatura propuso un árbol de conocimiento inicial formado por cuatro temas (como subtemas del tema raíz o nodo principal del árbol de conocimiento) sin documentos, y se inició el trabajo desde la fase activa.

Durante estos tres años los alumnos han participado en grupos (dos o tres alumnos por grupo). El trabajo de cada grupo, en todos los años, ha consistido en colaborar con la aportación de un documento sobre un tema elegido por ellos. Seguidamente, opinaban mediante un voto comprendido entre 0 y 10 sobre los demás documentos del tema al que ellos habían aportado su documento, sin tenían limitación en el número de documentos a votar.

Uno de los objetivos de la utilización del sistema, según el instructor de la asignatura, era que "la tarea de votar sobre los documentos de sus compañeros les pudiera servir como un entrenamiento para su futura carrera docente, en la que tendrán que evaluar en muchas ocasiones los trabajos de sus alumnos".

A lo largo del segundo año los alumnos hicieron también uso de las anotaciones a documentos, como medio de evaluación de los documentos. Sin embargo, durante el segundo

año no hubo tiempo suficiente para la realización de nuevas versiones de documentos. Se espera que puedan realizarse durante el tercer año (el presente curso).

#### Experimento 4

El área de conocimiento (<http://knowcat.ii.uam.es/estrategiasAprendizaje/>) "Estrategias de Aprendizaje" ha sido creada por los alumnos matriculados en la asignatura "Estratègies d'aprenentatge" (Estrategias de aprendizaje) de la Licenciatura de segundo ciclo de Psicopedagogía del Departamento de Pedagogía y Psicología (Ciencias de la Educación) de la Universidad de Lleida. Los alumnos cursan esta asignatura en el tercer semestre de la licenciatura, y el área se ha iniciado en el último curso (2002/2003). La profesora (y "motivadora") de la asignatura es Manoli Pifarré, Profesora Titular de Escuela Universitaria en el Centro de Ciencias de la Educación.

Se partió de una estructura para el árbol de conocimiento formada por cinco temas. El trabajo de los alumnos se inició con la aportación de un documento sobre uno de los temas del árbol, tema que eligieron ellos mismos. Este documento no tenía por qué haber sido creado por ellos, sino que podían aportar un documento encontrado en Internet sobre el tema de su interés. A continuación emitieron un voto al documento que mejor describía el tema y aportaron como máximo tres anotaciones a tres documentos del mismo tema.

Al finalizar esta primera etapa del trabajo había un documento destacado por cada tema: el documento cristalizado. A continuación, el alumno creaba un documento sobre el tema que le interesaba, basándose en el documento cristalizado. Emitía tres anotaciones para los documentos sobre los que deseaba opinar explícitamente y votaba al que a su juicio fuera el mejor. Los documentos que podían ser votados eran el documento cristalizado en la primera etapa de trabajo y los nuevos documentos aportados en la segunda etapa de trabajo.

En la tercera y última etapa, el trabajo de los alumnos consistió en la realización de una nueva versión de sus documentos originales, con el fin de mejorarlos a partir de las anotaciones realizadas por los demás. Por último, tuvieron que opinar sobre el cambio o no de cada documento por su versión, de los documentos contenidos en el mismo tema donde participaron, así como sobre la continuidad o no de las anotaciones dadas a los documentos originales, en el caso de que cambiara dicho documento por su versión propuesta.

#### Experimento 5

El sistema también ha sido utilizado por un grupo de investigadores, bajo la dirección de Roberto Marco, Catedrático de Universidad en el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina (UAM), con el objetivo de generar colectivamente la documentación sobre el proyecto europeo "Topical Team in Fixation and Preservation in Space Research" (financiado por la ESA, coordinador: Dr. F.J. Medina, del Centro de Biología Molecular). En dicho proyecto intervienen investigadores del CNRS francés, del Technische Hochschule de Zúrich, de la Universidad de Cambridge en Inglaterra y personal de las industrias Dutch Space (Leyden) y NTE (Barcelona).

El trabajo en el área de conocimiento (<http://knowcat.ii.uam.es/TTESA/>) se ha desarrollado durante el año 2002. Se partió de un nodo con el nombre del proyecto como raíz del árbol de conocimiento. Durante los primeros meses se trabajó en la fase supervisada, en la cual todos los componentes del proyecto pertenecían al grupo de coordinación. Su labor fue elaborar en colaboración la estructura de conocimiento del área. Una vez tuvieron decidida por consenso la estructura de conocimiento, se pasó al modo activo, periodo durante el cual el trabajo de los usuarios se concentró en aportar documentos sobre algunos de los temas de la estructura.

En esta experiencia los usuarios no utilizaron los servicios de opinión mediante votos o anotaciones a documentos. Así como en la fase supervisada la participación fue en torno al 90% de los usuarios, en la fase activa los documentos fueron aportados por una proporción bastante reducida de los miembros del grupo, concretamente del 15% de los usuarios.

### Otros experimentos

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior, el sistema permite ser configurado según las necesidades del grupo de usuarios que lo va a utilizar. Durante los últimos años se han llevado a cabo otras experiencias con mecánicas de trabajo bastante diferentes a las anteriores. Estas experiencias han sido útiles para comprobar la flexibilidad del sistema a la hora de su configuración, sin embargo no han sido de especial relevancia para corroborar las hipótesis de partida.

Ejemplo de este tipo de experiencias es el área de conocimiento "Calentamiento basado en juegos" (<http://dimoi.uam.es/calentamiento/>). El área ha sido creada por estudiantes de Magisterio –especialidad en Educación Física– matriculados en la asignatura "Educación física y deporte" de la Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la UAM, durante el curso 2000/2001. El profesor de la asignatura es Vicente Martínez, Profesor Titular de Universidad en la Facultad de Formación de Profesorado y Educación.

El tema raíz del árbol de conocimiento del área tiene el nombre del tema general, y los subtemas están catalogados como grupo1, grupo2, etc. Todos los subtemas tratan sobre el mismo tema, el del nodo raíz. Los estudiantes se distribuyeron en grupos; el objetivo del instructor en este caso era encontrar un único documento bueno y definitivo sobre el área de conocimiento tratada, como resultado del trabajo de los alumnos por grupos en primer lugar, y posteriormente de todos en conjunto.

La tarea de los estudiantes era realizar un documento y añadirlo al tema (grupoX) al que pertenecían, entonces debían votar por el mejor documento de su mismo tema, y finalmente votar por el mejor documento de toda la estructura, eligiendo en este caso sólo entre los documentos cristalizados de cada tema en ese momento. Al final del año se ha obtenido una buena clasificación de documentos por temas, y los dos documentos más votados en toda la estructura son, a juicio del instructor de la asignatura, los mejores.

Otras áreas de conocimiento creadas con un mecanismo de trabajo también particular, como el caso de la última área mencionada, son: "Psicología de la lectura" (<http://dimoi.uam.es/Psicolect/>), asignatura impartida por José Antonio León, Profesor Titular de Universidad en la Facultad de Psicología de la UAM; "Contabilidad Financiera y Analítica II" (<http://dimoi.uam.es/CFYA2/>) e "Historias de fantasía" (<http://dimoi.uam.es/HF/>), ambas áreas de conocimiento de Jose Luis Ucieda, Profesor Titular de Universidad en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UAM.; y "Aprendizaje Colaborativo" (<http://dimoi.uam.es/ApColaborativo/>), asignatura impartida por el profesor Melchor Gómez.

Seguidamente se detallan los resultados obtenidos en las experiencias realizadas. Los resultados se muestran agrupados según la hipótesis que se deseaba corroborar en cada caso. Debido a las características de cada grupo de usuarios no se han podido tener en cuenta todas las hipótesis en todas las experiencias, ya que cada una tenía unos objetivos específicos en cada uno de los años en los que ha sido trabajada, como se explica más adelante.

### 7.2.1 Estructuración del conocimiento

En las dos primeras experiencias se planteó corroborar la primera de las hipótesis planteadas (véase 7.1), es decir, la hipótesis relacionada con la estructura de conocimiento. El principal objetivo de la segunda experiencia era precisamente verificar el mecanismo de cristalización de la estructura jerárquica de conocimiento. Dicho objetivo es compartido por la quinta experiencia.

Durante los tres primeros años de la segunda experiencia, la mayoría de las participaciones en el área de "Razonamiento bajo Incertidumbre", (aproximadamente el 80% de las participaciones realizadas) estuvieron relacionadas con la creación y evaluación de la estructura. Además, las participaciones o contribuciones estuvieron muy distribuidas a lo largo del tiempo, aunque hubo algunos periodos de mayor participación que coincidieron con momentos en los que las comunidades de expertos se comunicaban a través del servicio de mensajería del sistema con el fin de llegar a acuerdos relacionados con los temas de su comunidad.

Los resultados del trabajo en esta experiencia, teniendo en cuenta que durante los dos últimos años apenas se han producido modificaciones en la estructura, han sido los siguientes:

- La estructura ha evolucionado satisfactoriamente: el primer año se obtuvo un árbol con 14 temas, distribuidos en cuatro niveles de profundidad. Al final del tercer año prácticamente se dobló el número de temas en la estructura (actualmente hay 26 temas). En estos momentos el árbol de conocimiento tiene cinco niveles de profundidad.
- Según el instructor de la asignatura, el árbol resultante contiene una perspectiva íntegra y razonable de los temas del área de conocimiento tratada.

En la siguiente Figura se muestra el árbol de conocimiento resultante tras los cinco años de trabajo sobre el área de conocimiento (se partió sólo con el nodo raíz, al inicio del primer año):

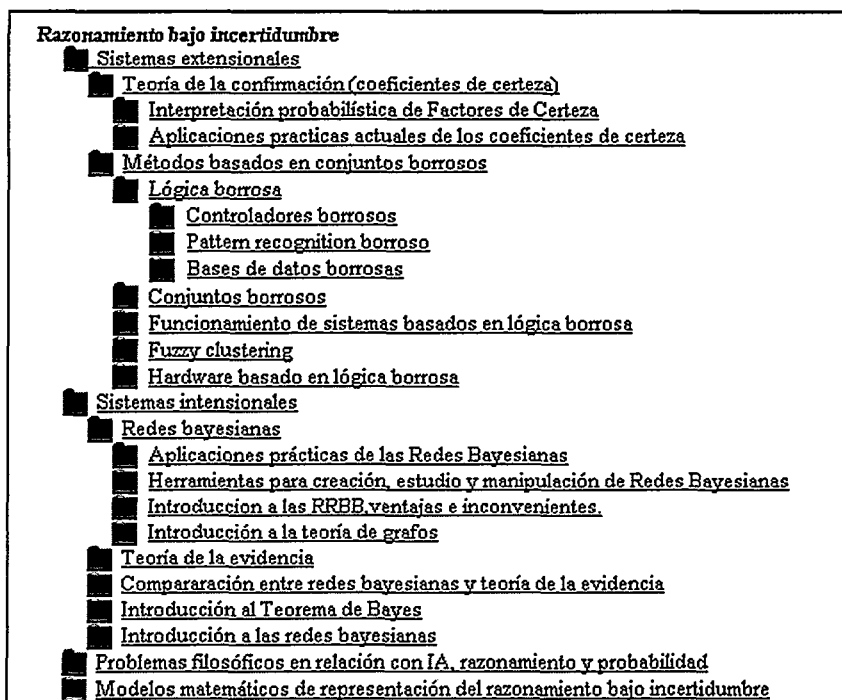


Figura 7.1 Estructura actual de conocimiento del área de conocimiento "Razonamiento bajo Incertidumbre".

En la primera experiencia ("Sistemas Operativos"), el árbol de conocimiento ha evolucionado también satisfactoriamente a lo largo de sus cuatro años de duración. En este momento la estructura está compuesta por 28 temas, de los cuales 24 tienen documentos, por lo que se ha doblado el número de temas del árbol inicial propuesto el primer año. Por último, se ha pasado del árbol inicial, con tres niveles de profundidad, al actual con cuatro niveles. El resumen de estos datos se encuentra en la siguiente tabla:

AL FINAL DEL PRIMER AÑO	AL FINAL DEL CUARTO AÑO	CAMBIO
15 temas en total: 12 temas con documentos	28 temas en total: 24 temas con documentos	Incremento del 100%. El número de temas con documentos se ha doblado
3 niveles de profundidad	4 niveles de profundidad	La profundidad del árbol se ha incrementado en un nivel

Tabla 7.1 Resultados en relación con la evolución de la estructura de conocimiento del área de conocimiento "Sistemas Operativos".

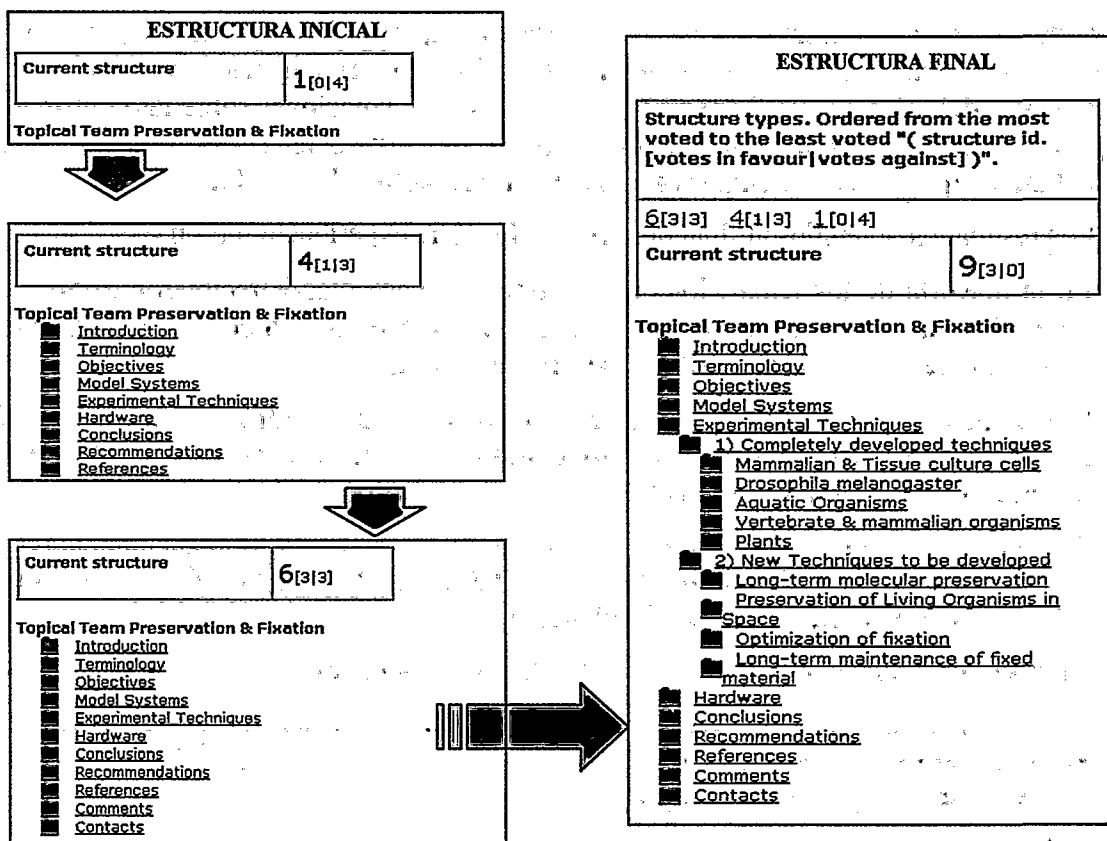
En la experiencia realizada entre investigadores, "Topical Team in Fixation and Preservation in Space Research" (quinta experiencia), la mayor parte del trabajo estuvo centrada en la creación de la estructura de conocimiento para el área.

Durante los primeros meses, los usuarios trabajaron en el modo supervisado y se corroboró la flexibilidad del mecanismo proporcionado por el sistema para la creación de estructuras. En total fueron propuestas ocho estructuras distintas, de las cuales sólo tres tuvieron un mínimo de aceptación. De ellas únicamente una fue la que tuvo claramente más aceptación y consolidó cuando los usuarios decidieron cambiar al modo activo.



El mecanismo para proponer estructuras permite confeccionar una estructura partiendo de otra ya existente o partiendo de cero (sólo con el nodo raíz). La opción más utilizada por los usuarios fue la primera de ellas, que es más rápida para crear la estructura aprovechando las ya propuestas.

La última estructura añadida al sistema fue la más aceptada, lo cual es lógico, teniendo en cuenta que esta estructura era la más elaborada: tenía cuatro niveles de profundidad, mientras que las otras sólo tenían dos. Como puede verse en la Figura 7.2, la estructura más aceptada recibió sólo votos a favor y no en contra. Las otras estructuras con menos aceptación son la número cuatro y la número seis. La número seis es una mejora de la cuatro (se creó a partir de la anterior) y de hecho recibe más aceptación que la número cuatro.



**Figura 7.2** Evolución de la elaboración de la estructura de conocimiento del área de conocimiento "Topical Team in Fixation and Preservation in Space Research".

La decisión de cambiar de fase, y por lo tanto continuar trabajando en el modo activo, vino de la mano del usuario encargado de motivar el área de conocimiento. Dicha decisión fue secundada por los demás usuarios, que estaban de acuerdo con seguir trabajando a partir de la estructura más aceptada (que se convertiría en la cristalizada en el cambio a la fase activa).

Los resultados presentados en este apartado corroboran que es posible crear de forma colaborativa una estructura que describa un área de conocimiento. También, de estas experiencias se extrae que, las aportaciones de modificación en la estructura (siendo éstas principalmente de adición de temas) son una forma sencilla y apropiada para hacer evolucionar la estructura de conocimiento.

### 7.2.2 Generación de contenidos de calidad

El objetivo común en todo nodo KnowCat es la generación de contenidos de calidad en los distintos temas de su árbol de conocimiento. Las experiencias realizadas dan cierto soporte a la primera de las hipótesis planteadas. Las experiencias que han sido utilizadas en la corroboración de esta hipótesis son principalmente las siguientes: "Sistemas Operativos"; "Matemáticas para la Educación Infantil" y "Estrategias de Aprendizaje" (también el área de "Razonamiento bajo Incertidumbre" en los últimos años de su desarrollo). Veamos los resultados obtenidos en cada una de ellas en lo que se refiere a la generación de contenidos de calidad.

Como se comentó anteriormente, en la primera experiencia ("Sistemas Operativos"), los alumnos debían aportar al menos un documento sobre el tema asignado y votar a los mejores documentos del mismo tema. Para medir la validez de las votaciones sobre las contribuciones, el profesor de la asignatura hizo una clasificación independiente de las aportaciones a cada tema, baremo que fue considerado como una medida objetiva de su calidad.

Los resultados obtenidos al final del primer año de la experiencia fueron:

- En la mayoría de los temas, los dos documentos más votados recibieron el 50% de los votos, lo que indica la consecución de consenso: hay coincidencia en el juicio de la calidad al menos para las contribuciones más destacadas.
- El consenso quedó constatado en los documentos de mayor calidad: al menos dos de los tres documentos elegidos por el profesor como los mejores, estaban entre los tres primeros documentos elegidos por los alumnos.
- Además, el consenso también se produce en los documentos de menor calidad: hay coincidencia en ambos baremos, en casi la totalidad de los temas, sobre qué documentos deben estar en la parte baja de la clasificación.

En el siguiente gráfico se muestran los resultados comentados:

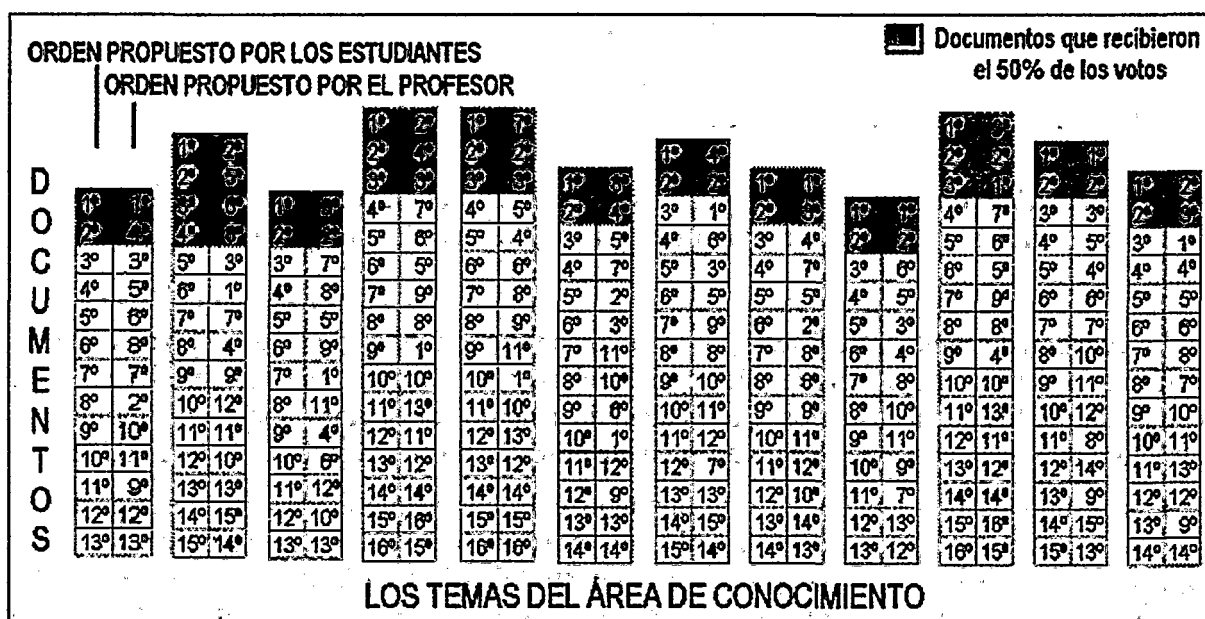


Figura 7.3 Resultados obtenidos al final del primer año en el área sobre "Sistemas Operativos".

En la Figura 7.3 cada columna compuesta representa un tema del área de conocimiento. De cada columna, el orden de la izquierda es el escalafón de los documentos en ese tema, resultado de las votaciones de los estudiantes (lo que muestra el sistema), mientras que el orden de la derecha es el escalafón de los documentos según el instructor de la asignatura. Por ejemplo en el décimo tema, contando desde la izquierda, los tres mejores documentos según los alumnos también son los tres mejores documentos según el instructor, aunque no en el mismo orden.

Los documentos que se encuentran en la parte más alta de cada columna y con el fondo sombreado son los documentos que han obtenido el 50% de los votos emitidos en su tema. Como puede observarse en la Figura 7.3, en cada tema el número de documentos que ha recibido más votos está entre dos y tres, por lo tanto hay consenso en los documentos de mayor calidad.

Tras los dos siguientes años de la experiencia se comprobó que:

- El 50% de los temas de la estructura de conocimiento inicial tienen en sus primeras posiciones del escalafón documentos que han sido aportados en distintos años, lo cual evidencia que el conocimiento en el sistema está en evolución. Es posible que documentos aportados posteriormente desbanquen a documentos que llevan más tiempo en el sistema y que estaban ocupando las primeras posiciones en el escalafón.
- Sin embargo, en el otro 50% de los temas, el documento seleccionado como el mejor durante el primer año obtuvo un grado de aceptación tan elevado que los demás documentos añadidos posteriormente no fueron capaces de alcanzarle. Este comportamiento pudo deberse a que en algunos temas no hubo la suficiente participación, es decir, no se había añadido la suficiente masa crítica para así poder pujar por nuevos documentos (este hecho ha pasado en un 20% de los temas), o bien a que un tema contuviera el mejor documento desde el primer año, lo cual es justificable en aproximadamente un 10% de los temas.
- Hay una distribución más equilibrada de los votos emitidos en los últimos periodos entre los documentos de cada tema. Esto puede ser debido a que los documentos que son aportados más tarde pueden hacer uso de "lo mejor" de los documentos que ya están y, por lo tanto, la competición es más equilibrada entre documentos que llevan más tiempo en el área y documentos más recientes. Aun así, sigue ocurriendo en la mayoría de los temas que se diferencian claramente los documentos más aceptados de los menos aceptados.

En esta experiencia se utilizó un mecanismo de cristalización más sencillo que el comentado en el Capítulo 5. En dicho mecanismo no se tuvieron en cuenta los siguientes elementos: las anotaciones –porque no estaba implementado el mecanismo–, la evolución del porcentaje de votos recibidos –no se hizo uso del "valor de la evolución"– y no se dio la suficiente importancia a los documentos que llegaron más tarde y fueron bien valorados.

Los tres elementos antes comentados, que son parte importante del mecanismo actual de cristalización, fueron propuestos a partir de los resultados obtenidos en esta experiencia y tras el análisis exhaustivo de los datos a finales del tercer año. Empezó a aplicarse el mecanismo de cristalización completo en las demás experiencias a partir del curso 2001/2002; de hecho, en los resultados del segundo año del área de "Matemáticas para Educación Infantil" queda corroborada la mejora de la clasificación de los documentos teniendo en cuenta estos tres elementos en el proceso de cristalización.

El último año de la primera experiencia se trabajó en temas nuevos (añadidos por el instructor para el trabajo de ese año) y los resultados obtenidos fueron en líneas generales similares a los obtenidos al final del primer año de esta experiencia.

El objetivo de la tercera experiencia ("Matemáticas para Educación Infantil") era verificar la evolución del grado de cristalización de los documentos con el fin de determinar la correcta clasificación de documentos en cada tema.

Al final del primer año de la experiencia, los documentos de cada tema tenían un grado de aceptación similar<sup>1</sup>, pero había dos grupos de documentos bien diferenciados, uno en la parte alta y otro en la parte baja del escalafón. Esta clasificación coincidió con la opinión del instructor del curso: "Aunque no estoy seguro de si el escalafón obtenido refleja la calidad de cada uno, sí es cierto que los documentos en la parte alta del escalafón son los mejores en mi opinión, así como los que están en la parte baja son los de menos calidad".

En la siguiente figura se muestra en detalle por cada tema del árbol de conocimiento el orden de los documentos diferenciados en tres franjas de aceptación: zona superior (más aceptados), zona inferior (menos aceptados) y zona intermedia (con aceptación intermedia).

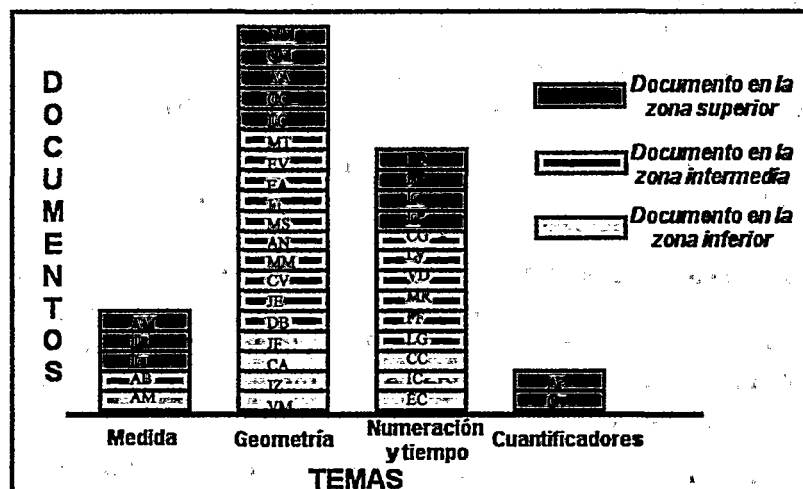


Figura 7.4 Resultados obtenidos al final del primer año en el área sobre "Matemáticas para Educación Infantil".

Como se puede ver en la figura 7.4, en las clasificaciones o escalafones de documentos que muestra el sistema de los dos temas con mayor número de documentos se distinguen tres zonas. La zona superior comprende cuatro (en el tema Numeración y Tiempo) o cinco documentos (en el tema Geometría), los que mayor grado de aceptación han adquirido, y se da el caso de que son los documentos de mayor calidad en opinión del profesor de la asignatura.

La zona inferior comprende de tres (en el tema Numeración y Tiempo) a cuatro (en el tema Geometría) documentos. También coinciden con los documentos que menor calificación han obtenido por parte del profesor.

<sup>1</sup> Esta situación puede ser debida a que los alumnos podían votar a todos los documentos. Los votos tomaban un valor dentro del rango 0-10; por lo tanto, el apoyo a los documentos podía "matizarse". De esta manera no todos los documentos tendían a un mismo valor de aceptación, a pesar de que casi todos los documentos recibían igual número de votos.

En el primer tema, en el que hay sólo cinco documentos, los tres primeros están en la zona superior, siendo además los tres mejores documentos del tema según el profesor; el cuarto está en la zona media y el quinto en la inferior, siendo éste en opinión del profesor el documento que peor describe el tema.

En el cuarto tema sólo hay dos documentos que han sido valorados casi con el mismo valor por el sistema tras las votaciones de los alumnos, y estarían en la región superior los dos. Pero de este tema, al no haber suficiente "masa crítica", se hace difícil determinar el acierto de la clasificación.

Tras la discusión anterior, se puede concluir que los dos extremos en el escalafón (zona superior y zona inferior) nos muestran una vez más que hay consenso entre los alumnos para determinar cuáles son los mejores y cuáles los peores documentos que describen un tema. Además, dicho consenso coincide con la opinión del profesor de la asignatura, lo cual nos indica que los alumnos han evaluado y valorado de manera adecuada el trabajo realizado sin necesidad de supervisión y de forma distribuida en el espacio y en el tiempo.

Al inicio del segundo año de la experiencia fueron eliminados por el sistema los documentos con menor aceptación; los documentos de cada tema que siguieron compitiendo en el segundo periodo de la experiencia fueron los que se encontraban en la zona superior del escalafón.

También al inicio del segundo año de la experiencia el instructor añadió un tema nuevo: Juegos. Los alumnos colaboraron como ya se ha comentado anteriormente, con nuevos documentos, votos (con valor en el rango 0-10) y anotaciones tanto a los documentos veteranos como a los nuevos.

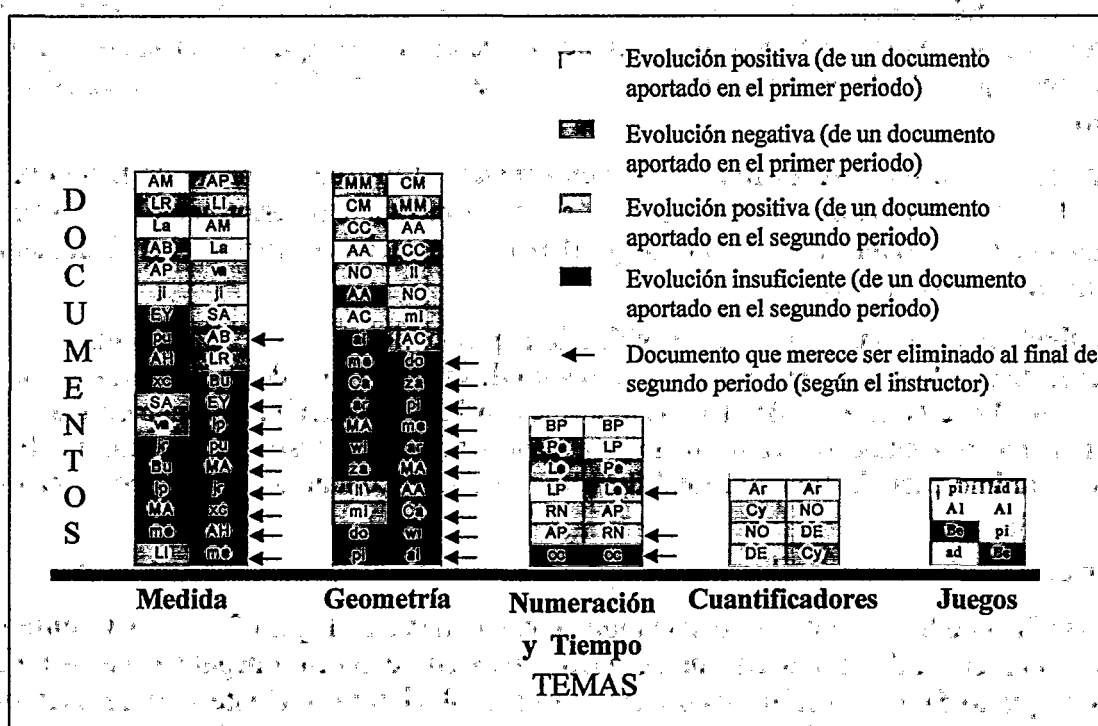
Al final del segundo año la clasificación proporcionada por el sistema mejoró notablemente con la introducción en el mecanismo de cristalización de anotaciones, como se verá más adelante (véase 7.2.4). También se mejoró la clasificación, al tener en cuenta la evolución del porcentaje de votos recibidos, dando un cierto peso a los votos recibidos durante el último periodo frente al total de votos recibidos contando desde el comienzo del área.

Con el mecanismo de cristalización completo, los resultados fueron los siguientes:

- Se facilita que los documentos con evolución positiva (véase Figura 5.5 y 5.6, Capítulo 5) queden en el escalafón por encima de documentos con evolución negativa (véase Figura 5.8, Capítulo 5) o evolución "insuficiente". Con evolución insuficiente se hace referencia a la evolución de un documento que no tuvo suficiente aceptación durante toda su permanencia en el área, porque su grado de aceptación ha estado siempre por debajo del umbral superior de cristalización (véase Figura 5.9, Capítulo 5). Se puede decir que una evolución de tipo insuficiente es también de tipo negativa. De esta forma, se delimitan mejor los grupos de documentos con aceptaciones similares y la clasificación es más acertada.
- En todos los temas, los documentos que no tuvieron suficiente aceptación, y por lo tanto, la evolución de su grado de aceptación sufrió una evolución insuficiente, están en la parte baja del escalafón. Esto facilita la detección de los documentos candidatos a ser suprimidos del sistema.
- En la mayoría de los casos los documentos que propone eliminar el sistema, antes de iniciarse el tercer periodo (los que tienen evolución insuficiente), coinciden con los documentos que según el instructor merecen ser eliminados. Esto es un indicativo del consenso para determinar cuáles son los documentos de baja calidad.

- Queda de manifiesto que el conocimiento está en evolución:
  - Se da el caso de que documentos que cristalizaron en el primer periodo son descristalizados a causa de la llegada de mejores documentos en el segundo periodo. Esto ocurre en el primero de los temas (Medida) con el documento 'LR' (más adelante se explica en detalle).
  - Se da el caso de que documentos que llegaron más tarde (en el segundo periodo), estén por encima en el escalafón de documentos que habían sido muy bien valorados en el primer periodo, y que siguen siendo bien valorados en el segundo. Por lo tanto, pueden cristalizar documentos que son aportados más tarde, este es el caso del documento 'AP' del tema Medida.

En el siguiente gráfico se presentan los resultados obtenidos al final del segundo periodo de esta experiencia:



**Figura 7.5** Resultados obtenidos al final del segundo año en el área sobre "Matemáticas para Educación Infantil".

En el gráfico de la Figura 7.5 se muestra una columna por cada tema del área, donde se presentan los documentos según las siguientes ordenaciones:

1. La ordenación de la izquierda es la que nos daría el mecanismo de cristalización inicial, el que no tenía en cuenta ni las anotaciones, ni la evolución del porcentaje de votos recibidos (totales y en el último periodo), ni la importancia del porcentaje de votos recibidos en el último periodo.
2. La ordenación de la derecha es resultante del mecanismo de cristalización completo (teniendo en cuenta los tres mecanismos antes nombrados).

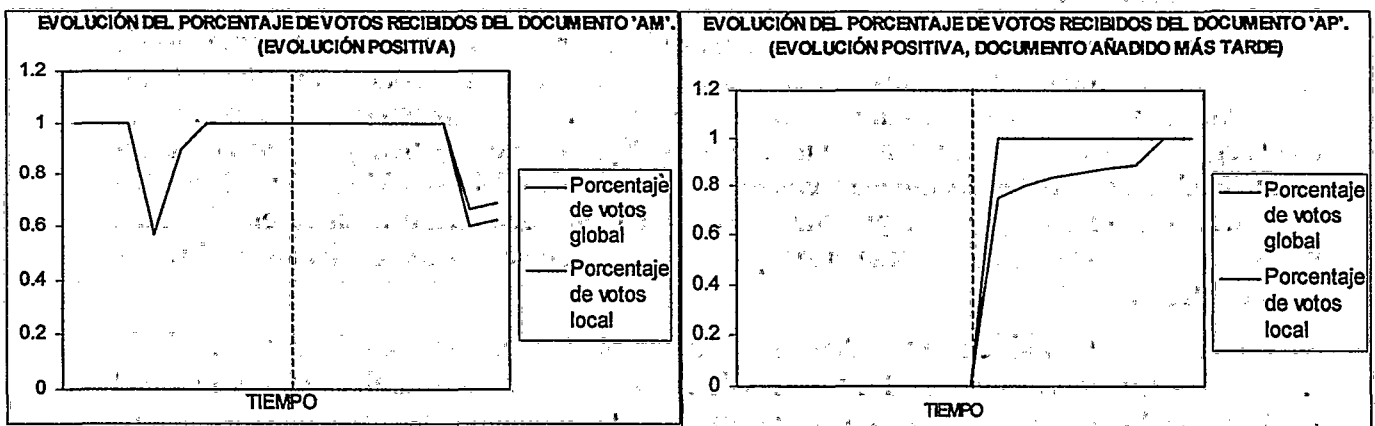
Como puede verse en la Figura 7.5, el orden de la izquierda no presenta franjas claras de colores, mientras que el orden de la derecha sí hace una separación por colores, y por lo tanto hay agrupaciones claras de tipos de evolución. La opinión del profesor coincide más con la ordenación de la derecha (nuevo mecanismo). De hecho, los documentos a eliminar en opinión del profesor coinciden, en la mayor parte de los casos, con los documentos de evolución insuficiente de su porcentaje de votos recibidos (fondo de color violeta), los cuales están en la parte baja del escalafón (en la ordenación de la derecha). Sin embargo, estos mismos documentos no son tan fácilmente localizables en la ordenación de la izquierda, debido a que están repartidos por toda la ordenación.

Es deseable que los documentos que tienden a ser cada vez más aceptados, es decir, con evolución positiva de su porcentaje de votos, se encuentren entre los primeros del escalafón. Esto se observa en la ordenación que nos da el nuevo mecanismo en los temas: Medida, Cuantificadores y Juegos. En estos temas, los documentos con evolución positiva están en el escalafón derecho por encima de documentos con evoluciones negativas o insuficientes (que en definitiva también son de evolución negativa).

A continuación se utiliza la ordenación o escalafón de la derecha (véase Figura 7.5), la que contempla el nuevo mecanismo, por ser esta ordenación la más acertada en la clasificación de los documentos, en opinión del profesor.

En el tema Medida todos los documentos con evoluciones positivas se encuentran en las primeras posiciones del escalafón. En las primeras posiciones hay documentos con evoluciones positivas de ambos periodos. Por ejemplo, el documento 'AM', situado en tercer lugar (con el fondo de color amarillo), es un documento que cristalizó en el primer periodo y dado que su evolución continúa siendo positiva, es uno de los documentos cristalizados del tema. Por otro lado, el documento con la mejor evolución positiva del segundo periodo es 'AP' (con el fondo de color verde), el cual también es uno de los documentos cristalizados del tema al final del segundo periodo.

A continuación se muestran los gráficos de la evolución del porcentaje de votos recibidos de los dos documentos citados:

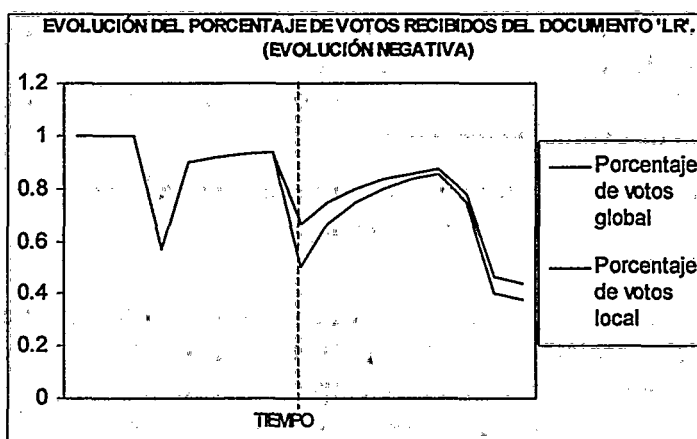


**Figura 7.6** Evolución del porcentaje de votos de dos documentos cristalizados al final del segundo periodo de la experiencia "Matemáticas para Educación Infantil".

Resumiendo: a la hora de representar los datos relacionados con evoluciones, se muestra la información de ambos periodos activos consecutiva, y la línea discontinua marca la separación entre periodos. No se ha creído relevante dibujar el estado de la curva en el tiempo entre ambos periodos, por ser sólo una línea constante (con el valor del final del primer periodo). La curva de color verde muestra el porcentaje de votos del documento, teniendo en

cuenta todos los votos que ha recibido desde que se aportó hasta el momento actual. La curva de color azul muestra el porcentaje de votos del documento, teniendo en cuenta los votos que ha recibido sólo en el último periodo.

En el mismo tema, Medida, se encuentran los documentos con evoluciones negativas en una franja intermedia (con el color de su fondo en rojo), entre los más aceptados (evoluciones positivas) y los menos aceptados (evoluciones insuficientes). Hay dos documentos en este tema con su aceptación en decremento en el segundo periodo: 'LR' y 'AB'. El primero de estos, 'LR', era un documento cristalizado en el primer periodo, pero debido a la pérdida de aceptación en el segundo periodo, al final de éste el documento descristaliza. A continuación se muestra en un gráfico la evolución del porcentaje de votos de dicho documento.



**Figura 7.7** Evolución del porcentaje de votos de un documento que descristalizó en el segundo periodo de la experiencia "Matemáticas para Educación Infantil".

Tanto la evolución del documento 'LR' como la de 'AB' son claramente negativas y por ello su colocación en el escalafón está por debajo de los documentos con evoluciones positivas, situación que, por otro lado, se esperaba.

Sin embargo no ocurre lo mismo en los temas Geometría y Numeración y Tiempo, donde los documentos con evolución positiva en el segundo periodo han quedado por debajo de los de evolución negativa en el escalafón. Esto es debido a que los documentos marcados en rojo en el segundo y tercer tema presentan una evolución ligeramente negativa, pero mucho menos pronunciada que la de los documentos con evolución negativa del tema Medida, y además los documentos marcados en verde presentan una evolución ligeramente positiva en el último periodo, pero también menos pronunciada que la de los documentos con evolución positiva en el tema Medida.

En los temas Cuantificadores y Juegos, sí se cumple la situación más deseable, es decir, tener en las primeras posiciones documentos de evolución positiva de ambos periodos (con el fondo amarillo o verde), después los documentos de evolución negativa que llevan dos periodos en el área (con el fondo rojo) y finalmente los documentos de evolución insuficiente (con el fondo violeta).

Por último, como ya se ha comentado, en la parte baja del escalafón se encuentran los documentos con una evolución insuficiente, es decir, los que no han obtenido suficiente aceptación mientras permanecieron en el área de conocimiento. Como ejemplo de documento con esta evolución, se muestra el gráfico de la evolución del último documento del tema Medida: 'me'.



Hay una serie de características de los documentos que consideramos interesante estudiar, como por ejemplo su tamaño, su aspecto, su presentación o su estructura interna. Sobre el tamaño de un documento y la posible relación con su calidad, se ha realizado un pequeño estudio, que se describe en el Apéndice C. El objetivo de este estudio era obtener evidencias sobre si el tamaño de un documento está relacionado con su calidad.

Las características de aspecto y presentación son difíciles de evaluar debido al carácter subjetivo que tienen asociado, ya que es difícil determinar cuantitativamente qué documento tiene mejor aspecto o mejor presentación.

En relación con la estructura interna de un documento, esta característica se presta más fácilmente a una evaluación y por lo tanto a la realización de un estudio comparativo entre la estructura interna de un documento y su calidad. Aunque tenemos algunas hipótesis al respecto, hemos preferido trabajar más en esta temática y por lo tanto planteamos este estudio como parte del trabajo futuro.

### **7.2.3. Creación de comunidades virtuales de expertos**

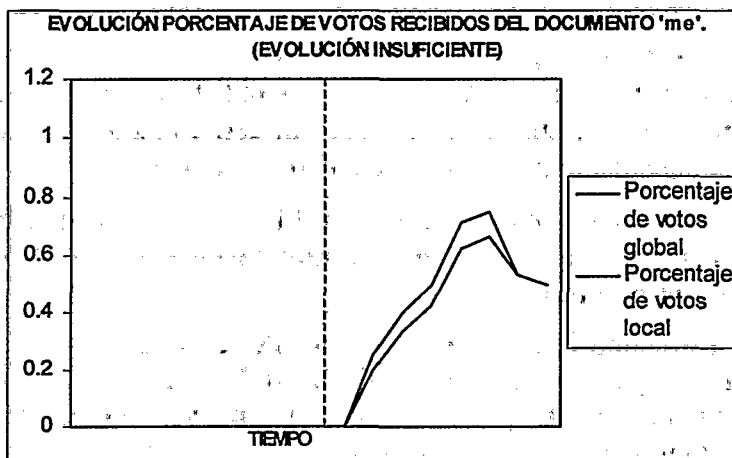
Como ya se anticipó en el Capítulo 4 (véase 4.3.2), las comunidades virtuales de expertos se forman a partir del árbol de conocimiento. Se propone que para cada nodo o tema del árbol de conocimiento, su comunidad de expertos esté compuesta por los autores de documentos que han cristalizado en ese tema (y que por lo tanto son expertos en él), en el tema del que descienden (el tema antecesor), en los temas que tienen como descendientes (sus temas sucesores o subtemas directos) y en los temas que están a la misma altura que el primero (temas en el mismo nivel de profundidad).

Con el fin de verificar la adecuación de la propuesta anterior, se ha realizado el siguiente estudio: se han representado gráficamente las interacciones de los usuarios sobre los temas del área de conocimiento. Este estudio nos puede servir para ver de forma rápida si los usuarios interaccionan en temas cercanos y relacionados o no.

En la mayoría de las experiencias se asociaba a los usuarios a un tema o temas sobre los que trabajar, por lo que el estudio en estas experiencias no es válido para este fin. El único área de conocimiento en el que se ha permitido elegir el tema del árbol a los usuarios, en algún momento de su evolución, ha sido "Razonamiento bajo Incertidumbre".

El trabajo en el primer año de esta experiencia estuvo intensamente relacionado con la construcción inicial del árbol de conocimiento, por lo que las interacciones de los usuarios estuvieron muy distribuidas entre los temas del árbol. Durante el segundo y tercer año se dejó total libertad a los usuarios en la elección del tema o temas sobre los cuáles trabajar aportando documentos y votando sobre documentos. Sin embargo, en el cuarto y quinto año el trabajo de todos los alumnos estuvo centrado en unos pocos temas del árbol, con el fin de centralizar los esfuerzos (teniendo en cuenta el bajo número de usuarios que había cada año) relacionados con el trabajo de aportar anotaciones a otros documentos y realizar versiones de los documentos aportados. Por lo tanto los dos años que nos han sido útiles para este estudio han sido sólo el segundo y el tercero.

En el estudio de las interacciones realizadas en el segundo y tercer año del área de conocimiento sobre "Razonamiento bajo incertidumbre", se han tomado sólo las interacciones de los usuarios que han realizado al menos dos interacciones en dos temas distintos.



**Figura. 7.8** Evolución del porcentaje de votos de un documento que no tuvo suficiente aceptación en la experiencia "Matemáticas para Educación Infantil".

Al término del segundo periodo estaban cristalizados los documentos cuyo grado de aceptación había estado por encima del umbral superior de cristalización, que se había fijado con el valor de 0.70, durante al menos quince días (el tiempo que se estimó suficiente para producir el cambio en el estado de un documento). Dicho valor no había bajado del umbral inferior de cristalización, que estaba fijado en 0.55; de hecho, todos ellos tenían su grado de aceptación por encima de 0.63 al finalizar el segundo periodo.

Esta experiencia está en la actualidad siendo mejorada por un nuevo grupo de alumnos, en su tercer periodo. Al inicio de este tercer periodo, el sistema eliminó los documentos con grado de aceptación por debajo del umbral de eliminación, fijado en 0.44. En esta experiencia se tomó este valor ligeramente mayor a al recomendado, con el fin de hacer coincidir los documentos a eliminar con los documentos con evolución insuficiente. En el gráfico de la Figura 7.5 aparecen marcados con flechas los documentos que fueron eliminados.

En líneas generales, con el mecanismo de cristalización completo, se produce una mejor clasificación de los documentos por cada tema y además se fomenta el dinamismo, es decir, es más fácil renovar y mejorar la comprensión de un área de conocimiento.

En la segunda experiencia, "Razonamiento bajo Incertidumbre", durante los primeros años las aportaciones estuvieron mayoritariamente relacionadas con la creación de la estructura (véase 7.2.2). Sin embargo, también los alumnos aportaron y evaluaron documentos sobre los temas que se iban proponiendo y consolidando en el árbol de conocimiento. En opinión del instructor de la asignatura, los documentos cristalizados en estos primeros años presentaron un alto grado de calidad.

En los dos últimos años de esta experiencia, y en el único año que ha durado la cuarta experiencia, "Estrategias de aprendizaje", el trabajo ha estado centrado en el uso de anotaciones como mecanismo de ayuda en la creación de nuevas versiones de los documentos. Los resultados del análisis de estas experiencias se encuentran en el apartado 7.2.2.

Sobre la cristalización de documentos en la experiencia de "Estrategias de aprendizaje", una vez más se confirmaron los resultados de las experiencias anteriores. La clasificación de los documentos por cada tema que ofrece el sistema y que refleja el orden de documentos de mayor a menor calidad en sus contenidos, coincide en la mayoría de los casos con la opinión del instructor del curso.

En la Figura 7.9 se representa cada interacción de cada usuario en un tema del árbol con las iniciales de la persona que realiza la interacción en mayúsculas, y la operación realizada con una de las siguientes letras en minúscula: "d" para indicar que en ese nodo aportó un documento y "v" para indicar que en ese nodo realizó una votación. Por ejemplo, la primera casilla que aparece a la altura del tema "Lógica borrosa", en fondo amarillo y con el texto "Vdv", indica que la persona 'V' aportó un documento en el tema "Lógica borrosa" y además votó un documento del mismo tema.

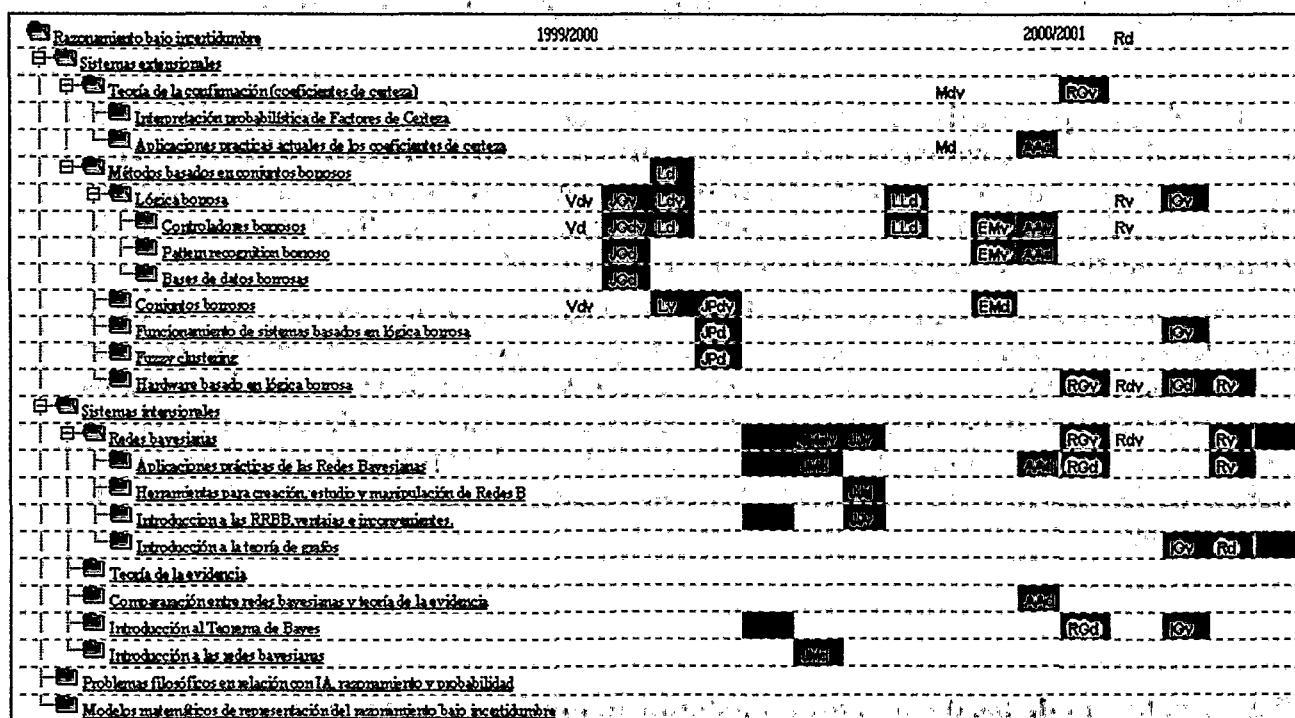


Figura 7.9 Interacciones sobre "aportación de documentos" y "votación a documentos" durante dos años de "Razonamiento bajo incertidumbre".

Analicemos algunas de las interacciones:

- El usuario JG (con el fondo en color gris), que es el que aparece en segunda posición de las interacciones del primer año, realiza cuatro interacciones. Aporta tres documentos, en tres temas que están a la misma altura (temas "hermanos"): "Controladores borrosos", "Pattern recognition borroso" y "Bases de datos borrosas". Además vota en el primero de los temas antes citados y en el tema "Lógica borrosa", que es el tema predecesor ("padre") de los anteriores. Por lo tanto, las interacciones de este usuario se adecuan a la propuesta planteada. Este usuario puede pertenecer a la comunidad virtual de cualquiera de los tres primeros temas citados.
- El usuario DD (con el fondo en morado), que es el que aparece en quinta posición de las interacciones del primer año, realiza cuatro interacciones. Dos interacciones en dos temas que están en el mismo nivel: "Redes Bayesianas" e "Introducción al Teorema de Bayes", y además participa en dos temas que descienden del primero de los anteriores: "Aplicaciones prácticas de las Redes Bayesianas" e "Introducción a las RRBB, ventajas e inconvenientes". También en este caso las interacciones se adecuan a la propuesta. En este caso, este usuario pertenece a la comunidad virtual del tema "Redes Bayesianas".
- El usuario IG (con el fondo en verde), que es el que aparece en tercera posición de las interacciones del segundo año, realiza cinco interacciones, en dos grupos distintos. Las tres primeras interacciones del primer grupo son en los temas: "Lógica borrosa",

"Funcionamiento de sistemas basados en lógica borrosa" y "Hardware basado en lógica borrosa". Las interacciones del segundo grupo se ubican en los temas: "Introducción a la teoría de grafos" e "Introducción al Teorema de Bayes". En el primer caso el usuario puede pertenecer a cualquiera de las comunidades de los tres primeros temas citados. En el segundo caso está más confusa la comunidad a la se adscribe, siendo esta comunidad alguna de las relacionadas con los temas que tratan sobre "Redes Bayesianas". Con este ejemplo se pretende mostrar que un usuario puede pertenecer a varias comunidades que incluso puedan ser distintas, y por tanto, distantes en el árbol de conocimiento.

En el área presentada en la Figura 7.9 hay dos temáticas principales: "Sistemas extensionales" y "Sistemas intencionales". Hay usuarios que no dejan clara cuál es la temática que más les interesa, porque tienen interacciones en temas descendentes de las dos temáticas comentadas. Éste es el caso de usuarios como 'AA' (fondo en rosa), 'RG' (fondo en gris), 'R' (fondo en amarillo), 'IG' (fondo en verde) y 'R' (fondo en azul).

Sin embargo, el resto de los usuarios dejan más clara cuál es la temática que les interesa y sus interacciones cumplen la propuesta planteada para la construcción de las comunidades virtuales de expertos. Éste es el caso de la mayoría de las participaciones de los usuarios representados, por lo tanto se puede decir que tenemos evidencias de que la propuesta planteada para la construcción de las comunidades virtuales de expertos se adecua bastante al trabajo de los usuarios que están centrados e interesados en partes concretas del árbol de conocimiento.

#### 7.2.4 Evolución de los documentos, mediante anotaciones y versiones

Como ya se indicó en el Capítulo 5 (véase 5.2), el principal objetivo de las anotaciones es ayudar en la evolución de los documentos. En las experiencias en las que se han utilizado las anotaciones como medio para opinar explícitamente sobre documentos, se ha corroborado la eficacia para motivar al autor del documento en la realización de su siguiente versión.

Tras el estudio detallado de las anotaciones aportadas en las distintas experiencias, se han podido extraer tres tipos o grupos de anotaciones: de tipo neutro o de aclaración, de apoyo (connotación positiva) y de crítica o sugerencia de mejora (connotación negativa). Veamos estos tipos en detalle:

- 1 De aclaración: normalmente es aportada por el autor del documento. Sirve para aclarar o enfatizar algún aspecto del documento. Ejemplo: "En esta página hay un gráfico que no puede verse, y que personalmente considero muy interesante, así que os aconsejo que miréis la página completa. Para ello os doy la siguiente dirección: [www.galeon.hispavista.com/aprender/aprender/estrategias/estrategias.htm](http://www.galeon.hispavista.com/aprender/aprender/estrategias/estrategias.htm), Gracias, Esther" ("Estrategias de Aprendizaje").
- 2 De apoyo: sirve para indicar que se está de acuerdo con el contenido del documento en su totalidad. Puede considerarse como un "voto a favor". Ejemplo: "Actividades muy creativas, nos ha gustado mucho. Es original. Está muy bien para trabajar con niños" ("Matemáticas para Educación Infantil").
- 3 De crítica o sugerencia de mejora: son de este tipo las anotaciones que sirven para sugerir la adición de algo al documento, la modificación de algo, etc. Este tipo se divide en otros más específicos:

- 3.1 De corrección: sirve para avisar de una errata en el documento, comentar cómo se expresaría mejor un concepto o sugerir al autor del documento otra forma de presentar el contenido. Ejemplo: "En general, las fórmulas deberían ir siempre acompañadas de una explicación intuitiva para facilitar su comprensión. El apartado de 'Operaciones', debería explicarse la notación empleada en la ley de DeMorgan y aclarar por qué se pueden proponer varias 'familias' de operadores. En el apartado 'Teoría de la Posibilidad', en la tabla del ejemplo de los huevos que se desayuna Hans, las filas de las funciones de posibilidad y probabilidad parece que están cambiadas. No parece razonable que tenga una cierta probabilidad algo que no es posible" ("Razonamiento bajo Incertidumbre").
- 3.2 De adición: sirven para sugerir al autor del documento que añada algo más de contenido en alguna parte del documento (frase, párrafo, etc.). Es muy habitual la sugerencia de hacer una referencia bibliográfica o de establecer una conexión o referencia con otro documento que ya está en el mismo área de conocimiento. Ejemplo: "... Se echa de menos una proyección histórica más extensa sobre el tema y una reseña sobre lógica borrosa..." ("Razonamiento bajo Incertidumbre").
- 3.3 De borrado: sirven para sugerir que alguna parte del documento no debería estar (palabra, frase, párrafo, etc.), o que alguna parte se podría sintetizar. Ejemplo "Hola! crec q el teu document és molt complert, però inclús massa. El tema era fer una síntesi. Si puguessis reduir el document, sintetitzant el 'mès important, et serviria pel teu estudi" ("Estrategias de Aprendizaje").
- 3.4 De crítica/pregunta: sirve para dar una opinión abierta, muchas veces de forma indirecta, mediante una pregunta al autor sobre lo que al lector le ha parecido el documento. Esta crítica no sugiere alternativa al autor del documento, lo que sí ocurre en los tres tipos anteriores. Ejemplo: "La pega global que veo es que está muy pegado al artículo de Heckerman. O sea es casi resumen -creo que muy bueno-. O sea Heckerman critica a MYCIN, pero ¿quién critica a Heckerman? Se da como bueno que eso sea lo definitivo. Que esto sea una pega es algo completamente subjetivo mio..." ("Razonamiento bajo Incertidumbre").

Seguidamente se muestra en una tabla la frecuencia relativa de cada tipo de anotaciones en cada experiencia.

	"Razonamiento bajo Incertidumbre"	"Matemáticas para la Educación Infantil"	"Estrategias de Aprendizaje"
De Aclaración	0 %	0 %	10%
De Apoyo	5 %	63 %	25 %
De Corrección	26 %	9 %	12 %
De Adición	49 %	16 %	50 %
De Borrado	5 %	5 %	3 %
De Crítica/Pregunta	15 %	7 %	0 %

**Tabla 7.2** Distribución de los tipos de anotaciones en varias áreas de conocimiento.

Es apreciable cómo en el área de conocimiento sobre "Razonamiento bajo Incertidumbre" la gran mayoría de las anotaciones son de tipo crítica o sugerencia de mejora<sup>2</sup>, destacando las de adición de contenidos. Estos resultados son razonables teniendo en cuenta el perfil que presentan los alumnos que trabajan en el área (alumnos de tercer ciclo), y ponen de manifiesto en su trabajo uno de los valores que de hecho se intenta transmitir con los cursos de doctorado: el espíritu crítico.

En las otras dos áreas, los documentos reciben una proporción considerable de anotaciones de apoyo. Este hecho también es razonable teniendo en cuenta las características de los alumnos que participaron en estas experiencias. Los alumnos empiezan a trabajar en el área de conocimiento sin apenas haberse iniciado en la materia; ellos mismos consideran que no tienen los conocimientos suficientes como para poner pegas al trabajo de los demás. Además, muy probablemente haya una tendencia a evitar la crítica, debido a que son compañeros de clase y no desean que sus opiniones puedan influir negativamente en la calificación del trabajo de otro. Este aspecto apoya la decisión de votar sobre documentos siempre con un valor positivo, ya que por norma general nos cuesta dar opiniones negativas.

En el área de conocimiento sobre "Estrategias de Aprendizaje", aunque hay muchas anotaciones de apoyo (el segundo tipo que más se ha dado), la gran mayoría son de adición (la mitad de las anotaciones emitidas). Esto es debido a que en este caso la instructora de la asignatura dio la siguiente pauta: "preferiblemente realizar anotaciones que ayuden a que los compañeros completen su documento en la siguiente versión a realizar". También en este caso estas anotaciones de adición ayudaron en gran medida a los autores de los documentos a mejorarlos y de esta manera conseguir que sus propuestas de versión fueran aceptadas, como se ve más adelante.

Las dos experiencias que han trabajado sobre la creación de versiones de documentos son: el área de conocimiento sobre "Razonamiento bajo Incertidumbre" y el área de conocimiento sobre "Estrategias de Aprendizaje". A continuación se presentan los datos obtenidos tras el análisis del trabajo relacionado con anotaciones y versiones de los usuarios en estas áreas.

Es interesante recordar que la tarea de opinar sobre las propuestas de versiones recae en los expertos de la comunidad. Cuando se opina sobre una propuesta de versión el usuario debe pronunciarse sobre los siguientes aspectos: la *continuidad*, con lo que se quiere indicar si la propuesta de versión sigue en la misma línea que el documento original; y la *mejora*, es decir, si la propuesta de versión es mejor con respecto al documento original.

Sobre este último aspecto es relevante destacar que su valor está directamente conectado con el hecho de tener en cuenta las anotaciones que recibió el documento original, ya que "cuantas más anotaciones de tipo crítica o sugerencia de mejora haya tenido en cuenta una propuesta de versión, más probable será que haya mejorado"; esta hipótesis se corrobora con las cifras que se presentan a continuación, en la Tabla 7.3.

Los primeros estudios corresponden al área de conocimiento sobre "Razonamiento bajo Incertidumbre". En esta área sólo se hizo propuesta de versión sobre ocho documentos, todos ellos con anotaciones asociadas.

---

<sup>2</sup> A partir de ahora, por simplificar, una anotación de crítica o de sugerencia de mejora hace referencia o a una anotación de corrección, de adición o de borrado.

	Nº total de anotaciones recibidas [Nº de anotaciones de crítica o sugerencia de mejora]	Porcentaje de anotaciones de crítica o sugerencia de mejora tenidas en cuenta según el instructor	Grado medio de continuidad según las votaciones recibidas (0-10)	Grado medio de mejora según las votaciones recibidas (0-10)	¿Consolida la nueva versión?
Doc 1	24 [21]	62 %	7.5	5.75	SÍ
Doc 2	16 [11]	81 %	8.33	5.66	SÍ
Doc 3	9 [7]	57 %	5.75	6.5	SÍ
Doc 4	19 [11]	45 %	8	6.25	SÍ
<b>Doc 5</b>	<b>13 [11]</b>	<b>91 %</b>	<b>6.66</b>	<b>6.66</b>	<b>SÍ</b>
Doc 6	17 [14]	42 %	7	5.25	SÍ
<b>Doc 7</b>	<b>14 [13]</b>	<b>69 %</b>	<b>8.5</b>	<b>7.5</b>	<b>SÍ</b>
<i>Doc 8</i>	<i>19 [15]</i>	<i>13 %</i>	<i>7.6</i>	<i>2.4</i>	<i>SÍ</i>

**Tabla 7.3** Grado de continuidad, grado de mejora y posible consolidación de las propuestas de versiones de documentos ("Razonamiento bajo Incertidumbre").

Todos las versiones de la Tabla 7.3 Consolidan porque reciben grados de continuidad razonables. Sin embargo cada una de ellas tendrá su propio factor corrector de su historia, que será proporcional a su grado de mejora (véase 5.2.2.2).

Los documentos con grado de mejora más bajos (véase Figura 7.3) son los que además han tenido en cuenta en menor medida las anotaciones. El documento que menos anotaciones tuvo en cuenta es el documento 8 (sus datos aparecen en cursiva), que empleó el 13% de las anotaciones de crítica o de sugerencia de mejora que recibió, y es el que recibe el grado de mejora más bajo (2.4). A la vista de estos datos, la versión del documento 8 no parece muy merecedora de consolidar. Sin embargo, en nuestra propuesta el factor decisivo para la consolidación es el grado de continuidad, y su valor en este aspecto es aceptable. El bajo grado de mejora que le ha otorgado la comunidad, se reflejará en un bajo factor corrector de su historia, que hará disminuir su grado de aceptación.

Por otro lado, los documentos que tuvieron una gran mayoría de las anotaciones recibidas en cuenta sí que obtienen un grado alto de mejora y por lo tanto tendrán un factor corrector de historia que premie su grado de aceptación. Por ejemplo, el documento 5 y el documento 7 han tenido en cuenta al menos dos terceras partes de las anotaciones recibidas (aparecen los datos de estos documentos en negrita), lo que se ve reflejado en que sus grados de mejora tienen los valores más altos.

Se corrobora por lo tanto que las propuestas de versión que han tenido en cuenta en mayor medida las anotaciones reciben mejor grado de mejora. Este resultado apoya la tercera hipótesis expuesta en este capítulo, la cual ya se anticipó en el Capítulo 5 (véase 5.2.2): las anotaciones son un buen mecanismo para ayudar al autor de un documento a generar una versión mejor, y por lo tanto a que el conocimiento del documento evolucione positivamente.

A raíz de este experimento se detectó que opinar sobre la continuidad con un valor elegido en el rango 0-10 no tenía sentido. Los usuarios únicamente pueden discernir entre si es continua o no una versión sobre un documento, por lo que se propone que las posibles opiniones sobre este aspecto sean: "apto" o "no apto".

Por otro lado, también se comprobó que los valores de las opiniones sobre mejora, a elegir en un rango 0-10, tampoco eran apropiados. La concentración de valores en torno a 5 y 7 nos muestra una tendencia a utilizar la escala de calificación académica, donde 5 es el aprobado y 7 indica un valor razonable sobre lo que se está valorando. Para evitar connotaciones que puedan sesgar el resultado, se propone que el aspecto de mejora se valore entre 1 y 5, donde 5 es el valor máximo.

Siguiendo con la misma experiencia, se ha considerado interesante hacer un pequeño estudio de la proporción de las anotaciones de crítica o sugerencia de mejora que han sido tenidas en cuenta a la hora de realizar una nueva versión de un documento. Para este estudio se han valorado sólo las anotaciones de corrección, de adición y de borrado. Las anotaciones de opinión o cuestión no han sido tenidas en cuenta en este estudio por el carácter tan subjetivo que presentan. En la siguiente tabla se muestra, por cada uno de los tipos de anotación comentados, cuál es la proporción de aparición en el área y de éstas cuál es la proporción tenida en cuenta en la creación de nuevas versiones de documentos.

	Porcentaje de anotaciones que existen en el área de conocimiento	Porcentaje de las anteriores tenidas en cuenta en la creación de las nuevas versiones
De Corrección	26%	75%
De Adición	49%	47%
De Borrado	5%	66%

**Tabla 7.4** Porcentaje de las anotaciones de crítica o sugerencia de mejora tenidas en cuenta en la experiencia de "Razonamiento bajo Incertidumbre".

En la Tabla 7.4 se observa cómo las anotaciones que más se tienen en cuenta son las de corrección y de borrado. Es lógico, ya que son las que menos trabajo extra requieren para ser tenidas en cuenta. Por el mismo motivo, las anotaciones de adición son normalmente las que más trabajo extra requieren por parte del autor, y son por tanto las que efectivamente en menor proporción se han tenido en cuenta.

Esto último nos puede además ayudar a explicar el caso de los documentos 4 y 6 de la Tabla 7.3. Estos dos documentos Consolidan a pesar de que tuvieron unos porcentajes no muy altos de las anotaciones recibidas en cuenta (el documento 4 tuvo en cuenta el 45% de las anotaciones recibidas, y el documento 6 tuvo el 42%). Si entramos en detalle sobre qué anotaciones recibieron estos documentos, se ve cómo en comparación con los demás documentos son los que proporcionalmente más anotaciones de adición recibieron. El 60% de las anotaciones que tenían estos documentos eran de adición, mientras que el porcentaje medio de anotaciones de adición de entre todas las anotaciones que hay en el área es del 49%.

Veamos a continuación un breve análisis de los documentos versionados en el área de conocimiento "Estrategias de Aprendizaje". De los cinco temas que contiene el árbol de conocimiento, cuatro han recibido documentos. El número medio de documentos por tema es de ocho documentos; el número medio de documentos versionados por tema es de seis documentos. Por simplicidad, a continuación vamos a mostrar los estudios realizados sobre los documentos que han sido versionados sobre dos de los temas más representativos (en opinión de la instructora de la asignatura) del área de conocimiento: "Aprendizaje Colaborativo" y "Metacognición 2".

Para identificar los documentos, que aparecen en las siguientes tablas, se les ha dado como nombre las iniciales de sus autores.



Tema	Documento	Nota asignada al documento original, por la instructora. (0-1)	Nota asignada a la nueva versión del documento, por la instructora. (0-1)
Aprendizaje Colaborativo	RS	0.85	0.95
	LLo	0.75	0.79
	EC	0.75	0.75
	MC	0.65	0.68
	DO	0.65	0.68
	MM	0.65	0.65
	LLu	0.7	0.75
	MO	0.65	0.75
Metacognición 2	AV	0.8	No hay nueva versión
	MPP	0.70	0.8
	AC	0.8	0.9
	SU	0.65	0.7
	EMC	0.75	0.85

**Tabla 7.5** Evaluación (de la instructora) de los documentos originales y de las propuestas de versiones de estos, del área de conocimiento "Estrategias de Aprendizaje".

Como se puede ver en la Tabla 7.5, el 83% de los documentos versionados son evaluados con mejor nota que los documentos originales por la instructora de la asignatura. El resto de los documentos versionados son evaluados con la misma nota que obtuvieron los documentos originales. Como se verá en la Tabla 7.6, estos últimos son los que no consolidan.

Los datos anteriores nos confirman que la realización de una nueva versión de un documento en la mayoría de los casos mejora el conocimiento que tenía el documento original.

En la Tabla 7.6 se muestran, por cada documento, los valores de continuidad y mejora en opinión de la instructora del curso, junto con los valores medios de dichos parámetros que nos proporciona el sistema, a partir de las opiniones recibidas. En dicha tabla también está indicado qué anotaciones han sido tenidas en cuenta para la creación de cada versión de documento, en opinión de la instructora.

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LA INSTRUCTORA				INFORMACIÓN DADA POR EL SISTEMA			
Documento	Grado continuidad	Grado mejora	¿Consolida ?	Anotaciones contempladas en nueva versión	Grado continuidad	Grado mejora	¿Consolida ?
RS	9	9.5	SÍ	<p>Las anotaciones 45 y 76 piden más síntesis y la alumna reduce significativamente el texto, pero conserva las ideas principales y más importantes.</p> <p>Anotación 75, pide mejorar formato y también se hace un esfuerzo por incorporar viñetas y subapartados.</p>	10	8	SÍ
LLo	9	4	SÍ	<p>Introduce todas las anotaciones que le piden mejorar el formato, marcar en rojo las palabras clave del texto inicial. Si bien, esta acción favorece la lectura del documento, no modifica la calidad del texto.</p>	7.5	8.25	SÍ
EC	9	0	NO	<p>Prácticamente no ha introducido las anotaciones.</p> <p>La anotación 77 que le pide un comentario sobre el contenido del artículo (evaluación individual) sólo lo cita, pero no lo argumenta.</p> <p>Las anotaciones de mejora de formato, simplemente la introduce en el título pero no en el texto.</p>	4	6	NO
MC	9	5	SÍ	<p>Introduce bien la anotación 57 que le pide un esfuerzo de síntesis y de resaltar las ideas principales. Pero creo que hubiera podido profundizar un poco más. Se limita a quitar párrafos.</p>	7	7.25	SÍ
DO	9	5	SÍ	<p>Introduce las anotaciones sobre mejora del formato, marcando las ideas principales. Esta acción favorece la estructura y la lectura del documento. Pero no modifica nada más.</p>	5	7.5	SÍ
MM	10	0	NO	<p>El documento es el mismo. No incorpora las anotaciones de mejora de la estructura y del formato.</p>	4	6	NO
LLu	9	2	NO	<p>No contempla las anotaciones que le piden agrupar las ideas por temas y hacer más clara la estructura. Se limita a mejorar el formato, poniendo en negrita las palabras que sitúan sobre qué trata el párrafo.</p>	4	6	NO
MO	9	6	SÍ	<p>Introduce las dos anotaciones en el texto versionado, tanto la anotación de mejora de estructura como la anotación que pide mejora de los puntos débiles del artículo.</p>	3	7	NO

	INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LA INSTRUCTORA			INFORMACIÓN DADA POR EL SISTEMA			
MPP	9	6	SÍ	Incorpora bien las dos anotaciones, tanto la de ampliación de un aspecto concreto (programa Feuerstein) como de la opinión personal. Pero no los profundiza.	9	8	SÍ
AC	9	8	SÍ	Amplía los dos puntos que le piden correctamente, haciendo un gran esfuerzo para aportar opiniones propias.	10	9	SÍ
SU	9	5	SÍ	Ha incorporado el punto que se le pide (puntos fuertes y débiles). En este punto ha relacionado correctamente los contenidos del artículo. Pero no los profundiza.	9	8	SÍ
EMC	9	8	SÍ	Reduce correctamente la primera parte del texto, tal y como le piden las anotaciones 72 y 82. Además, introduce de forma muy acertada los puntos fuertes y débiles del artículo, tal y como le pide la anotación 40.	9	10	SÍ

**Tabla 7.6** Comparación ente la opinión de la instructora y la opinión de los usuarios, acerca de la continuidad, mejora y consolidación de las nuevas versiones ("Estrategias de Aprendizaje").

Como se aprecia en la Tabla 7.6, hay coincidencia entre instructora y sistema casi en el cien por cien de los casos sobre la consolidación de versiones.

Es interesante destacar cómo la opinión de la instructora acerca del parámetro de continuidad sólo toma los valores 9 o 10, indicando ambos que la nueva versión continúa en la misma línea que el documento original. Esto nos confirma de nuevo la propuesta de fijar el rango de valores para este parámetro entre "apto" o "no apto". Sobre el valor de mejora que nos proporciona el sistema, coincide que los documentos con este valor más bajo son los que el sistema estima que no deberían consolidar.

El único documento en el que no hay coincidencia acerca de su consolidación, por ambas partes, es MO. El caso de este documento es ambiguo, debido a que no es muy lógico que una versión que ha tenido en cuenta las anotaciones recibidas y que recibe por parte de la comunidad un grado de mejora razonable (7), reciba en cambio un grado de continuidad tan bajo (3). Es de destacar que en esta experiencia fue difícil explicar el concepto de "continuidad", para lo cual, además, no ayudaba el rango de valores que podía darse a dicho aspecto.

Merece la pena destacar que las propuestas de versión con los grados de mejora más altos, según la instructora, son las que han tenido en cuenta anotaciones que les indicaban ampliar o reducir partes del contenido del documento (véase Tabla 7.5), y además son estas versiones las que tienen luego mejor nota según la instructora (véase Tabla 7.4). Coincide que estas propuestas son también las que han recibido los grados de mejora más altos, según el sistema (sus grados de mejora están en el rango 8-10).

Las propuestas mejor valoradas son la de 'RS', que además de mejorar el aspecto al documento le ha añadido viñetas y subapartados, la de 'AC', que amplía dos puntos del documento, y la de 'EMC', que reduce parte del texto como le indicaban dos anotaciones, y

además introduce más contenido, como le indicaba una tercera anotación. Por el esfuerzo extra que realizan los autores de estos documentos, además de concederles la consolidación de su propuesta, el sistema favorece el grado de aceptación de cada uno de ellos. Así se corrobora la utilidad del factor "evolución histórica" que modifica el grado de aceptación, en estos casos potenciándolo (véase 5.1).

Como resumen de los últimos estudios expuestos, en la mayoría de los casos, cuando se realiza una nueva versión de un documento, se está contribuyendo a su mejora, y por lo tanto a su evolución positiva. Además se ha corroborado en las dos áreas estudiadas que la mejora de un documento es mayor cuantas más anotaciones de crítica o de sugerencia de mejora se hayan tenido en cuenta.

### 7.3 EXPERIMENTOS EN ACTIVO A DÍA DE HOY

Durante 2003, el sistema KnowCat está siendo explotado en el marco de dos proyectos de innovación docente. A continuación se presenta un resumen de las experiencias que se están llevando a cabo en cada uno de los proyectos.

El proyecto de innovación docente "Plataforma KnowCat para la gestión colaborativa de materiales docentes en red", financiado por la Universidad Autónoma de Madrid, nace con la intención de ofrecer en forma de proyecto piloto el uso del sistema KnowCat a la comunidad universitaria, tanto para cursos académicos (como un apoyo a las clases) como para grupos de investigadores. Los nodos KnowCat o áreas de conocimiento en activo en la Universidad Autónoma de Madrid a día de hoy son:

- Área de conocimiento "Matemáticas para Educación Infantil", véase 7.2.
- Área de conocimiento "Razonamiento bajo Incertidumbre", véase 7.2.
- Área de conocimiento "Biología del Desarrollo" (<http://knowcat.ii.uam.es/BDD/>), en la que trabajan alumnos de primer curso de la Licenciatura de Bioquímica de segundo ciclo, matriculados en la asignatura optativa del mismo nombre. El número de alumnos matriculados en la asignatura es del orden de la veintena. En opinión del profesor que imparte la asignatura, Roberto Marco, "parece apropiado sustituir la docencia pasiva mediante clases magistrales, por una docencia más activa desarrollada por los alumnos, tutelados por los profesores".

Los objetivos de esta experiencia son: elaborar un repositorio de calidad sobre la asignatura Biología del Desarrollo, fomentar que los participantes se evalúen entre ellos y establecer las bases de un repositorio sobre el campo de conocimiento que se pueda compartir con otros centros en futuras experiencias formativas.

Inicialmente el instructor de la asignatura ha propuesto un árbol de conocimiento con 15 temas, distribuidos en tres bloques, por lo que el árbol presenta un total de tres niveles de profundidad.

Los alumnos trabajan en grupos de seis personas que deben preparar tres temas para presentarlos al resto de la clase por parejas. Inicialmente se han asignado los temas a los grupos, de tal manera que ningún tema se ha asignado a más de un grupo. Para la elaboración de los temas, los grupos deben ingresar documentos en el sistema. Todos los alumnos tienen que anotar los documentos de los demás. Después de las presentaciones, todos los alumnos deberán opinar sobre todos los documentos mediante el servicio de

votación. Para ello tendrán que tener en consideración el documento, la presentación y la atención a las anotaciones recibidas.

- Área de conocimiento "Diversidad" (<http://knowcat.ii.uam.es/diversidad/>), en la cual trabajan alumnos matriculados en las asignaturas: "Atención a la diversidad Sociocultural" de 4º de Psicopedagogía y "Educación y desarrollo en diversidad", de libre configuración. Ambas asignaturas las imparte Paloma González, Profesora Titular de Universidad en el Departamento de Psicología evolutiva y de la educación de la Facultad de Formación de Profesorado y Educación.

Los objetivos de esta experiencia son: realizar una tutoría telemática de los alumnos y trabajar de forma cooperativa revisando el trabajo de los demás.

El trabajo en ese nodo KnowCat será de la siguiente manera: los alumnos efectuarán varios trabajos a lo largo del curso y deberán realizar informes sobre ellos de forma individual. Los alumnos crearán grupos y publicarán sus informes en el sistema. Durante 15 días los miembros de cada grupo revisarán las aportaciones de sus compañeros manifestando sus opiniones y sugerencias, y valorándolas. A la vista de los informes de los demás y de las anotaciones y valoraciones recibidas, los alumnos reharán su trabajo para publicarlo de nuevo en el sistema en una semana. Una vez más los miembros del grupo revisarán las nuevas entregas de sus compañeros, considerando la vigencia de las anotaciones anteriores y volviendo a valorar las nuevas versiones, durante otra semana. Este proceso se repetirá con varios de los trabajos que se realicen durante el curso.

- Área de conocimiento "Glosario sobre Interacción Colaborativa" (<http://knowcat.ii.uam.es/glosarioIC/>), espacio de encuentro de un grupo de investigadores en el área "Interacción Persona-Ordenador".

El principal objetivo de esa experiencia es crear un glosario compartido y consensuado entre los miembros del grupo de investigación de los términos más relevantes sobre 'interacción colaborativa'. Algunos de los términos que podrían aparecer en dicho glosario serían por ejemplo 'Comunidades Virtuales' o 'Colaboración sincrónica-asincrónica'.

El proyecto de innovación docente " L'ús d'un entorn web específic com a eina per elaborar, estructurar, compartir y optimitzar el nou coneixement construït pels alumnes universitaris a partir de la presa d'apuntes" (El uso de un entorno web específico como herramienta para elaborar, estructurar, compartir y optimizar el nuevo conocimiento construido por los alumnos universitarios a partir de la toma de apuntes), financiado por el "Departamento de Universidades, investigación y sociedad de la información de la Generalitat de Catalunya" (UNI/3611/2002), nace con el principal objetivo de permitir la construcción de forma colaborativa de apuntes con la ayuda de las nuevas tecnologías. El sistema KnowCat está siendo utilizado por una serie de grupos de alumnos de la Universidad de Lleida para la creación de sus propios espacios Web sobre las áreas de conocimiento que se detallan a continuación. Estas áreas corresponden a asignaturas de Psicopedagogía del Departamento de Pedagogía y Psicología (Ciencias de la Educación) de la Universidad de Lleida. Todas son asignaturas impartida por la profesora Manoli Pifarré:

- Área de conocimiento "Estrategias de Aprendizaje", véase 7.2.
- Área de conocimiento "Intervención Psicopedagógica" (<http://knowcat.ii.uam.es/IP/>), en la cual trabajan alumnos matriculados en la asignatura troncal de Psicopedagogía con el mismo nombre. Actualmente hay 40 alumnos matriculados, de los que participan los que asisten regularmente a clase, aproximadamente 18. El objetivo de esta experiencia es construir conocimiento de calidad para desempeñar una buena práctica profesional. El

trabajo que realizan los alumnos es la lectura de documentos que permiten resolver un caso práctico. El trabajo colaborativo permite resolver de forma óptima el caso práctico, muy vinculado a la práctica profesional. Para ello, los alumnos aportan documentos, anotan los de los compañeros y finalmente cada alumno tiene que elaborar una nueva versión del documento aportado al principio.

- Área de conocimiento "Instrucción" (<http://knowcat.ii.uam.es/instruccion/>), en la cual trabajan alumnos matriculados en la asignatura troncal de Psicopedagogía con el mismo nombre. Actualmente hay 46 alumnos matriculados, de los cuales participan los que asisten regularmente a clase, aproximadamente 22. El objetivo de esta experiencia es trabajar y mejorar la toma de apuntes (tanto de clase como de lecturas especializadas), es decir, interesa utilizar el sistema para la construcción de conocimiento de calidad. Los alumnos elaboran documentos de trabajo sobre temas concretos de la asignatura. Estos documentos se revisan de forma colaborativa, los compañeros aportan anotaciones sobre la organización, relación y personalización de las ideas y del contenido de los documentos. Estas anotaciones sirven para motivar al autor del documento a versionar y mejorar el documento inicial.

Para finalizar la parte experimental, este trabajo de tesis se ha complementado con la realización de unas encuestas a los distintos usuarios del sistema (a finales del curso 2002/2003). Las preguntas de las encuestas y sus resultados se encuentran en el Apéndice D, donde encontramos:

1. Encuesta realizada a los alumnos de las experiencias "Matemáticas para Educación Infantil", "Estrategias de aprendizaje" y "Biología del desarrollo". El objetivo es obtener información sobre el nivel de dificultad del trabajo con el sistema. En dicha encuesta se aborda la temática de la "usabilidad" del sistema [Lorés, 2001].
2. Encuesta realizada a los profesores (motivadores) de las mismas áreas de conocimiento utilizadas en la encuesta anterior. El objetivo es conocer la opinión del instructor respecto a si se han logrado los objetivos planteados al inicio de la experiencia, si se ha conseguido un repositorio de conocimiento de calidad sobre el área tratada, etc.

---

## CAPÍTULO 8

### CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

#### 8.1 CONTRIBUCIONES

Este trabajo de tesis nos ha llevado a corroborar que es posible crear un repositorio de conocimiento de calidad sobre un tema o área de conocimiento mediante el conocimiento y las opiniones aportadas de forma colaborativa por un grupo de usuario interesados en dicho área.

Se destacan las siguientes contribuciones realizadas en el área de la gestión del conocimiento:

##### CRISTALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

1. Se hace una propuesta para resolver el problema de la sobrecarga de información y conocimiento en la Web mediante la organización y evaluación no supervisada del conocimiento por parte de una comunidad virtual de expertos.

Se propone una estructura de conocimiento en forma de árbol jerárquico, donde cada tema o nodo del árbol tiene dos tipos de elementos asociados: un conjunto de descripciones del tema correspondiente o documentos (unidades atómicas) y un conjunto de refinamientos del tema. Además, los documentos son susceptibles de recibir anotaciones, que son consideradas como otro tipo de elemento de conocimiento.

Se propone que tanto la creación de la estructura como la evaluación de los documentos se haga mediante el trabajo de comunidades virtuales de usuarios. Ambas tareas están bajo el proceso de cristalización del conocimiento, mediante el cuál se tiene en todo momento constancia de qué conocimiento es útil y de calidad.

Se propone que dichas comunidades pasen por tres fases de maduración: I) fase supervisada, cuando no hay suficiente masa crítica en forma de conocimiento e interacciones de los usuarios sobre él y existe la figura de un grupo de coordinación encargado de la creación de la estructura de conocimiento y de la evaluación del conocimiento; II) fase activa, se pasa a ella cuando se consigue suficiente masa crítica y por tanto la evaluación del conocimiento se basa en el trabajo colaborativo de comunidades virtuales de expertos; y III) fase estable, cuando apenas hay aportaciones nuevas y la mayor parte de la actividad es de consulta.

2. Se proponen una serie de mecanismos de cristalización a aplicar sobre los diferentes tipos de elementos que tenemos en el área de conocimiento. En primer lugar, se propone un mecanismo de cristalización de los documentos basado en el concepto de grado de aceptación. El grado de aceptación es una estimación de cómo de apreciado es un

documento por la comunidad de usuarios. Para el cálculo del grado de aceptación se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Los documentos reciben opiniones de forma implícita y de forma explícita, por lo tanto se proponen dos medidas: el “grado de aceptación implícita” y el “grado de aceptación explícita”. La primera de ellas se calcula en base a las consultas y accesos realizados por los usuarios. La segunda de ellas se calcula en base a las opiniones que formulan los usuarios explícitamente mediante votos y anotaciones
- Se propone diferenciar las opiniones explícitas en votos y en anotaciones, debido a que son de distinta naturaleza y, además, pueden ser realizadas por distintos tipos de usuarios. Por un lado, los votos son emitidos por usuarios de reconocido prestigio en la comunidad, expertos en la fase activa o miembros del grupo de coordinación en la fase supervisada. Por otro lado, las anotaciones pueden ser emitidas por cualquier usuario.
- El cálculo de la aceptación explícita en función de los votos tiene en cuenta el valor de los votos y su tendencia. Debido a que por lo general las comunidades presentan dinámicas periódicas, se propone calcular tanto el valor de los votos como su tendencia sobre la historia global del documento, y sobre la historia local del documento (teniendo en cuenta sólo los votos recibidos en el último periodo). De esta manera se estarán teniendo en cuenta tanto aspectos relacionados con la estabilidad a largo plazo como aspectos relacionados con el comportamiento reciente del documento.
- Los documentos evolucionan mediante las versiones que se realizan de ellos. La sucesiva realización de versiones genera una historia del documento que también debe ser tenida en cuenta para estimar su grado de aceptación. Por ello, se propone un *factor corrector de la historia* que se calcula en función de la mejora que supone una versión de un documento con respecto a su versión anterior.
- Finalmente, la combinación ponderada de estas medidas nos proporciona el grado de aceptación de un documento, que es una estimación de su apreciación por la comunidad.

Se propone el concepto de cristalización de un documento, en términos del mantenimiento de su grado de aceptación durante un tiempo mínimo. El concepto de cristalización pretende capturar la idea de que si un documento recibe de forma constante una cierta aceptación debe de ser considerado como conocimiento establecido. Por otro lado, un documento es candidato a ser eliminado si durante un cierto tiempo su grado de aceptación ha estado por debajo de un valor de mínima aceptación. Finalmente, un documento cristalizado que deja de recibir aceptación durante un tiempo, descristaliza.

3. Se propone un mecanismo de cristalización de la estructura del conocimiento adaptada a la forma de trabajar de los usuarios en las distintas fases por las que pasa el área de conocimiento. Cuando una comunidad inicia un área de conocimiento, es necesario llegar a un consenso sobre qué estructura darle al área. Se lleva a cabo un proceso de discusión con el fin de decidir de forma colaborativa entre los miembros del grupo de coordinación cuál es la estructura más adecuada. Cuando se decide pasar a la fase activa, cristaliza la estructura que en ese momento tiene mayor grado de aceptación. Durante la fase activa, sólo hay una estructura como organizadora del conocimiento, sobre la que se podrán hacer cambios puntuales.



4. Finalmente, se propone un mecanismo de evolución tanto para la estructura como para los propios documentos. Aunque los elementos hayan cristalizado, ello no quiere decir que sean inmutables. Al contrario, los documentos evolucionan mediante la generación de nuevas versiones. En la creación de versiones de documentos tienen un papel importante las anotaciones que reciben los documentos. Las anotaciones son un buen medio para motivar a los autores para la generación de nuevas versiones. Una versión consolida y por lo tanto sustituye al documento inicial si así lo cree oportuno su comunidad de expertos. Los expertos opinan sobre dos aspectos de la versión: I) si la versión continúa en la misma línea argumentativa que el documento original, mediante lo que es denominado valor de continuidad y II) si la versión mejora el documento inicial, mediante lo que es denominado valor de mejora. El grado de continuidad se emplea para decidir si la versión sustituye al documento original. El grado de mejora se utiliza para calcular el factor de ajuste de la historia del documento que será utilizado en su cálculo de aceptación. La estructura también evoluciona mediante propuestas de cambios puntuales (añadir, borrar o cambiar de posición un tema), que tienen que ser aprobados por la comunidad de expertos.

#### IMPLEMENTACIÓN DEL MECANISMO PROPUESTO

Con el fin de poder verificar el mecanismo de cristalización propuesto, se ha implementado el sistema KnowCat (véase Capítulo 6). Este sistema nos permite la construcción de "lugares Web" donde podemos encontrar conocimiento relevante y de calidad sobre un área o tema. Dichos lugares son "KnowCat sites" o nodos KnowCat a los que podemos acceder a través de la Web, mediante una dirección URL.

El sistema puede ser clasificado como un sistema groupware de trabajo asíncrono, ya que nos proporciona un entorno de colaboración en la Web, y la forma de trabajo más habitual en la Web es de forma asíncrona. Se caracteriza por su portabilidad -puede correr en cualquier plataforma-, adaptabilidad -se puede configurar al modo de trabajo de la comunidad que lo va a utilizar- y escalabilidad -pueden tenerse varios nodos en una misma o distintas máquinas y pueden combinarse en ordenes superiores-.

En relación con el último punto tratado, se recuerda que la actual implementación es compatible con la posible unión de nodos KnowCat en ordenes superiores aunque los mecanismos para tal fin no estén todavía implementados. Es de destacar la posibilidad que nos ofrece la implementación del sistema para poder tener varios nodos en una misma máquina y que cada uno de ellos puede hacer uso de una versión distinta de la lógica del sistema. También es interesante destacar que cada nodo tiene su propio almacén de información independiente del de los demás nodos que puedan estar en la misma máquina

El sistema se ha implementado utilizando la tecnología CGI. La programación es totalmente modular. Los contenidos de textos que muestra el sistema se encuentran en bases de datos independientes: de esta manera el sistema puede adaptarse al idioma que se desee.

El sistema KnowCat presenta una serie de innovaciones, en base a las características que debe tener un SGC (véase 3.2), según se discute a continuación:

La mayoría de los sistemas de gestión del conocimiento, que existen actualmente, están destinados a la gestión del conocimiento de organizaciones (véase 3.3). El sistema KnowCat es aplicable a cualquier tipo de comunidad interesada en compartir conocimiento en general. Por lo que, además de poder ser utilizado en el ámbito empresarial, también se presta a ser utilizado en la gestión de conocimiento de comunidades académicas o de investigadores. De

hecho, como puede verse en el capítulo 7, son estos dos tipos de comunidades (mayoritariamente las comunidades de estudiantes) las que han servido como medio para evaluar las hipótesis de partida sobre las que se sustenta el diseño del sistema y el mecanismo de cristalización asociado.

El éxito del sistema radica en la forma de medir la evolución del conocimiento mediante el mecanismo de cristalización del conocimiento, basado en el trabajo de comunidades de expertos. El sistema nos permite compartir, evaluar y estructurar conocimiento colectivo, con el fin de poder obtener en cada momento el conocimiento relevante y de calidad sobre el área de conocimiento de nuestro interés.

En relación con lo anterior, el sistema permite contribuir en el área de conocimiento tanto en la parte de la creación de la estructura de contenidos (estructura del conocimiento), como en la generación de contenidos (documentos). La mayoría de los sistemas de gestión del conocimiento sólo permiten a los usuarios participar en la parte de generación de contenidos, ya que la estructura suele ser definida por un administrador o representante de la organización (véase 3.3). La estructura de conocimiento también es parte del conocimiento de la comunidad, por lo que, consideramos muy interesante que el sistema KnowCat proporcione medios para crear estructuras de conocimiento de forma colaborativa, y que proporcione medios para contribuir en su evolución.

Sobre la evolución de los contenidos, es destacable la utilidad corroborada del mecanismo mixto de anotaciones y versiones de documentos, como la forma natural de hacer evolucionar el conocimiento en forma de documentos. Además, la realización del control de versiones de forma distribuida y sin necesidad de supervisión, mediante el trabajo de comunidades virtuales de expertos, da un valor añadido al sistema. Esta propuesta se puede considerar novedosa en el campo del control de versiones.

Otros servicios que proporciona KnowCat son un servicio de notificación de eventos (que ayuda a salvar el asincronismo del trabajo de los usuarios con el sistema), un servicio de mensajería entre usuarios con intereses comunes (entre expertos de una misma comunidad, entre usuarios que han participado en un mismo tema), un servicio de informes (útil para saber la actividad de los usuarios e inspeccionar comportamientos de votación) y el servicio de control de versiones (que es realizado por los usuarios de forma colaborativa, como ya se ha explicado).

## RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha utilizado el sistema durante los últimos cinco cursos académicos, con el propósito de comprobar las hipótesis de partida de esta tesis. Para ello, se han realizado un total de cuatro experimentos con alumnos y otro experimento con un grupo de investigadores. En las experiencias con alumnos se trabajó con grupos de diferentes tamaños: desde la experiencia de "Razonamiento bajo incertidumbre", donde el grupo lo formaban del orden de 15 a 20 alumnos, hasta la experiencia de "Sistema Operativos", donde el grupo lo formaban del orden 150-200 alumnos.

Estas experiencias han servido para corroborar satisfactoriamente las hipótesis de partida de esta tesis (para más detalle véase Capítulo 7):

1. Es posible desarrollar estructuras de conocimiento de forma colaborativa. Además la estructura del conocimiento en forma de árbol es suficiente para representar áreas de conocimiento de modo general.
2. Cuando se alcanza una masa crítica de documentos y usuarios votando a éstos se obtiene una evaluación razonable de la calidad de los mismos, y por tanto tiene sentido el concepto de cristalización que se defiende en esta tesis.
3. La creación de comunidades virtuales de expertos en torno a temas de la estructura responde adecuadamente a la forma de trabajar de los usuarios. Además estas comunidades se forman a partir del árbol de forma natural.
4. Un mecanismo mixto de anotaciones y versiones es adecuado para conseguir la evolución de un documento ya establecido en el área de conocimiento,

En la actualidad, el sistema KnowCat está siendo utilizado en dos proyectos de innovación docente y hay 8 nodos activos. Esto nos da ciertas garantías sobre la viabilidad de poder seguir experimentando las nuevas líneas de investigación que se proponen como trabajo futuro.

Una versión preliminar de las ideas que se aportan en estas contribuciones, se han publicado en distintos foros de difusión científica. A modo de ejemplo, se enumeran las publicaciones más relevantes:

- COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. Cristalización del conocimiento de una comunidad de usuarios. *Proceedings of III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*. Madrid, España. 8-10, Mayo, 2002: pp. 128-135.
- COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. Creating e-books in a distributed and collaborative way. *Journal of Electronic Library on Electronic book for Education*. Vol 20, no 4, May 2002: pp. 288-25.
- COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. From collective knowledge to e-books. *Proceedings of the 17th ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2002), Special Track on Electronic Books for Teaching and Learning*. Madrid, España. 10-14, Marzo, 2002: pp. 525-529.
- COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier, ESQUIVEL, Jose A. KnowCat: Catalizador de Conocimiento. *Jornadas Técnicas RedIRIS 2001*. Pamplona, España, 22-26, Octubre 2001. En: *Boletín de la red nacional de I+D, RedIRIS*. No. 58-59, Diciembre 2001 / Enero 2002: pp. 7-10.
- COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. KnowCat: a Knowledge Crystallisation Tool. *Proceedings of the International Conference e-Business and e-Work (e-2000)*. Madrid, October 17-19, 2000. En: *E-business: Key Issues, Applications and Technologies*, Stanford-Smith, B. y Kidd, P. T. (eds). IOS Press: pp. 374-380.
- ALAMÁN, Xavier, COBOS, Ruth. KnowCat: a Web Application for Knowledge Organization. *Proceedings of the World-Wide Web and Conceptual Modeling (WWWCM'99)*. París, Francia. Noviembre, 1999. En: *Lecture Notes in Computer Science 1727*, P.P Chen et.al. (eds). Springer, 1999: pp. 348-359.

## 8.2 TRABAJO FUTURO

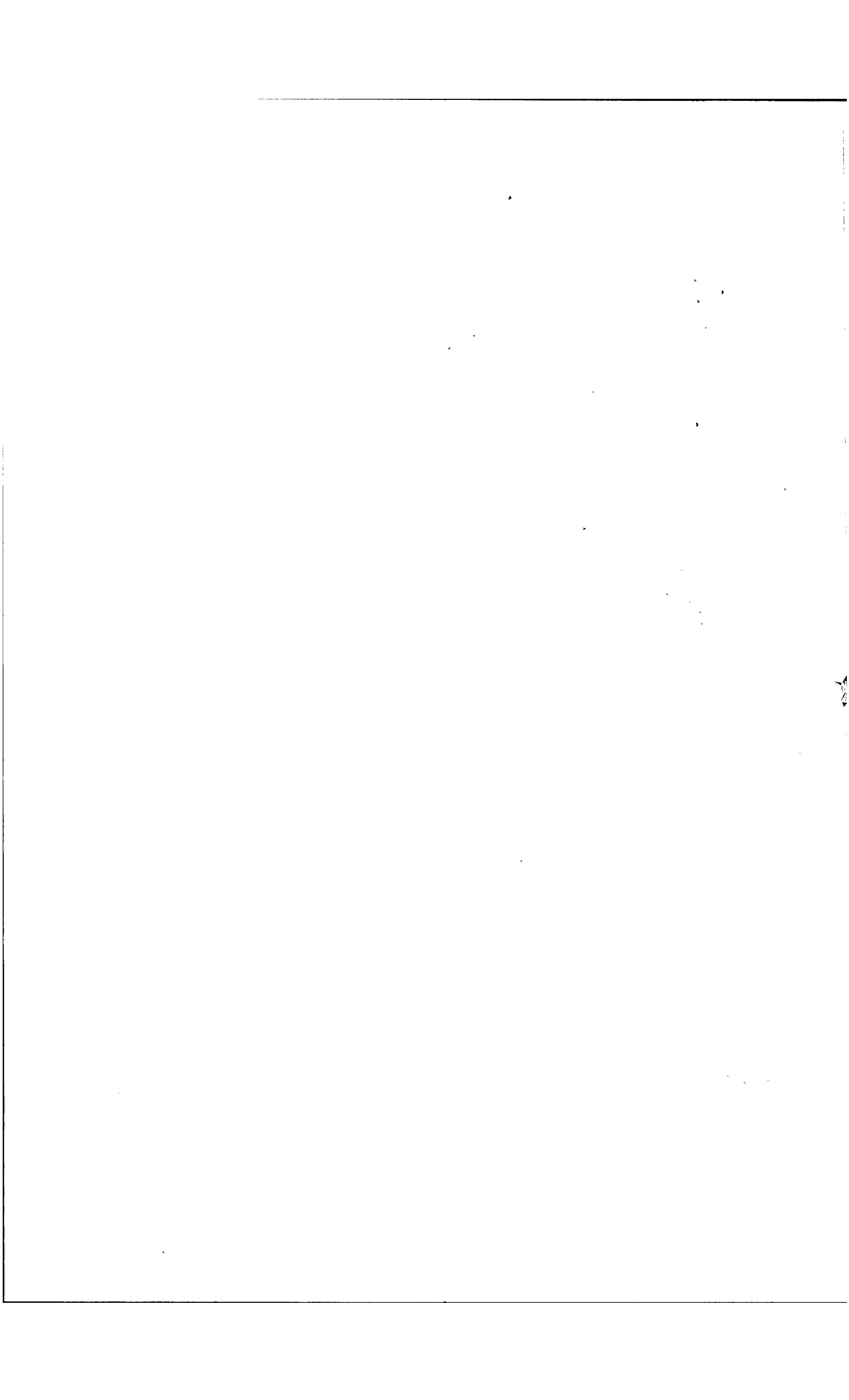
Aunque el sistema ha sido implementado y probado con éxito en diversos entornos, durante la experimentación han surgido varias ideas de mejora que no han tenido cabida dentro del trabajo de esta tesis y se plantean como trabajo futuro. Entre estas ideas cabe mencionar:

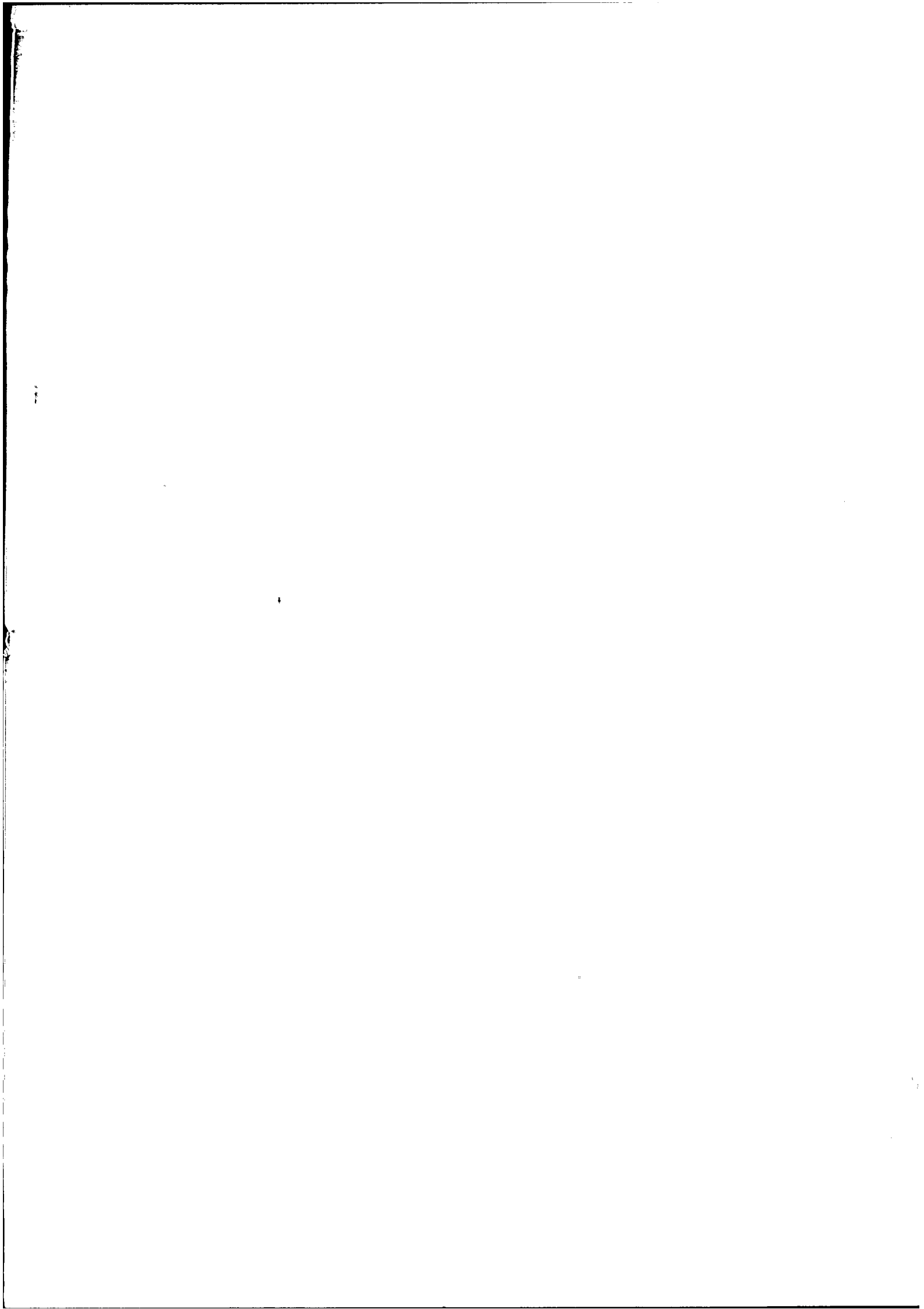
1. Actualmente el sistema permite la existencia de múltiples nodos KnowCat, funcionando en una misma máquina o en equipos distribuidos por la red. Aunque actualmente el sistema no soporta ningún mecanismo de interacción entre ellos, su diseño no presenta impedimentos para que fuera así. Esta posibilidad propiciaría el establecimiento de redes de nodos distribuidos, que podrían integrar de forma automática sus conocimientos y comunidades. Para ello sería necesario adaptar los mecanismos de cristalización para múltiples nodos.
2. La aparición de la web semántica proporciona un soporte para facilitar la localización, compartición e integración de elementos de conocimiento, mediante la incorporación de información semántica. Esto introduce nuevas posibilidades que tienen que ser tenidas en cuenta. Por ejemplo, los contenidos de los elementos de información pueden ser adaptativos. Se necesita un considerable esfuerzo de adecuación de los mecanismos de cristalización propuestos en esta tesis para que puedan contemplar este tipo de documentos adaptativos.
3. Se considera interesante permitir que un usuario realice una versión del documento de otro autor, o que entre varios, colaborativamente, realicen la versión del documento de uno de ellos. Es necesario estudiar cómo el mecanismo de control de versiones se adapta a estas situaciones. Además, no podemos olvidar que es necesaria una adecuada gestión de la propiedad intelectual y de los derechos de autor.
4. Otro área a explorar es la aplicación de técnicas de explotación automática de la información, que permitan dotar a los documentos de estructura interna. Se propone, por ejemplo, la generación de resúmenes, índices o referencias, a partir del documento aportado por su autor, con la estructura que éste decidió darle.
5. Ya se ha comentado que un problema pendiente es la detección de comportamientos de votación inadecuados. Además de la propuesta de solución mediante el acceso libre a las votaciones, como se comentó en 5.4, sería conveniente disponer de técnicas automáticas de minería de datos para atacar el problema.
6. También se propone profundizar en la obtención de información a partir de las interacciones implícitas de los usuarios, mediante el empleo de técnicas para la supervisión del comportamiento. Por ejemplo, se podría analizar la repetición y frecuencia de las consultas, la duración de las mismas, etc.
7. Sobre el mecanismo de votación a los documentos, es necesario realizar un estudio más exhaustivo sobre cómo evolucionan las comunidades y sus dinámicas de votación con el fin de evitar situaciones, como por ejemplo, de inflación o deflación del número de votos.
8. Se proyecta ampliar los campos de aplicación del sistema más allá del ámbito académico (grupos de interés como ONGs o foros de debate, documentación, gestión del patrimonio, etc.) y más allá del tipo de conocimiento, enciclopédico, considerado inicialmente (problemas resueltos, ejemplos de código informático, noticias, etc.).

- 
9. También se pretende analizar los aspectos operativos del sistema, para establecer sus requerimientos y límites de capacidad en función de volúmenes de uso, refinar las herramientas de administración, monitorización y seguimiento, y desarrollar la seguridad del sistema.

Muchos de estos objetivos caben dentro del alcance del proyecto de investigación y desarrollo "ARCADIA: Organización automática del conocimiento, análisis de datos y generación dinámica de documentos en la web semántica" (TIC2002-01948) financiado por CICYT y concedido al Departamento de Ingeniería Informática de la Escuela Politécnica Superior de la UAM, recientemente puesto en marcha.









## APÉNDICE A

### ESPACIOS DE TRABAJO DE KNOWCAT

Los usuarios pueden trabajar con el sistema en los siguientes espacios:

1. *Espacio de Conocimiento*: espacio que permite a los usuarios trabajar en la gestión del conocimiento del grupo.
2. *Espacio de Comunidad de Usuarios*: espacio que proporciona a los usuarios servicios de mensajería, con el fin de promover la interacción entre usuarios.
3. *Espacio de Perfil de Usuario*: espacio personal del usuario, donde puede hacer uso de servicios como el de notificación de eventos o el de acceso a informes.

A continuación, se presentan las pantallas de inicio de cada uno de los espacios comentados. A modo de ejemplo, se muestra una o dos operaciones que se pueden realizar en cada uno de los espacios.

#### A.1 ESPACIO DE CONOCIMIENTO

El *espacio de Conocimiento* tiene como principal objetivo proporcionar mecanismos para la gestión del conocimiento mediante sus módulos de adquisición, representación y presentación del conocimiento. En este espacio los usuarios comparten su conocimiento y evalúan el de los demás.

Las operaciones que pueden realizarse en este espacio de trabajo se muestran en la barra de herramientas de la Figura A.1: darse de alta en el sistema, refrescar la pantalla de inicio del espacio, añadir documentos dentro del tema seleccionado, opinar sobre los documentos que están en ese momento en el tema mediante un sistema de votaciones, proponer alguna modificación en el árbol de conocimiento (pueden proponer añadir un tema nuevo a la estructura, o borrar un tema que ya estuviera consolidado o mover un tema de ubicación) y por último opinar (con voto) sobre estas propuestas de cambio en la estructura.

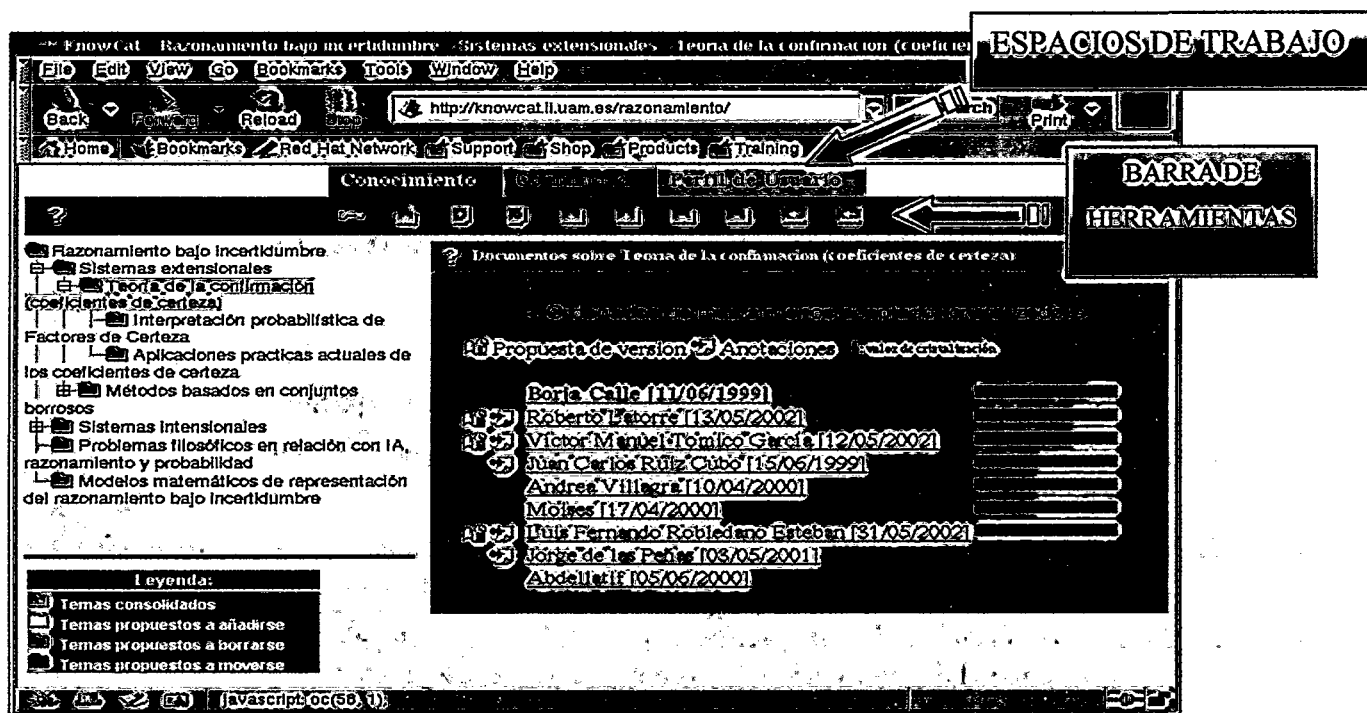


Figura A.1 Pantalla inicial del *espacio de Conocimiento* del área de conocimiento "Razonamiento bajo Incertidumbre".

En la parte izquierda de la Figura A.1 aparece el denominado "árbol del conocimiento" de un nodo KnowCat o área de conocimiento, en el que puede observarse de manera estructurada la división por temas que contiene el nodo en el que se está trabajando. Al seleccionar un tema en el árbol, aparecen en la parte derecha de la pantalla, los documentos que pertenecen a ese tema, ordenados por su grado de aceptación, y en la parte alta se encuentran los más aceptados. En el ejemplo de la Figura A.1 aparece sólo cristalizado un documento, el primero de todos. Los documentos se identifican por el nombre de su autor, la fecha en la que el documento fue añadido al sistema, y el título del documento (si lo tiene).

### A.1.1. Ver documentos y anotaciones

Cuando se selecciona un documento, el sistema nos muestra tanto su contenido como la posibilidad de ver las anotaciones y propuestas de versión que tiene asociado.

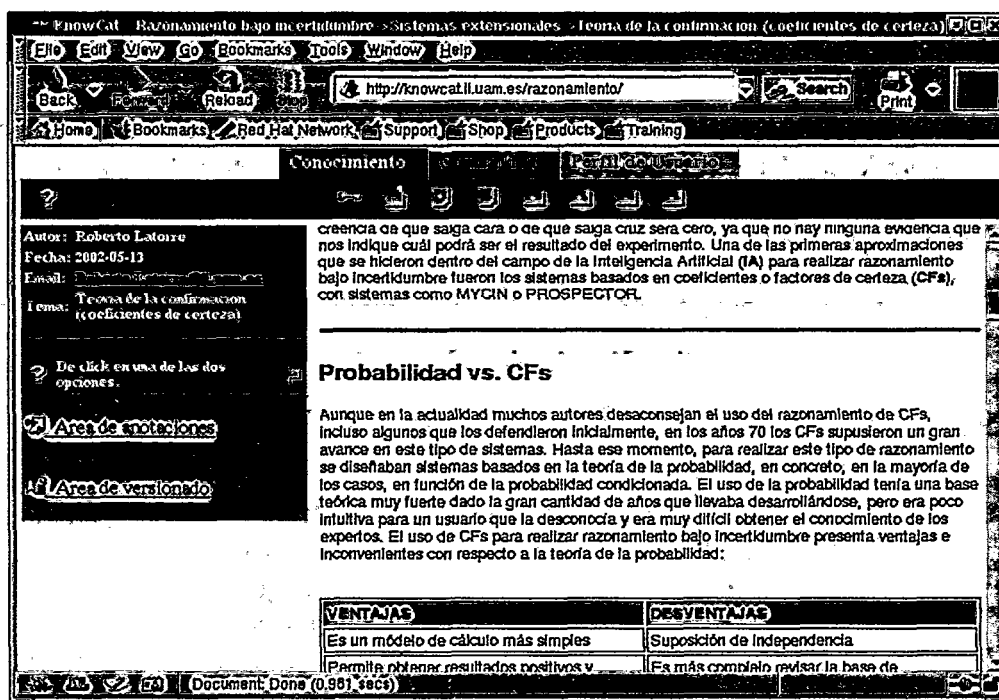


Figura A.2 Contenido de un documento seleccionado.

Al seleccionar un documento, el sistema muestra en la parte derecha de la pantalla su contenido. En la parte izquierda aparece información sobre el documento, como su autor, fecha, tema al que pertenece, etc.

Para acceder, por ejemplo, a las anotaciones que tiene este documento, se pincha en "Área de anotaciones", entonces aparece una lista de éstas, identificadas con el nombre de la persona que hizo la anotación y la fecha en la que la hizo.

Al seleccionar una anotación (pichándola) se muestra su contenido y además se da la opción en ese momento de opinar sobre ellas (mediante votación).

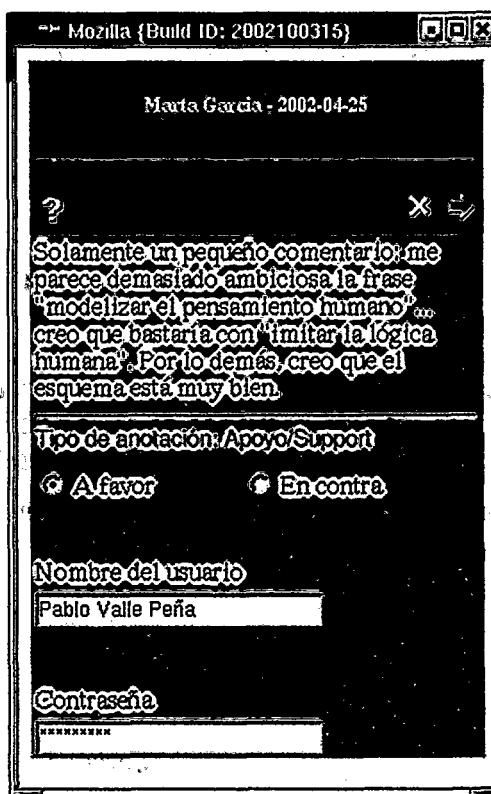


Figura A.3 Contenido de una anotación a un documento (en este momento también se puede votar por la anotación)

### A.1.2. Interacción con el conocimiento: votación a un documento

Para votar un documento, primero hay que seleccionar el tema al que este pertenece en el árbol del conocimiento. Una vez hecho esto, se selecciona el botón de votar documento: ("Votar un documento del tema seleccionado del árbol de contenidos", cuarto icono situado en la barra de herramientas).

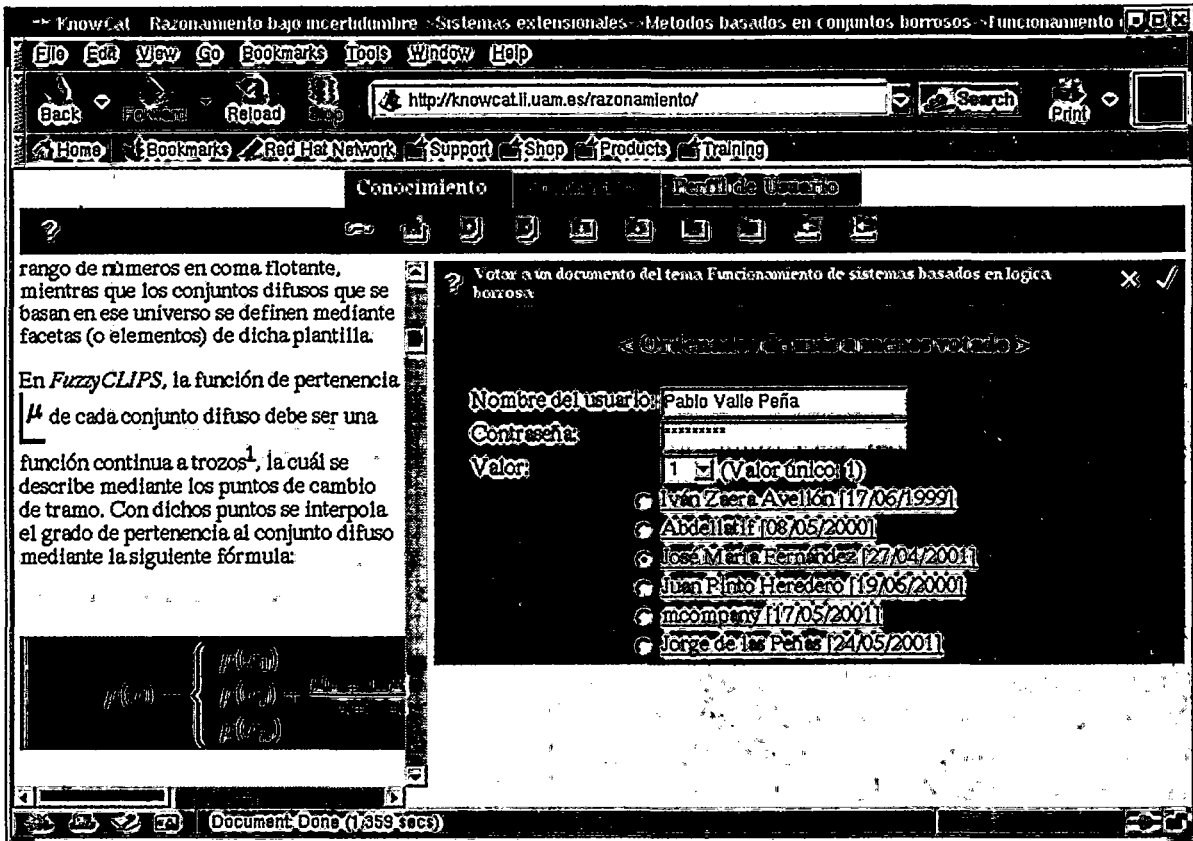


Figura A.4 Diálogo de votación.

Del tema seleccionado aparecen los documentos que lo describen. Para votar a uno, éste se selecciona. Además, cuando se selecciona el documento al que se desea votar, su contenido aparece en el marco de la izquierda, con el fin de "refrescarnos" su contenido.

Para terminar con la operación, se indica el valor del voto que se desea y se introducen los datos personales.

## A.2 ESPACIO DE LA COMUNIDAD DE USUARIOS

En este espacio se pueden realizar acciones relacionadas con la comunidad de autores de documentos del nodo de conocimiento en el que se está trabajando. Estas acciones se concentran principalmente en el envío de mensajes, que se puede realizar tanto entre las personas que han contribuido con documentos en el tema seleccionado, como entre los autores considerados expertos en el sistema. Esto último sólo se puede realizar si se está considerado como experto en algún tema.

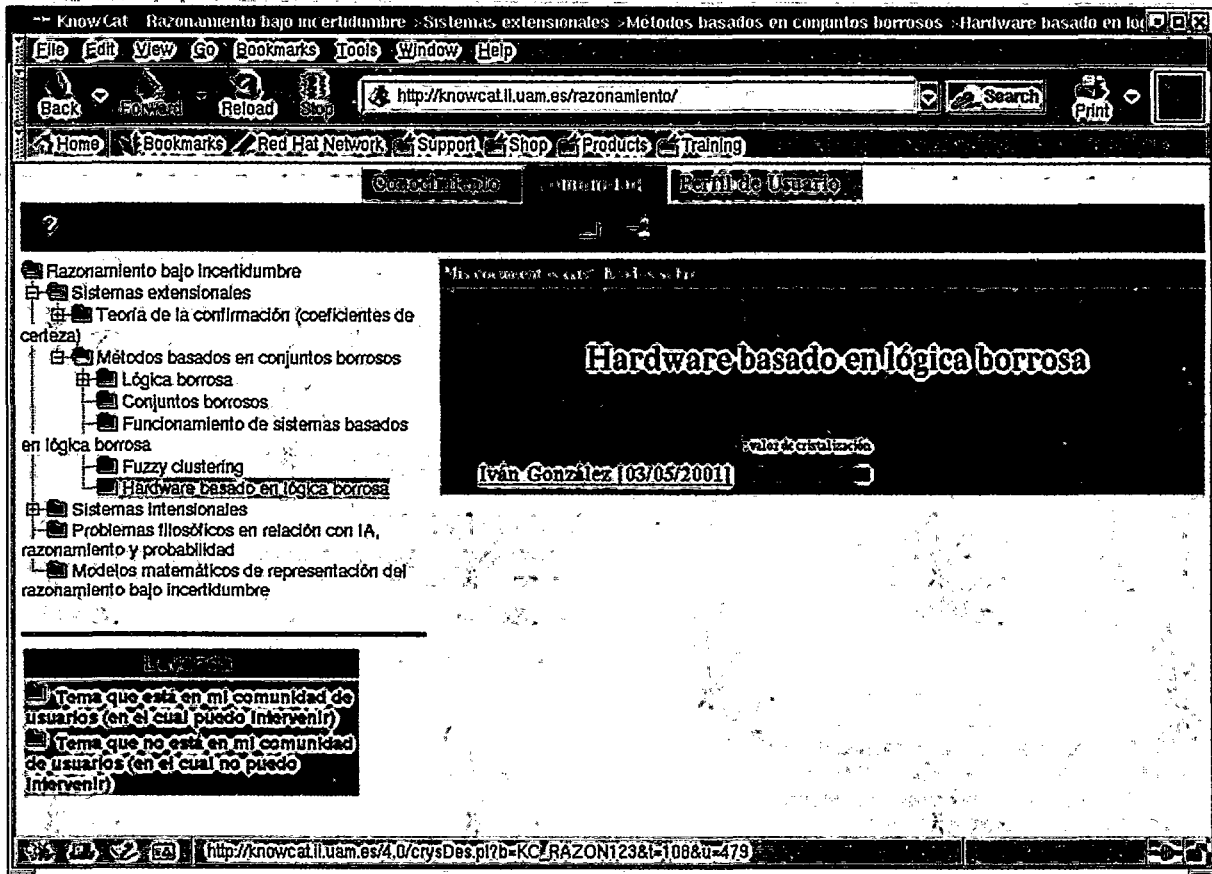


Figura A.5 Pantalla inicial del espacio de Comunidad.

En la pantalla inicial de este espacio se le muestra al usuario cuáles son sus documentos cristalizados y en qué temas es considerado experto (estos temas aparecen de color verde en el árbol de la izquierda). De esta manera sabrá a qué comunidades virtuales de expertos pertenece.

### A.2.1. Interacción entre usuarios mediante mensajería

Como ya se ha comentado, el servicio que proporciona el sistema para que interactúen los usuarios entre sí es el correo electrónico:

Los usuarios pueden mandarse mensajes, bien entre los que han participado en un tema concreto o bien entre los que forman parte de la misma comunidad virtual de expertos.

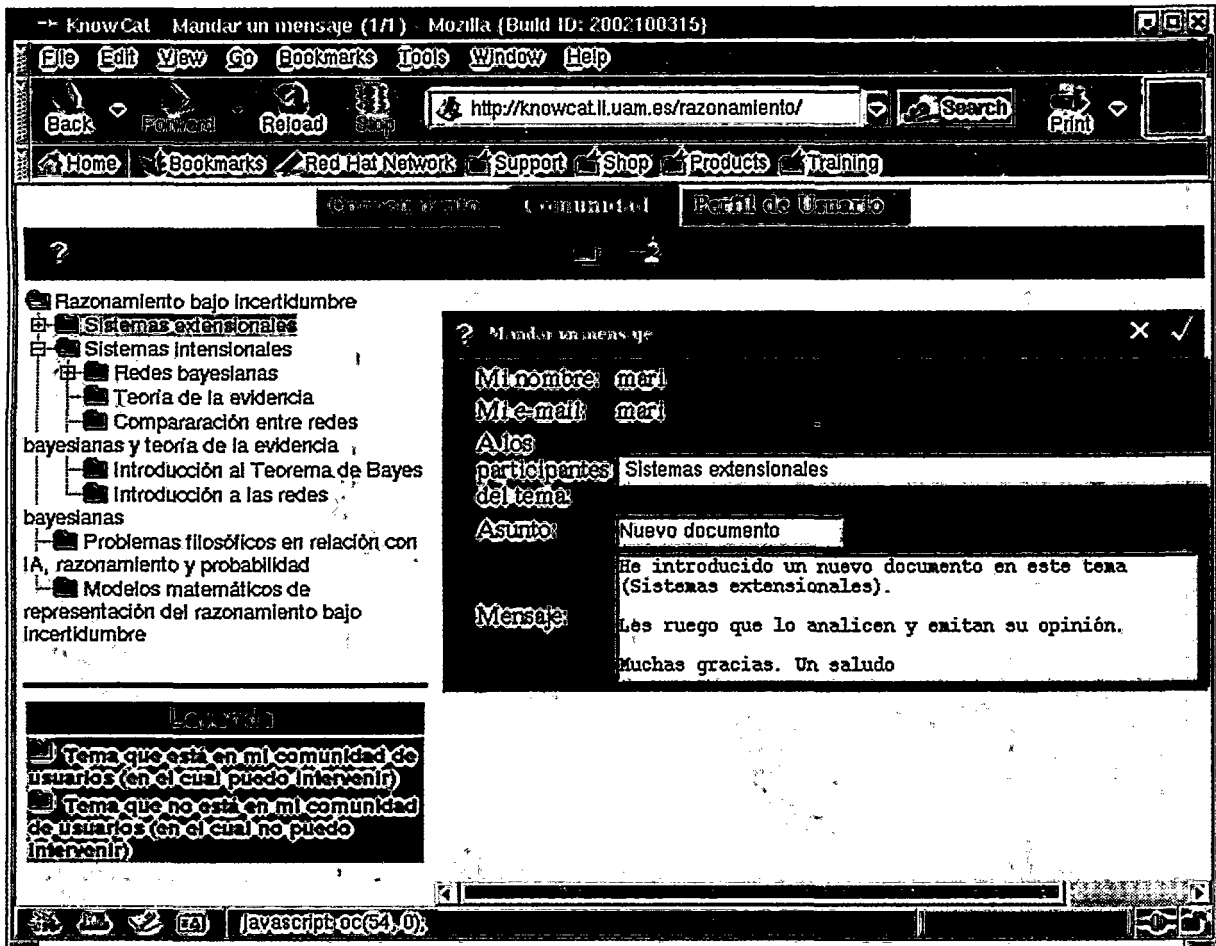


Figura A.6 Diálogo de mensajería.

En el ejemplo de la Figura A.6, un usuario que ha aportado un documento en el tema "Sistemas extensionales" ha decidido mandar un mensaje a otros usuarios que han participado también en ese tema.

### A.3 ESPACIO DE PERFIL DE USUARIO

En el *espacio de Perfil de Usuario* se puede consultar por los datos personales y las acciones llevadas a cabo. También, en este espacio un usuario puede modificar sus datos personales y suscribirse al servicio de notificación de eventos..



Figura A.7 Página inicial del *espacio de Perfil de Usuario*.

### A.3.1. Modificación del perfil de usuario: suscripción a eventos

El servicio de suscripción a eventos se ha consolidado como uno de los más utilizados y útiles entre los usuarios.

La suscripción implica que el sistema enviará mensajes de correo electrónico a los usuarios suscritos a los eventos que se sucedan.

En el momento de realizar la suscripción a eventos, el usuario puede seleccionar la opción de recibir notificación de todo lo que suceda en el área (primer opción). Esta opción ha resultado de gran utilidad para los profesores encargados de motivar las áreas de conocimiento.

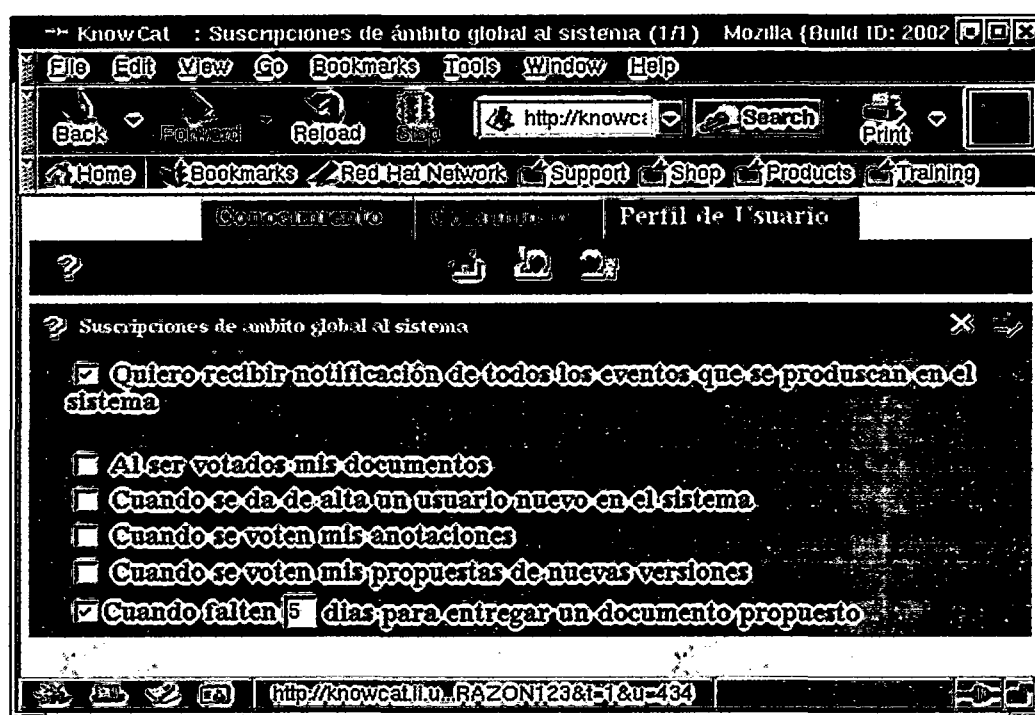


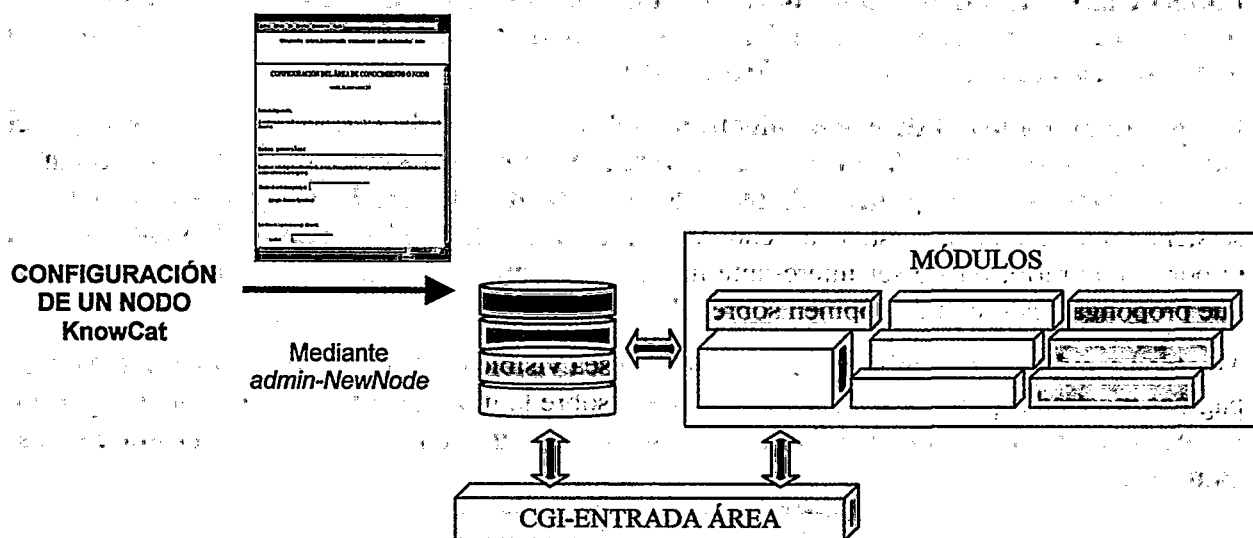
Figura A.8 Diálogo de suscripción a eventos.



## APÉNDICE B

### PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DE KNOWCAT

El sistema KnowCat permite diferentes formas de trabajo y control de las iteraciones de los usuarios según los parámetros de configuración de un nodo KnowCat.




**Figura B.1** La configuración de un nodo KnowCat se realiza mediante una herramienta de autor llamada *admin-NewNode*.

(En) La configuración de un nodo KnowCat (se tratan las siguientes partes) abarca los siguientes aspectos :

- **Características generales del nodo:** nombre del nodo, idioma, etc.
- **Presentación del conocimiento:** formas de presentar las unidades de conocimiento almacenadas.
- **Usuarios y permisos:** definir las operaciones posibles para (que pueden o no hacer) los diferentes tipos de usuarios que conviven en el sistema.
- **Cristalización del conocimiento:** se pueden configurar los valores de los parámetros que intervienen en los diferentes procesos de cristalización de las unidades de conocimiento. También se configuran los mecanismos de votaciones a las unidades de conocimiento en forma de documentos.

## B.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

A continuación se detallan las características o parámetros del nodo que diferencian sustancialmente la identidad de un área de conocimiento de otra:

- **Nombre del área de conocimiento:** hay que elegir el nombre del tema principal o raíz del árbol de conocimiento.
- **Idioma del nodo:** actualmente se puede elegir entre inglés y castellano. Aparecerán en el idioma elegido todos los elementos y textos de la interfaz de usuario.
- **Datos de la(s) persona(s) motivador(as) del nodo:** aunque es un sistema no supervisado, esta figura aparece dado que hay ciertas labores que sólo las puede hacer el responsable de un nodo (como por ejemplo ver los informes de actividad).
- **Propuesta de un árbol de conocimiento inicial:** puede ser útil proponer desde el principio el área con un primer árbol. Por ejemplo cuando la comunidad de usuarios es un grupo de alumnos suele ser habitual que el profesor dé una primera estructura de partida para que así los alumnos se sientan más guiados, y éstos partiendo de dicha estructura puedan modificarla puntualmente. O por el contrario, puede ser interesante no proponer ninguna estructura y dejar a los usuarios que propongan estructuras y opinen sobre ellas.
- **Mostrar ayuda contextual:** se puede elegir que sea visible o no. El icono  en cada una de las páginas mostradas por el sistema activa la ayuda sobre la información contenida en la página en la que se encuentre el usuario. De esta forma se le ayuda en el contexto adecuado en cada momento.

## B.2 PRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Tan importante como el conocimiento en el nodo es la presentación de éste a la comunidad de usuarios. Una adecuada presentación del conocimiento a los usuarios hace que la distribución del conocimiento entre ellos pueda aprovecharse mejor. Por ello hemos identificado una serie de elementos y formas de mostrarlos que hacen que la interfaz del sistema se adapte a lo deseado por la comunidad de usuarios:

- **El orden en el que se muestran los documentos sobre un tema:** la forma en que se muestran puede llegar a influir en los usuarios a la hora de accederlos y leerlos. Por esto proponemos tres formas distintas de mostrar los documentos:
  - En primer lugar se pueden mostrar los documentos ordenados de más a menos cristalizado, es decir, mostrando el "ranking" o clasificación que ofrece el sistema de los documentos en cada tema. Pero en algunas ocasiones puede desearse que dicha clasificación no se ofrezca a los usuarios, ya que esto podría provocar que se lean con más "cariño" los documentos que están en la parte alta de la clasificación, lo cual influiría directamente en la opinión del lector.
  - Otra forma de mostrar los documentos es en orden alfabético, ya que los documentos se identifican por el nombre del autor. Este orden además de ser neutro, proporciona una forma fácil de localización de los autores que han escrito sobre un tema.

- Otra forma es en orden aleatorio: es decir, cada vez que se accede a un mismo tema se pueden ver los documentos en diferentes órdenes. Esta opción es útil cuando hay muchos documentos en el tema y al mostrarse de maneras diferentes cada vez, se les da a cada uno la misma probabilidad de ser leído.
- **Cómo se muestra la aceptación de un documento:** en el caso de elegir en la opción anterior mostrar los documentos ordenados de más a menos cristalizado, puede ser útil mostrar al lado de cada documento cuál es su aceptación, es decir, el valor que le ha otorgado la posición que ocupa en la clasificación. El valor a mostrar puede ser cualquiera de los siguientes:
  - El grado de cristalización.
  - El tanto por ciento de votos que ha recibido el documento con respecto a los demás del mismo tema.
  - El número de votos recibidos.
  - El valor de dichos votos.

Este valor elegido puede a su vez mostrarse en formato texto, como valor numérico o en formato gráfico como una barra gradual.

- **Mostrar información sobre la aceptación de las distintas estructuras:** se aplica en la fase supervisada, cuando los usuarios tienen como principales tareas las de proponer estructuras alternativas que describan el árbol de conocimiento, y opinar sobre éstas mediante un mecanismo de votaciones. En este caso, las estructuras se clasifican y muestran a los usuarios en orden de más a menos aceptada, y esa aceptación es resultado de la diferencia entre el número de votos a favor de la estructura y el número de votos en contra. Encontramos de utilidad mostrar al lado de cada estructura, si se desea, las votaciones que recibió de ambos tipos cada estructura con el fin de proporcionar más información sobre la aceptación de cada una de ellas.
- **Detalle con el que se le muestra a cada usuario su trabajo realizado en el área:** cada usuario puede ver las operaciones que ha realizado hasta el momento en el nodo en el cual trabaja en el espacio de Comunidades de Usuarios. En este espacio cada usuario tiene su apartado personal, el cual puede configurar y personalizar con que nivel de detalle desea ver las operaciones realizadas. Por defecto, el sistema está configurado para que los usuarios vean de forma muy detallada los documentos que han aportado, y en qué tema se encuentran, mientras que la información sobre sus colaboraciones sobre la estructura se da de forma más resumida.

### B.3 USUARIOS Y PERMISOS

El funcionamiento más habitual del sistema es el indicado en el Capítulo 6, donde se mostraron los tipos de usuarios que trabajan en el sistema y las operaciones que pueden hacer cada uno de ellos.

Sin embargo, el sistema también puede configurarse permitiendo indicar que operaciones puede hacer cada tipo de usuario. Este tipo de configuración ha sido de gran utilidad en las experiencias realizadas, debido a que en muchos casos, el poco tiempo disponible para realizar la experiencia, requería que usuarios que no eran expertos pudieran votar a documentos para poder obtener suficiente masa crítica en forma de votos y así poder aplicar el mecanismo de cristalización.

## B.4 CRISTALIZACIÓN Y MECANISMO DE VOTACIONES

En el proceso de cristalización del conocimiento del sistema también intervienen una serie de parámetros susceptibles de ser configurados. Cada unidad de conocimiento tiene sus propios parámetros de configuración, los cuales se configurarán de acuerdo a las necesidades y características de la comunidad de usuarios que utiliza el nodo, ya que hay que tener en cuenta aspectos como por ejemplo que la evolución del conocimiento de una comunidad de estudiantes se produce en unas magnitudes de tiempo diferentes a las de una comunidad de un grupo de investigadores.

Los parámetros a configurar en esta parte son los aparecidos en el mecanismo de cristalización explicado en el Capítulo 5. Algunos de estos son :

- *minimoAcuerdoOposiciónAnotació* o "la fracción mínima de opiniones en oposición a la anotación"
- *umbralContiuidadProVerDoc* o "el valor umbral del grado de continuidad de las propuestas de versión"

El mecanismo de votaciones a documentos es el más abierto y más susceptible de ser configurado de todos. Creemos que el dejar ciertos parámetros que influyen en el mecanismo de votaciones abiertos da mayor alcance al mecanismo propuesto. Estos parámetros son:

- **Rango de votaciones:** se puede proponer el rango entre dos valores cualesquiera deseados :
  - Por ejemplo, entre 1 y 5, parámetro utilizado con el fin de matizar el apoyo que se le da un documento, siendo 5 el valor máximo en la escala.
  - Otra opción con el valor único 1. En este caso el no votar a un documento se interpretaría como el darle un '0', y el hecho de apoyar a un documento sería darle un '1', sin hacer en este caso énfasis en valorarlo dentro de una escala.
- **Limitación de votos:** por defecto a la hora de votar se empieza con un número de votos que son limitados y para obtener más se necesita que el usuario aporte documentos, que éstos cristalicen y por ello se le otorgarán más votos. Pero puede ser recomendable, e incluso en algunas ocasiones necesario, permitir que los usuarios tengan un número ilimitado de votos, por ejemplo en casos en los que hay pocos usuarios y no hay muchos documentos aportados, si no tienen un número limitado de votos podrán opinar sobre los demás y habrá más probabilidad de que haya suficientes votos para permitir que los mejores documentos cristalicen.
- **Número de votos que recibe un autor cuando cristaliza un documento aportado:** este caso ocurre cuando los usuarios tienen número limitado de votos y por cada documento que cristaliza se le dan más votos, de esa forma se le premia por haber tenido éxito con alguno de sus documentos y al tener más votos podrá realizar más aportaciones en forma de opinión sobre los documentos de los demás, lo cual lo podría equipararse con tener mayor capacidad crítica al ser considerado experto.

## **APÉNDICE C**

### **ESTUDIO SOBRE LA RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DEL DOCUMENTO Y SU CALIDAD**

Una característica de los documentos (contenidos) que se ha considerado interesante estudiar es su tamaño, con el objetivo de obtener evidencias sobre si el tamaño de un documento está relacionado con la calidad de éste. La calidad de un documento se calcula de forma colaborativa y está reflejada en su grado de aceptación. En este apartado se presenta un estudio sobre la relación entre el tamaño de un documento y su aceptación por la comunidad. Con la salvedad de las particularidades de nuestros experimentos.

El presente estudio se ha realizado sólo con documentos del área de conocimiento sobre "Razonamiento bajo Incertidumbre", por ser éste el único área en el que la extensión del documento fue totalmente libre para los alumnos. En las demás experiencias el profesor dio unas guías sobre la extensión que se debía dar a los documentos.

#### **C.1 GRUPOS DE TAMAÑOS DE DOCUMENTOS**

Como se verá más adelante en la Figura C.1, los documentos que se encuentran mejor valorados en los temas del área de conocimiento son los que hemos denominado "de tamaño recomendado", más adelante se detalla cuál es la extensión de éstos. Sin embargo los documentos que son bastante más pequeños o bastante más grandes que los que tienen el tamaño recomendado citado, son los que por lo general tienen bastante menos aceptación que los anteriores.

Se han encontrado 5 grupos de tamaños de documentos, además de los tres comentados en el párrafo anterior hay dos tamaños más de documentos, son los que están entre el tamaño recomendado y cada uno de los extremos (por grande o por pequeño). Veamos a continuación en detalle cómo son los documentos de cada "tipo de tamaño":

1. Documento con tamaño recomendado: es el documento con una extensión entre 1000 y 2000 palabras. La estimación de número de páginas está condicionado a otros elementos como el número de tablas y figuras que contiene, el tamaño de la fuente del texto, la separación entre párrafos, etc. En los documentos estudiados encontramos documentos que tienen entre 3 ó 6 páginas y que entran en esta categoría. Estos documentos, en promedio, no tienen más de 2 tablas ni más de 3 figuras.
2. Documento con el tamaño un poco mayor que el recomendado: es el documento con una extensión entre 2000 y 2500 palabras. Los documentos que entran dentro de esa categoría pueden llegar a tener en torno a 8 páginas. Los que tienen un número de palabras cercano a 2000, tienen en cambio más figuras o más tablas de las que tiene en promedio un documento de tamaño recomendado.

3. Documento con el tamaño un poco menor al recomendado: son los documentos con una extensión entre 700 y 1000 palabras. El tamaño medio de estos documentos es de 2 páginas. Además suelen tener muy pocas tablas o figuras.
4. Documento de tamaño bastante más grande al recomendado: es el documento con una extensión mayor a 2500 palabras. Por lo general, también tienen bastantes figuras o tablas.
5. Documento de tamaño bastante más pequeño que el recomendado: es el documento con menos de 700 palabras. Estos documentos no suelen tener ni tablas ni figuras.



Figura C.1 Presentación de los documentos por orden del grado de aceptación, indicando el tamaño de cada documento ("Razonamiento bajo Incertidumbre").

En la Figura C.1 se muestran 10 de los temas del árbol de conocimiento del área de conocimiento en estudio (se han elegido los temas que contienen más documentos). Cada columna representa un tema y cada elemento de una columna, es decir un recuadro, representa un documento.

Los documentos están en orden según su grado de aceptación, es decir, los elementos que están más arriba en cada columna son los documentos más aceptados. Cada documento está presentado con el color asociado a su tamaño. Y dentro de cada documento están las iniciales de su autor.

## C.2 RESULTADOS

Es de destacar que los documentos que se encuentran en las posiciones más altas, es decir, entre los más aceptados, son los documentos que hemos llamado de "tamaño recomendado". Esta situación ocurre en todos los temas excepto en el tema "Funcionamiento de sistemas basados en lógica borrosa".

Los documentos con tamaños extremos, es decir, o con un tamaño bastante mayor al recomendado o bastante menor al recomendado, son los que aparecen en la mayoría de los temas en las posiciones más bajas, y en algunos casos en posiciones intermedias, pero nunca en las posiciones más altas.

Los documentos con tamaños intermedios, es decir, con el tamaño entre el recomendado y los extremos, a excepción de algunos casos en los que aparecen estos documentos en las posiciones más altas, también suelen aparecer en las posiciones intermedias o en las posiciones más bajas.

Este estudio no tiene la ambición de extraer una ley que relacione inequívocamente el tamaño de un documento con el grado de aceptación que este podría obtener. Simplemente sirvan estos datos presentados para guiar a los autores de documentos sobre el tamaño que se considera razonable para describir con el detalle oportuno cualquiera de los temas del árbol de conocimiento, sin hacer distinción sobre si un tema es muy general (tema que está en los primeros niveles del árbol) o si es muy específico (tema que está en los niveles más profundos del árbol).





## APÉNDICE D

### ENCUESTAS REALIZADAS A LOS USUARIOS DE KNOWCAT

Las encuestas han sido realizadas al finalizar el año académico 2002/2003 por usuarios de las áreas de conocimiento "Matemáticas para la Educación Infantil", "Estrategias de aprendizaje" y "Biología del desarrollo".( Al finalizar el año académico 2002/2003.)

La primera ha sido realizada a alumnos, con el objetivo de obtener información sobre el nivel de dificultad del trabajo con el sistema. . En dicha encuesta se aborda la temática de la "usabilidad" del sistema.

La segunda ha sido realizada a profesores, con el objetivo de conocer sus opiniones sobre si se han logrado los objetivos planteados al inicio de la experiencia, si se ha conseguido un repositorio de conocimiento de calidad sobre el área tratada, etc.

#### D.1 ENCUESTA REALIZADA A ALUMNOS

En las tres experiencias la participación ha estado alrededor del 24% de los alumnos. Este porcentaje del muestreo es muy alto, cualquier tipo de cuestionario o sondeo (votaciones, estudio general de medios) no supera el 1% de la población analizable, por ello se pueden considerar muy fiables los datos obtenidos en el presente informe.

1. ¿Te parece adecuada la representación del árbol de conocimiento en la estructura jerárquica que proponemos?	SI	NO	<b>Análisis</b>
	100%	0 %	La totalidad de los usuarios consideran la representación del árbol de conocimiento adecuada. La disposición del árbol y el despliegue en forma de carpetas añade posibilidades de éxito en la clasificación y ubicación de los diversos documentos.
2. ¿Has visto fácil la navegación en el árbol de conocimiento (árbol de temas)?	SI	NO	<b>Análisis</b>
	96%	4 %	La facilidad de navegación es aceptada por la gran mayoría de los usuarios. El principal motivo del éxito en la navegación está propiciado por el aspecto tan parecido del árbol de conocimiento y el Explorador de Windows.

3. Cuando te conectaste por primera vez ¿sabías que lo primero que tenías que hacer era darte de alta (registrarte) en el sistema?	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NO ¿Cuándo supiste?</b>	<b>Análisis</b>									
	60%	40%	-Fue indicado por los profesores en un 85 % de los casos negativos. -Fue descubierto al navegar en el 15 % de los casos.	El equilibrio existente entre las respuestas afirmativas y negativas proviene de la experiencia de los usuarios. Los que tengan mayor experiencia en Internet claramente comprenden la necesidad de registrarse para poder participar en un modo diferente al de navegación.									
4. Marca con una X las operaciones que has realizado por el momento. -Espacio de conocimiento 1. Ver ayuda 2. Ver el contenido documento 3. Añadir un documento al sistema 4. Votar a un documento 5. Añadir una anotación 6. Votar a una anotación 7. Proponer un tema nuevo 8. Proponer borrar un tema 9. Votar sobre añadir o borrar 10. Acceder zona de trabajo Com. -Otros espacios 11. Ver y cambiar perfil de usuario 12. Suscripción eventos 13. Mensajes otros usuarios.	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
	6 %	17 %	17 %	17 %	15 %	10 %	1 %	1 %	1 %	8 %	5 %	1 %	1 %
<b>Análisis</b>													
Las operaciones más realizadas son las indicadas como básicas por parte de los profesores (anotación, votación, envío de documento), aunque las inquietudes de diversos usuarios y la accesibilidad del sistemas invitan a probar otras operaciones (Ejemplo: cambiar el perfil de usuario para poder recibir notificación de eventos sucedidos en el sistema mediante el correo electrónico.)													
5. Sobre las operaciones que has marcado ¿tenías claro que las podías llevar a cabo en el momento de realizarlas?	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>Análisis</b>										
	90 %	10 %	La gran mayoría de los usuarios tenían claro el funcionamiento de las operaciones explicadas en clase.										
6. Sobre las operaciones que NO has marcado, por favor, enumera de cada una de ellas los porqués (de no haberlas)	<b>No necesitaba la operación</b>	<b>No sabía que existía la operación</b>	<b>No sabía el uso de la operación</b>	<b>Análisis</b>									
	64 %	12 %	24 %	Las operaciones no marcadas por no saber el uso o la existencia preferentemente son las referentes a la comunidad, en los presentes nodos los usuarios no tenían permisos para diversas de estas opciones y por ello su desconocimiento en cuanto a existencia o uso. El trabajo, como se esperaba, fue realizado en el espacio de conocimiento.									

7. ¿Has tenido algún tipo de problema cuando estabas realizando alguna de las operaciones antes expuestas?	SI 44 %	NO 56 %	<b>Los problemas</b> -Al enviar documentos. -Al intentar corregir, borrar documentos.	<b>Análisis</b> El principal problema está en el envío de documentos, el cual se realiza incorrectamente por parte de los usuarios; introduciendo nombres con espacios, tildes, etc. El problema del envío se evitaría aportando URLs (nuestra idea inicial) en lugar de documentos, pero la incipiente cultura de Internet no permite a los usuarios el suficiente conocimiento informático para la creación de sitios web.
8. ¿Qué destacarías que te haya gustado del sistema?  (Ordenados de mayor a menor propuesta de los usuarios)	-Posibilidad de compartir conocimiento con otros usuarios. -Filosofía de evaluación y sedimentación del conocimiento, basada en votos, anotaciones, etc. -Facilidad en el manejo de la aplicación, con una estructuración de la información clara. -La eliminación de la presencia física en el proceso de desarrollo y discusión de diversos temas (aportar conocimiento cuando se quiera y desde donde se quiera). -Es interesante mejorar los documentos con las versiones y muy útil la posibilidad de hacer anotaciones a los documentos.		<b>Análisis</b> Los principales halagos al sistema provienen del objetivo principal de KnowCat "Compartir Conocimiento en Colaboración", otro asunto destacable está presente en la filosofía de evaluación.	
9. ¿Qué mejorarías?	-Clarificar el uso de iconos con mensajes descriptivos y visibles. -Posibilidad de borrado de documentos para el propio usuario. -Página de bienvenida con una explicación del funcionamiento del sistema.		<b>Análisis</b> Hay algunas mejoras propuestas totalmente justificadas, como la dificultad que presenta el permitir que ellos puedan eliminar sus documentos (en estudio para sucesivas versiones del sistema).	
10. ¿Qué quitarías?	- El 60% de los encuestados no quitaría nada. -La capacidad de evaluar y ser evaluado sería eliminada por el 30 % de los encuestados.		<b>Análisis</b> La mayoría de los usuarios no quitarían nada del sistema. Sin embargo, otro alto porcentaje cree que es injusto el sistema de votaciones, comparan su votaciones con el sistema de calificación de la asignatura.	
11. ¿Has usado el manual de usuario?	SI 27 %	NO 73 %	<b>Análisis</b> Destaca el poco uso del manual de usuario, algo fomentado por la capacidad del ser humano de creer que entiende todo y probar antes de saber.	

**Tabla D.1** Encuesta realizada a alumnos.

### D.1.1 Conclusiones

1. **Árbol:** Todos los usuarios consideran muy oportuna la representación y distribución de la información a través de un árbol, ya que facilita su acceso y resume en un “vistazo” la organización del área de conocimiento.
2. **Usabilidad:** Los usuarios mayoritariamente aceptan el contenido visual y la accesibilidad del sitio, aunque existen algunas críticas referentes a la no inclusión de una pantalla de bienvenida con información de presentación y explicación básica del sistema (algo fácilmente accesible por la ayuda). Algunos mencionan la dificultad de realización de algunas operaciones, si bien el nivel de conocimientos informáticos de los usuarios es bajo; algo que no tienen en cuenta al criticar el sistema, y palabras como comprimir, formato, url, etc., les resultan poco amistosas. Pese a estas críticas, la opinión generalizada es positiva hacia la facilidad del uso del sistema, navegación adecuada y una clara estructuración de la información.
3. **Operaciones:** La mayoría de los usuarios han utilizado las mismas operaciones: Votar, anotar y añadir documento. Esto se debe a la homogeneidad de las experiencias realizadas y el tener comunidades muy guiadas por sus responsables.
4. **Evaluación:** Por un lado los usuarios dicen que les gusta del sistema la capacidad de evaluar, pero por otro lado no quieren emitir votos, poner notas a sus compañeros. Esto sucede por utilizar el sistema en el entorno docente, donde hay evaluación del trabajo del alumno con una nota al final del curso. Es decir, los alumnos pierden de vista el objetivo de la utilización del sistema de conseguir de forma colaborativa cristalizar el conocimiento colectivo de calidad, para centrarse en la superación de la asignatura. Sin embargo, las anotaciones son muy bien consideradas por parte de los usuarios ya que éstas permiten ayudar en la evaluación y la mejora de los documentos de todos los usuarios, y no las ven el mismo carácter negativo de emitir un voto.

### D.2 ENCUESTA REALIZADA A PROFESORES (MOTIVADORES)

Los profesores que han participado en esta encuesta son Manoli Pifarré(MP), Melchor Gómez (MG) y Roberto Marco (RM).

1. ¿Cómo se les motivó para que participaran?	-El trabajo realizado en KnowCat equivale a un porcentaje (25 – 30%) de la nota final del curso. (MP) -El trabajo era obligatorio. Parte de la nota (20 %) de la asignatura era del trabajo. (MG) -Era un grupo pequeño pero a pesar de ello, la participación ha sido relativamente pequeña. Esperamos que sea más intensa en la fase final. (RM)
2. ¿Cómo se les comentó a priori que se les iba a evaluar sus colaboraciones?	-Se diseñó, conjuntamente, profesor y alumnos, una pauta de valoración de los trabajos de los compañeros. -En grupos pequeños se explicó como usar la herramienta. Se les evaluó en función de la calidad de su documento y de las votaciones realizadas.

3. ¿Se les explicó detalladamente lo que se pretendía, el objetivo de la utilización del sistema?	-En las experiencias analizadas sólo se comentaron detalladamente las funciones básicas para registrarse en el sistema, cómo se hace el envío y votación de documentos.
4. ¿Con cuáles objetivos o propósitos empezó la experiencia?	- Mejorar el proceso de toma de apuntes: cómo organizar los apuntes, cómo seleccionar las ideas principales y cómo personalizarlos. Resolución colaborativa de casos prácticos. (MP) -Exponer conocimientos al público de otra manera (no la clásica), evaluarse desde el anonimato. (MG) -Ayudar a la redacción de un documento colectivo, objetivo final del trabajo. (RM)
5. ¿Cada cuánto tiempo echaba un vistazo a la evolución del área de conocimiento?	-Cada dos días. (MP) -Cuando había sesiones. Cada una o dos semanas. (MG) -Cada dos semanas. (RM)
6. ¿Fue la evolución como esperaba?	- La evolución fue positiva en los nodos analizados, no obstante se recalca la no utilización total de la herramienta y de la potencialidad que promete.
7. ¿Se han cumplido los objetivos planteados?	- Se han cumplido en todas las experiencias.
8. ¿Estás satisfech@ con el trabajo realizado día a día y finalmente?	- Totalmente satisfechos.
9. ¿Ha servido el trabajo resultante y cuales conclusiones se han obtenido?	-Knowcat es una buena herramienta para la elaboración de conocimiento sobre un tema concreto. Los alumnos han aprendido mejor los contenidos tratados con KnowCat. (MP) -Es necesario fijar bien las fechas en que se introducen los documentos y las anotaciones en el sistema. De lo contrario, el trabajo del grupo es muy lento. (MP) -En general coinciden los criterios del profesor con los de los alumnos. La subjetividad se da en ambos lados, a la hora de evaluar uno es más generoso con los que le caen bien. (MG) - Para organizar el trabajo. (RM).
10. ¿Vas a continuar con la experiencia el próximo curso, realizará algunas modificaciones?.	-Se va a profundizar en algunas de las carpetas del nodo. (MP) -Quizás en el primer cuatrimestre. Dejar unos pocos documentos para hacer un estudio, documentos anónimos para evaluarlos más objetivamente, quizás al principio ordenados alfabéticamente, ampliar el árbol. (MG) - Quizás con alguna asignatura de la Licenciatura de Bioquímica. (RM)
11. ¿Los documentos cristalizados son de calidad?	Si, en todas las experiencias
12. ¿Qué destacarías que te haya gustado del sistema?	-La posibilidad de anotar los documentos y su posterior versionado. (MP) -Trabajo asíncrono, poder trabajar desde cualquier sitio, evaluarse entre los alumnos, informes. (MG) - Flexibilidad, posibilidad de anotar. (RM)

13. ¿Qué mejorarías?	-La conexión externa del sistema.. Que las anotaciones acepten todos los caracteres, incluidos los utilizados en la lengua catalana. (MP) -Cómo se muestra el porcentaje de valor recibido de cada documento al lado del documento. Rectificar las acciones de los usuarios el profesor. (MG) - Los mecanismos de cambiar y corregir los documentos. (RM)
14. ¿Qué quitarías?	-Nada

**Tabla D.2** Encuesta realizada a profesores.

### **D.2.1 Conclusiones**

Por lo general, los profesores se encuentran satisfechos con la experiencia realizada con el sistema, de hecho, desean seguir utilizándolo. En todos los casos se cumplieron las expectativas con las que se iniciaron las experiencias.

Queremos agradecer a la profesora Manoli Pifarré la realización de un seguimiento de los alumnos, prestando especial atención a la parte de aprendizaje colaborativo. El seguimiento todavía no ha podido ser analizado en detalle, sólo podemos ofrecer las siguientes conclusiones (aportadas en su totalidad por la profesora Manoli Pifarré):

1. Actitud de los alumnos delante de la experiencia: Los alumnos consideran muy positiva la experiencia, les ha motivado mucho a utilizar el ordenador de una forma distinta a la que estaban acostumbrados. Les ha motivado aprender acciones nuevas de informática, entre ellas mencionan: comprimir, descomprimir, adjuntar archivos al correo, crear y adjuntar imágenes.
2. Ventajas del uso de Knowcat, según los usuarios: Todos valoran positivamente el hecho de poder ver los documentos de los compañeros. Esto, les ha permitido conocer y aprender cómo otros compañeros resuelven una tarea. Enfatizan que han aprendido contenidos conceptuales pero también procedimentales: cómo otros organizan la información, cómo hacen esquemas, cómo resuelven casos prácticos. Este hecho lo valoran como positivo y novedoso. Ya que ningún profesor les facilita el aprendizaje del proceso de resolución de tareas.
3. Anotaciones: Consideran las anotaciones muy útiles. Tanto las que ellos reciben como las que emiten. Aseguran que las anotaciones ayudan a mejorar el documento inicial. Ya que ayudan a revisar y replantearse el documento propio. Las anotaciones señalan aspectos que no habían tenido en cuenta. Las anotaciones menos útiles, son las de apoyo. Aunque reconocen, que las otras anotaciones -crítica y corrección- algunas veces pueden herir la sensibilidad de alguien, según su redacción. Reconocen que el hecho de redactar una anotación implica comparar el documento del compañero con el propio. Lo cual ayuda a aprender el contenido y a revisar el propio documento. En la redacción de anotaciones el autor obtiene ideas para mejorar el propio documento.
4. Inconvenientes: Implica más trabajo personal, pero lo valoran positivamente. Inconvenientes de tipo técnico de conexión a los servidores. Otro inconveniente que señalan en el sistema es la incapacidad de borrar documentos por sí mismos, algo a discutir en futuras versiones del sistema.
5. Futuro: Aseguran que les gustaría continuar el trabajo iniciado este curso y seguir utilizando KnowCat.

## REFERENCIAS

- ADAM, Nabil R., ATLURI, Vijayalakshmi, ADIWIJAYA, Igg. SI in Digital Libraries. *Communications of the ACM*, 43 (6). Junio, 2000: pp.64-72.
- ADAM, Nabil R., YESHA, Yelena. Electronic commerce and digital libraries: Towards a digital agora. *ACM Computing Surveys*, 28 (4). Diciembre, 1996: pp. 818-835.
- AEDO, Ignacio, DÍAZ, Paloma, MONTERO, Susana. Hipermedia y web. En: *La interacción persona-ordenador* (Libro electrónico de la Asociación Interacción Persona Ordenador, AIPO), Lorés, Jesús (ed), Lleida, 2001.
- AENOR, 1997. *Documentación. Recopilación de Normas UNE. Tomo II - Normas Fundamentales*. Madrid, AENOR, 1997.
- ALAMÁN, Xavier, COBOS, Ruth. KnowCat: a Web Application for Knowledge Organization. Proceedings of the World-Wide Web and Conceptual Modeling (WWWCM'99). París, Francia. Noviembre, 1999. En: *Lecture Notes in Computer Science 1727*, P.P Chen et.al. (eds). Springer, 1999: pp. 348-359.
- ALLEE, Verna. 1997. *The Knowledge Evolution. Expanding Organizational Intelligence*. Butterworth Heinemann, Boston, 1997.
- ALLEN, Robert B., PUNTAI, Wiwat. A Digital Libray-Based Recommendation Service for Multimedia Development in a Learning Community. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Paises Bajos, 22-24, Marzo, 2001: pp. 37-42.
- ALLISON, Colin, MCKECHAN, David, RUDDLE, Alan. A Group Based System for Group Based Learning. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Paises Bajos, 22-24, Marzo, 2001: pp. 43-50.
- ANAN, H., LIU, X., MALY, K., NELSON, M., ZUBAIR, M., FRENCH, J.C., FOX, E., SHIVAKUMAR, P. Preservation and Transition of NCSTRL Using an OAI-based Architecture. Proceedings of The Second ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries. Portland, Oregon, USA. 2002: PP. 181-182.
- APOSTOLOU, Dimitris, MENTZAS, Gregory. Managing Corporate Knowledge: A Comparative Analysis of Experiences in Consulting Firms. *Knowledge and Process Management*, 6, 3. 1999.
- APPELT, Wolfgang. WWW Based Collaboration with the BSCW System, Proceedings of SOFSEM'99. Milovy, República Checa. 26 Noviemre - 4 Diciembre, 1999. En: *Lecture Notes in Computer Science 1725*, Springer: pp.66-78.
- ARMS, William Y. Key concepts in the architecture of the digital library. *D-Lib Magazine*, Julio, 1995. (<http://www.dlib.org/dlib/July95/07arms.html>).
- ARMSTRONG, Arthur, HAGEL III, John. The Real Value of Online Communities. En: *Knowledge and Communities*. LESSER, Eric L., FONTAINE, Michael A., SLUSHER, Jason A. (eds). Butterworth-Heinemann, EE.UU, 2000: pp. 85-95.

- ARNOLD-MOORE, Timothy, FULLER, Michael, KENT, Alan, SACKS-DAVIS, Ron, SHARMAN, Neil. Architecture of a Content Management Server for XML Document Applications. Proceedings of the 1st International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2000). Hong Kong, 19-20 Junio, 2000.
- ATKINS, D, BIRMINGHAM, W, DURFEE, E, et al. Toward Inquiry-Based Education Through Interacting Software Agents. *IEEE Computer*, 29 (5), 1996: pp. 69-76.
- ATKINSON, B., *Killer Zapps*, On Megazine, Junio 2001, <http://www.onmagazine.com>.
- AYALA, G., YANO, Y. A collaborative learning environment based on intelligent agents. *Expert Systems with Application*, 14, 1998: pp. 129-137.
- BAEZA-YATES, Ricardo. Desenredando La Madeja. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número especial 25 aniversario. Mayo-Junio, 2000: pp. 72-77.
- BANNON, L., SCHMIDT, K. (1989), CSCW: Four Characters in Search of a Context. Proceedings of the First European Conference on Computer-Supported Cooperative Work (EC-CSCW '89), Londres, United Kingdom: pp. 358-372.
- BARROS, Beatriz., VERDEJO, Felisa. DEGREE: Un sistema para la realización y evaluación de experiencias de aprendizaje colaborativo en enseñanza a distancia. *Inteligencia Artificial*. Invierno 2000. n° 9: pp. 27-37.
- BARROS, Beatriz . Aprendizaje Colaborativo en Enseñanza a Distancia: Entornos Genérico para Configurar, Realizar y Analizar Actividades en Grupo. Tesis Doctoral, Departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica de Madrid. 1999.
- BALABANOVIC, Marko, SHOHAM, Yoav. Content-based, Collaborative Recommendation. *Communications of the ACM*, 40 (3), Marzo 1997: pp, 66-72.
- BASTOS, Joaquín. La plataforma Sintagma: de la información al conocimiento. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 41-44.
- BAUMGARTNER, E., MORROW, J., SLOTTA, J. Supporting interoperability within the Web-based Integrated Science Environment. 1998.
- BENJAMINS, V. Richard. Project Presentation IBROW. An Intelligent Brokering Service for Knowledge Component Reuse on the World-Wide Web. University of Amsterdam (ed.), March 2000.
- BERC, Lance, GAJEWSKA, Hania, MANASSE, Mark. Pssst: Side Conversations in the Argo Telecollaboration System. UIST'95, Pittsburgh, PA, USA. 14-17, Noviembre, 1995: pp. 155-156.
- BERNERS-LEE, Tim, HENDLER, James, LASSILA, Ora. The Semantic Web. *Scientific American*, Mayo 2001.
- BERNERS-LEE, Tim, The World Wide Web: Past, Present and Future. Agosto, 1996. <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/1996/ppf.html>
- BEVERLY, L. Harrison. E-Books and the Future of Reading. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 20 (3), 2000: pp. 32-39.



- a) BIEBER, Michael, GOLDMAN-SEGALL, Ricki, HILTZ, Starr Roxanne, IM, II, PAUL, Ravi, PREECE, Jennifer, RICE, Ron, STOHR, Edward, TUROFF, Murray. Towards Knowledge-Sharing and Learning in Virtual Professional Communities. Proceedings of the 35<sup>nd</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-35'02). Enero, 2002. IEEE Computer Society.
- b) BIEBER, Michael, ENGELBART, Douglas, FURUTA, Richard, HILTZ, Starr Roxanne, NOLL, John, PREECE, Jennifer, STOHR, Edward, TUROFF, Murray, VAN DE WALLE, Bartel. Virtual Community Knowledge Evolution. *Journal of Management Information Systems* 18(4), Spring 2002: pp. 11-36.
- BOISOT, M.H. *Information Space: A framework for Learning in Organizations, Institutions and Culture*. Routledge, London, Reino Unido, 1995.
- BORGMAN, Christine L. What are Digital Libraries? Competing Visions. *Information Processing and Management* 35 (3), 1999: pp. 227-243.
- BORKO, Harold. Information science: what is it?. *American Documentation*, 19 (1). 1968: pp. 3-5.
- BOTICARIO, Jesús, GAUDIOSO, Elena, CATALINA, Carlos. Towards personalised learning communities on the Web. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Países Bajos, 22-24, Marzo, 2001: pp. 115-122
- BOULTON, C. *Software vendors hug Microsoft's Portal Server*. Enterprise News, [http://www.internetnews.com/ent-news/article/0,,7\\_801111,00.html](http://www.internetnews.com/ent-news/article/0,,7_801111,00.html), 13 Julio, 2001
- BROEKSTRA, Jeen, KLEIN, Michel, DECKER, Stefan, FENSEL, Dieter, HORROCKS, Ian. Adding formal semantics to the Web: building on top of RDF Schema. Proceedings of SemWeb 2000. 2000. (<http://www.ontoknowledge.org/oil/extending-rdfs.pdf>)
- BRUSILOVSKY, Peter. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. En: *User Modelling and User-Adapted Interaction*, volumen 6, 1996: pp. 87-129.
- BRY, François, KRAUS, Michael. Advanced Modelling and Browsing of Technical Documents. Proceedings of the 17<sup>th</sup> ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2002), Special Track on Electronic Books for Teaching and Learning. Madrid, España. 10-14, Marzo, 2002: pp. 521-524.
- BURKE, Robin. Knowledge-based Recommended Systems. En: *Encyclopaedia of Library and Information Systems*. Vol. 69, Supplement 32. KENT A. (ed.). Marcel Dekker, New York, 2000.
- BUENO, Eduardo. Gestión del Conocimiento, Aprendizaje y Capital Intelectual. *Boletín Club Internet*, no 1, Enero 1999: pp. 2-3.
- BUENO, Eduardo. El papel estratégico del aprendizaje en la sociedad del conocimiento. *Euroletter*. Mayo, 1998: pp. 8-9.
- CALDWELL, N. CLARKSON, J., Web-Based Knowledge Management for Distributed Desing. *IEEE Intelligent Systems*, Mayo – Junio 2000: pp. 40-47
- CAMÍ, Jordi. Bibliometría: ventajas y limitaciones ¿Qué mide?. 2003. Institut Municipal d'Investigació Mèdica (IMIM) i Universitat Pompeu Fabra (UPF). <http://www.imim.es/jcami/material/PeerReviewPublicacions.ppt>

- CARRO, Rosa María, PULIDO, Estrella, RODRÍGUEZ, Pilar. TANGOW: Un Sistema de Enseñanza Adaptativa a través de Internet. Congreso Internacional de Informática Educativa. Proceedings of CONIED'99, Puertollano, Ciudad Real. 17-19 Noviembre, 1999.
- CASTELLS, Pablo, MACÍAS, Jose Antonio. Un sistema de presentación dinámica en entorno web para representaciones personalizadas del conocimiento. *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, no 20. 2001: pp. 34-52.
- CHAWATHE, Sudarshan, RAJRAMAN, Anand, GARCÍA-MOLINA, Hector, WIDOM, Jennifer. Change detection in hierarchically structured information. Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, Montreal, Quebec, Junio 1996: pp. 493-504.
- CHOO, C.W. *The Knowing Organization*. Oxford University Press, New York, NY. 1998.
- CHOQUETTE, Martin, PULIN, Daniel, BRATLEY, Paul. Compiling Legal Hypertexts. Proceedings of the 6th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA'95), Londres, Reino Unido, 1995. En: *Lecture Notes in Computer Science 978*, REVELL, N. TJOA, A.M. (eds), Springer: pp. 449-458.
- CHOO, C.W. *The Knowing Organization*. Oxford University Press, New York, EE.UU, 1998.
- CHRISTOPHIDES, V. Community Webs (C-Webs): Technological Assessment and System Architecture. Research Report. 30 Septiembre, 2000.
- CHURCHMAN, C.W. The Designs of Inquiring Systems: Basic Concepts of Systems and Organization. *Basic Books*, New York, 1971.
- COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier, GEA, Miguel, GUTIERREZ, Francisco Luis, GARRIDO, Jose Luis. Modelado del sistema para trabajo en grupo KnowCat mediante AMENITIES. Proceedings of IV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Vigo, España. Junio, 2003.
- a) COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. Cristalización del conocimiento de una comunidad de usuarios. Proceedings of III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Madrid, España. 8-10, Mayo, 2002: pp. 128-135.
- b) COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. Creating e-books in a distributed and collaborative way. Journal of Electronic Library on Electronic book for Education. Vol 20, no 4, Mayo 2002: pp. 288-25.
- c) COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. From collective knowledge to e-books. Proceedings of the 17<sup>th</sup> ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2002), Special Track on Electronic Books for Teaching and Learning. Madrid, España. 10-14, Marzo, 2002: pp. 525-529.
- d) COBOS, Ruth., ESQUIVEL, Jose A., ALAMÁN, Xavier. Herramientas informáticas para la Gestión del Conocimiento: un estudio de la situación actual. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 20-26.
- COLEMAN, David (ed). *Groupware: Collaborative Strategies for Corporate LANs and Intranets*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.

- COLEMAN, David, KHANNA, Raman (eds). *Groupware: Technology and Applications*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1995.
- COLLINS, Harty M. The Structure of Knowledge. *Social Research*, vol. 60, 1993: pp. 95-116.
- COLL-VINENT, Roberto, BERNAL, Francisco J. *Curso de documentación*. Editorial Dossat, S.A., Madrid, 1990.
- COLL-VINENT, Roberto. Teoría y práctica de la documentación. *ATE*, 1978.
- COLLINS, Trevor, MULHOLLAND, Paul, WATT, Stuart. Using genre to support active participation in learning communities. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Países Bajos, 22-24, Marzo, 2001: pp. 156-164.
- CONKLIN, E. Jeffrey. Capturing Organizational Memory. Proceedings of Groupware'92. COLEMAN, David (ed). Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo CA: pp. 133-137.
- CONNOLLY, Dan, HARMELEN, Frank van, HORROCKS, Ian, MCGUINNESS, Deborah L., PATEL-SCHNEIDER, Peter F., STEIN, Lynn A. DAM+OIL Reference Description. W3C Note 18 December 2001. (<http://www.w3.org/TR/daml+oil-reference>)
- CONSTANTINO-GONZALEZ, M., SUTHERS, D. A coached collaborative learning environment for Entity-Relationship modelling. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Montreal, Canada, 2000: pp. 324-333.
- CROFT, W. Bruce, COOK, Robert, WILDER, Dean. Providing Government Information on the Internet: Experiences with THOMAS. Proceedings of the Second Annual Conference on the Theory and Practice of Digital Libraries (DL'95). Austin, Texas, EEUU. 11-13, Junio, 1995.
- CUTHBERT, A. J., Designs for collaborative learning environments: Can specialization encourage knowledge integration?, Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning (CSCL'99), Stanford University, Palo Alto, California. 12-15, Diciembre, 1999.
- DEKKERS, Mark, WEIBEL, Stuart. State of the Dublin Core Metadata Initiative, April 2003. *D-Lib Magazine*, vol 9, no 4., abril 2003.
- DAVENPORT, Thomas H., PRUSAK Laurence. *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Harvard Business School Press, Boston, MA. 1998.
- DAVIES, J. Supporting Virtual Communities of Practice. En: *Industrial Knowledge Management*. ROY, R. (ed), Springer-Verlag, London, 2001.
- DAVIES, J., Stewart, S. & Weeks R. Knowledge sharing over the World Wide Web. Proceedings of AACE WebNet'98 Conference, Orlando, Florida USA. November 7-12, 1998, pp. 206-213.
- DePAULA, R., FISCHER, G., OSTWALD, J. Courses as Seeds: Expectations and Realities. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Países Bajos, Marzo 22-24, 2001. pp. 494-501
- DIENG, Rose. Knowledge Management and the Internet. *IEEE Intelligent Systems*, Mayo/Junio 2000, 15 (3): pp. 14-17.

- DIETINGER, T., GÜTL, C., MAURER, H., SCHMARANZ, K. Intelligent Knowledge Gathering and Management as New Ways of an Improved Learning Process. Proceedings of AACE WebNet'98 Conference, Orlando, Florida USA. 7-12 Noviembre, 1998: pp. 244-249.
- DOAN, AnHai, MADHAVAN, Jayant, DOMINGOS, Pedro, HALEVY, Alon. Learning to Map between Ontologies on the Semantic Web. Proceedings of WWW 2002, Honolulu, Hawaii, USA. 7-11 Mayo, 2002: 662-673.
- DOMINGUE, John, MOTTA Enrico, PlanetOnto: From News Publishing to Integrated Knowledge Management Support. *IEEE Intelligent Systems*, Mayo – Junio 2000: pp. 26-31.
- DRUCKER, P. *Post-Capital society*. Harper & Collins, New York, NY, 1993.
- DYER, W.G. *Team building: Issues and alternatives*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA, 1987.
- EBK (e-Book Korea). Working Group of EBK Standarization Committee. <http://orange.yonsei.ac.kr/ebook/>, 2001
- ELLIS, C., GIBBS, S. y REIN, G. Groupware: Some Issues and Experiences. En: *Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work*. BAECKER, R., San Mateo CA: Morgan Kauffmann, 1993: pp. 9-28.
- FALQUET, Gilles, HURNI, Jean-Pierre, GUYOT, Jacques, NERIMA, Luka. Learning by Creating Multipoint of View Scientific Hyperbooks. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Paises Bajos, 22-24, Marzo, 2001: pp. 222-229.
- FERRÁN-URDANETA, Carlos. Teams or Communities? Organizational Structures for Knowledge Management. Proceedings of SIGCPR'99, ACM, New Orleans, EE.UU, 1999: pp. 128-134.
- FINHOLT, T., SPROULL, L.S. Electronic Groups at Work. *Organization Science* 1, 1, 1990: pp. 41-64.
- FIRESTONE, Joseph. Accelerated Innovation and KM Impact. *Financial Knowledge Management*, 1, no. 1, 1999: pp. 54-60.
- FISCHER, Gerhard, OSTWALD, Jonathan. Knowledge Management: Problems, Promises, Realities, and Challenges. *IEEE Intelligent Systems Journal*, special issue "Knowledge Management: An Interdisciplinary Approach", Enero/Febrero 2001: pp. 60-72.
- FISCHER, Gerhard, MCCALL, Raymond, OSTWALD, Jonathan, REEVES, Brent, SHIPMAN, Frank. Seeding, Evolutionary Growth and Reseeding: Supporting Incremental Development of Design Environments. Proceedings of Human Factors in Computing Systems, CHI'94 Conference. Boston, MA, 1994, pp. 292-298.
- FOX, Edward A., MARCHIONINI, Gary. Digital Libraries. *Communications of the ACM*, Mayo 2001. 44 (5): pp. 31-32.
- GALEGHER, Jolene. KRAUT, Robert E. Technology for intellectual teamwork: Perspectives on research and design. En: *Intellectual teamwork: Social and Technological Foundations of Cooperative Work*. GALEGHER, J. KRAUT, R.E., EGIDO, C (eds). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA, 1990: pp 1-20.

- GARCÍA, Fabián. Gestión del Conocimiento: un viaje por Europa. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 45-50.
- GARCÍA, Fabián. People and Knowledge in the NetEconomy. Proceedings of e-Business and e-Work Conference (e-2000). Madrid, 17-19 de Octubre de 2000. Stanford-Smith, B. y Kidd, P. T. (Eds). *E-business: Key Issues, Applications and Technologies*. IOS Press. ISBN 1-58603-089-2. pp. 395-401.
- GARCÍA, Pedro, RALLO, Robert, GISBERT, Merce, GÓMEZ, Antonio. ANTS: new Collaborative Learning Framework. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Países Bajos, 22-24, Marzo, 2001 pp. 253-260.
- GARRIDO, Jose Luis. AMENITIES: Una metodología para el desarrollo de sistemas cooperativos basada en modelos de comportamiento y tareas. Tesis Doctoral, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada, 2003.
- GARRIDO, Jose Luis, GEA, Miguel, PADILLA, Nuria, GUTIERREZ, Francisco Luis, CAÑAS, Jose, WAERN, Yvonne. AMENITIES: Modelado de Entornos Cooperativos. Proceedings of III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Madrid, España. 8-10, Mayo, 2002: pp. 97-104.
- GARRIDO, Jose Luis, GEA, Miguel. Modelling Dynamic Group Behaviours. En: *Lecture Notes in Computer Science 2220*, Johnson, C. (ed.): Interactive System - Design Specification and Verification. Springer, 2001.
- GARZOTTO, Franca, MAINETTI, Luca, PAOLINI, Paolo. Information reuse in hypermedia applications. Proceedings of the Seventh ACM Conference on Hypertext. Washington, DC, EEUU. 16-20, Marzo, 1996.
- GAUDIOSO, Elena, BOTICARIO, Jesús G. WebDL: Un sistema adaptativo para el aprendizaje cooperativo a distancia a través de Internet. Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, taller "Sistemas hipermedia adaptativos y colaborativos". El Escorial, Madrid, 18-22 Noviembre, 2002.
- GIL, Ana B, GUESSOUM, Zahia, GARCÍA, Francisco J. Recomendadores en un Sistema Multiagente Adaptativo para el Comercio Electrónico. Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos, taller "Sistemas hipermedia adaptativos y colaborativos". El Escorial, Madrid, 18-22 Noviembre, 2002.
- a) GIL, Yolanda, RATNAKAR, Varun. IKRAFT: Interactive Knowledge Representation and Acquisition from Text. Proceedings of 13th International Conference EKAW 2002 (Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web), Sigüenza, España. 1-4 Octubre, 2002. *Lectures Notes in Artificial Intelligence 2473*. GÓMEZ-PÉREZ, Asunción, BENJAMINS V. Richard (eds). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002: pp. 27-36.
- b) GIL, Yolanda, RATNAKAR, Varun. TRELIS: An Interactive Tool for Capturing Information Analysis and Decision Making. Proceedings of 13th International Conference EKAW 2002 (Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web), Sigüenza, España. 1-4 Octubre, 2002. *Lectures Notes in Artificial Intelligence 2473*. GÓMEZ-PÉREZ, Asunción, BENJAMINS V. Richard (eds). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002: pp. 37-42.

- GINSBURG, Mark. Realizing a Framework to Create, Support, and Understand Virtual Communities. Informonomics/Merit Workshop on Digitisation of Commerce: e-Intermediation, Maastricht, Holanda, Noviembre, 2001.
- GINSBURG, Mark. Intranet Document Management Systems as Knowledge. Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-33'00). IEEE, Sony Electronic Press. Enero, 2000.
- GINSBURG, Mark, KAMBIL, Ajit. Annotate: A Web-based Knowledge Management Support System for Document Collections. Proceedings of the 32<sup>nd</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-32'99). IEEE, Sony Electronic Press. Enero, 1999.
- GINSBURG, Mark. Annotate! A Tool for Collaborative Information Retrieval. Proceedings of the WETICE Workshop, Stanford, CA. Mayo 1998.
- GLADNEY, Henry M, BELKIN, Nicholas J, AHMED, Zahid, FOX, Edward A, ASHANY, Ron, ZEMANKOVA, Maria. Digital Library: Gross Structure and Requirements. Proceedings of the First Annual Conference on the Theory and Practice of Digital Libraries, San Antonio, Texas, EEUU. 1 Marzo, 1994.
- GLOBAL COMMUNICATIONS, 1998. Hacer malabarismos con las tareas cotidianas. *GLOBAL COMMUNICATIONS*, Octubre, 1998: pp. 56-65.
- GOLDBERG, D, OKI, B, NICHOLS, D, TERRY, D.B. Using Collaborative Filtering to Wave an Information Tapestry. *Communications of the ACM*, Diciembre 1992. 35 (12): pp. 61-70.
- GOLDBERG, A.P. Groupware Lecture Notes. Computer Science Department, New York University, Fall, 1994.
- GÓMEZ, Melchor, GUTIERREZ, Angeles, COBOS, Ruth, ALAMÁN, Xavier. El Aprendizaje Colaborativo con Soporte Informático en el Diseño de Material para Desarrollo del Pensamiento Abstracto en Educación Infantil. Una Experiencia en Didáctica de las Matemáticas". Tercer Simpósio Internacional de Informática Educativa (SIIIE). Viseu, Portugal, Septiembre 26-28, 2001.
- GRUBER, Thomas R., VEMURI, Sunil, RICE, James. Model-based virtual document generation. Technical Report KSL-96-16, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University, Mayo 1996.
- GRUBER, Thomas R., Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. En: *Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation*. GUARINO, N., POLI, R. (eds). Kluwer Academic Press, Boston, 1993.
- a) GRUDIN, Jonathan. CSCW: History and Focus. *IEEE Computer*, 27 (5). Mayo, 1994: pp. 19-26.
- b) GRUDIN, Jonathan. Groupware and Social Dynamics: Eight Challenges for Developers. *Communications of the ACM*, 1 (37). Enero 1994: pp. 92-105.
- GUARINO, N. Formal Ontology and Information Systems. En: *Formal Ontology in Information Systems*. GUARINO, N. (ed). IOS Press, Amsterdam, Netherlands. 1998.
- HACKMAN, J.R. The Design of work team. En: *Handbook of Organizational Behavior*. LORSCH, J.W. (ed). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1987: pp. 315-342.

- HARNAD, Stevan. The Invisible Hand of Peer Review. En: *Exploit Interactive*, nº 5, Abril 2000. En: *Nature [online]* (c. 5 Nov. 1998).  
<http://www.nature.com/nature/webmatters/invisible/invisible.html>
- HARNAD, Stevan. Peer commentary on peer review: A case study in scientific quality control, New York: Cambridge University Press. 1982.
- HEARST, Marti. The Changing Social Roles of Documents (Research in Support of Digital Libraries at Xerox PARC, part I). *D-Lib Magazine*, Mayo, 1996. (<http://www.dlib.org/>)
- HERLOCKER, J., KONSTAN, J., RIEDL, J., Explaining Collaborative Filtering Recommendations. Proceedings of the ACM 2000 Conference on Computer Supported Cooperative Work , December 2-6, 2000.
- HILL, Will, STEAD, Larry, ROSENSTEIN Mark, FURNAS, George. Recommending and Evaluating Choices in a Virtual Community of Use. Proceedings of the Computer Human Interaction 1995 (CHI95). ACM Press. Denver, CO, USA: pp. 194-201.
- HUANG, Zan, CHUNG, Wingyan, ONG, Thian-Huat, CHEN, Hsinchun. A Graph-based Recommender System for Digital Library. Proceeding of Joint Conference on Digital Libraries 2002 (JCDL'02). Portland, Oregon, USA, 13-17, Julio, 2002: pp. 65-73
- INABA, Akiko, OKAMOTO, Toshio. Negotiation Process Model for Intelligent Discussion Coordinating System on CSCL Environment. En: *Artificial Intelligence in Education*. BOULAY, B. Du, MIZOGUCHI, R. (eds). IOS Press, 1997: pp 175-182.
- JERMANN, Patrick, SOLLER, Amy, MUEHLENBROCK, Martin. From Mirroring to Guiding: A Review of State of the Art Technology for Supporting Collaborative Learning. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Paises Bajos, 22-24, Marzo, 2001:pp.324-331.
- JIN, Yuhui, DECKER, Stefan, WIEDERHOLD, Gio. OntoWebber: Model-Driven Ontology-Based Web Site Management. Proceedings of Semantic Web Working Symposium (SWWS). Stanford University, California, USA. 30 Julio - 1 Agosto, 2001.
- JOHANSEN, R. *Groupware: Computer Support for Business Teams*. New York: The Free Press, 1988.
- JONASSEN, D., MAYER, T., MCALEESE, R. A Manifesto for a Constructivist Approach to Uses of Technology in Higher Education. En: *Designing Environments for Constructive Learning*, Duffy, Lowyck & Jonassen (eds), Springer-Verlag, 1992: pp. 231-247.
- KATZENBACH, J.R., SMITH, D.K. The wisdom of teams. Creating the high-performance organization. Harvard Business School Press, Boston, MA, 1993.
- KIM, Mihye, COMPTON, Paul. Web-Based Document Management for Specialised Domains: A preliminary Evaluation. Proceedings of 13th International Conference EKAW 2002 (Knowledge Engineering and Knowledge Management. Ontologies and the Semantic Web), Sigüenza, España. 1-4 Octubre, 2002. *Lectures Notes in Artificial Intelligence 2473*. GÓMEZ-PÉREZ, Asunción, BENJAMINS V. Richard (eds). Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002: pp. 43-48.
- KOGUT, Bruce, ZANDER, Udo Björn. Knowledge of the firm, Combinative Capabilities, an the Replication of Technology. *Organization Science* 3 (3). 1992: pp. 383-397.

- KOVED, Larry. CVIEW: A Real-Time Interactive Conferencing System. IBM Research Report R C 16138, 9/28/90.  
<http://researchweb.watson.ibm.com/people/k/koved/papers/rc16138.html>
- KRAUT, Robert E., EGIDO, Carmen, GALEGHER, Jolene. Patterns of Contact and Communication in Scientific Research Collaboration. En: *Intellectual teamwork: Social and Technological Foundations of Cooperative Work*. GALEGHER, J. KRAUT, R.E., EGIDO, C (eds). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA, 1990: pp 149-171.
- LAVE, Jean, WEGNER, Etienne. *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participaton*. New York: Cambridge University Press. 1991.
- LENAT, Douglas, GUHA, R.V. *Building Large Knowledge Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project..* Addison Wesley, Reading, MA, 1990.
- LEVY, David. Fixed or Fluid? Document Stability in the New Media. Proceedings of ECHT '94. Edimburgo, Escocia. 19-23, Septiembre, 1994: pp. 24-31.
- LEWIS, L.Floyd, KELEMAN, Ken S. Issues in Group Decision Support System (GDSS) Design. *Journal of Information Science*, 14, 1988: pp. 347-354.
- LEWIS, Robert. Working and Learning in Distributed Communities. Cuenca Seminar (Computer Supported Learning Environments), Junio 1996. Trabajo y aprendizaje en comunidades distribuidas. VIZCARRO, C., LEÓN, J.A. (eds). *Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje*, editorial Pirámide, 1998.
- LORÉS, Jesús (ed). *La interacción persona-ordenador*. Libro electrónico de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO). Lleida, 2001.
- LOZANO, Adolfo. Ontologías en la Web Semántica. Actas de las I Jornadas de Ingeniería Web. Cáceres (España), 25-26, Junio, 2001.
- LUEG, Christopher. Presentación. Gestión del Conocimiento y Tecnologías de la Información: relaciones y perspectivas (Introduction.- Knowledge Management and Information Technology: Relationship and Perspectives). Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 4-7.
- MACÍAS, Jose A., CASTELLS, Pablo. Tailoring Dynamic Ontology-Driven Web Documents by Demonstration. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Information Visualisation, International Symposium of Visualisation of the Semantic Web. IEEE Computer Society, Londres (UK), Julio, 2002.
- MAIER, Ronald. Estado de la práctica de los sistemas de Gestión del Conocimiento: resultados de un estudio empírico. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 27-34.
- MALTHOTRA, Y. From Information Management to Knowledge Management: Beyond the 'Hi-Tech Hidebound' Systems. EN: *Knowledge Management for the Information Professional*. SRIKANTIAH, K., KOEING, M.E.D. (eds). Medford, N.J. Information today Inc. 2000: pp: 37-61.
- MANTEI, M., BAEKER, R., SELLEN, A., BUXTON, W., MILLIGAN, T., WELLMAN, B. Experiences in the use of a media space. Proceedings of CHI'91. New Orleans, 27 Abril - 2 Mayo, 1991: pp. 203-215.



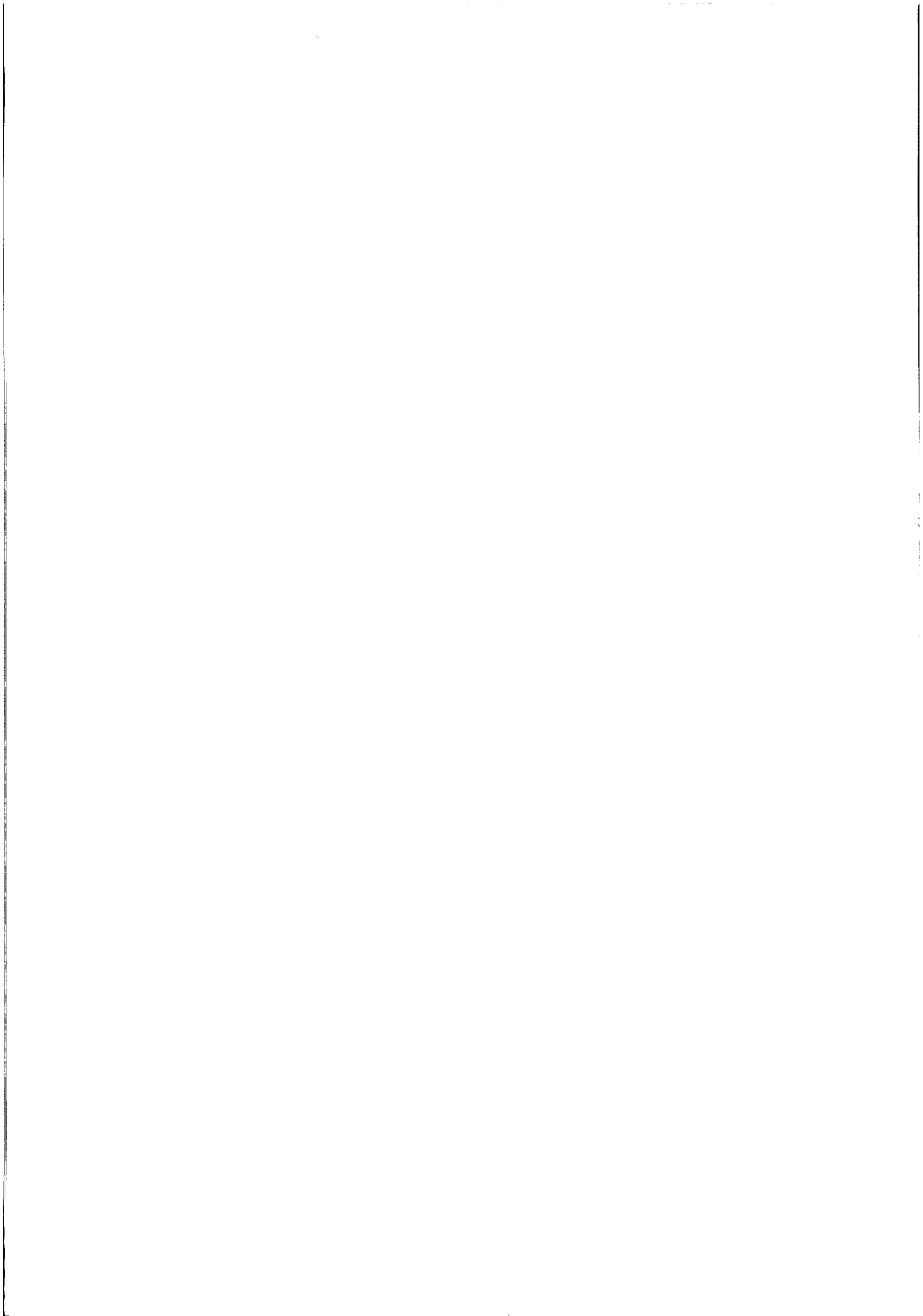
- MARKUS, M.L. Towards a "Critical Mass" Theory of Interactive Media. En: *Organizations and Communicatons Technology*, STEINFELD, J.F. a C. (ed). SAGE, 1990: pp, 194-218.
- MAROTO, Juan Carlos. Capital Intelectual y Gestión del Conocimiento. *Base Informática*, no 35, Octubre 1999: pp. 54-59.
- MARTÍN, Bonifacio, NOGALES, J. Tomás, ARELLANO, M<sup>a</sup> del Carmen. Modelos formales para la definición estructural y semántica en documentos XML. Comparación de posibilidaes en un corpus textual de documentación jurisprudencial. Proceeding of III Jornadas de Bibliotecas Digitales (JBIDI'02). El Escorial, Madrid (España), 18-19 de Noviembre, 2002: pp. 98-106.
- a) MARTÍNEZ, A., MARCOS, J.A., GARRACHÓN, I., FUENTE P. de la, DIMITRIADIS, Y. Towards a data model for the evaluation of participatory aspects of collaborative learning. Proceedings of the CSCL 2002 Workshop Designing Computational Models of Collaborative Learning Interaction. Boulder, Colorado, USA. 7 de Enero, 2002.
- MARTÍNEZ, Javier. El salto desde la Gestión de Información a la Gestión del Conocimiento. *Scire*, vol 3, no 2, 1999: pp. 11-30.
- b) MARTÍNEZ, M. Mercedes, DERNIAME, Jean-Claude, FUENTE, Pablo de la,.A method for the dynamic generation of virtual versions of evolving documents. Proceedings of the 17<sup>th</sup> ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2002), Special Track on Electronic Books for Teaching and Learning. Madrid, España. 10-14, Marzo, 2002: pp.476-482
- MARTÍNEZ, M. Mercedes, FUENTE, Pablo, DERNIAME, Jean-Claude, PEDRERO, Alberto. Relationship-based dynamic versioning of evolving legal documents. Web Applications for the Legal Domain. INAP2001 - The 14th International Conference on Applications of Prolog, Tokio, Japón. 20-22, Octubre, 2001.
- MEDINA, Nuria, MOLINA, Fernando, GARCÍA, Lina, RODRÍGUEZ, M<sup>a</sup> JOSÉ. SEM-HP: Un Modelo para el Desarrollo de Sistemas Hipermedia Adaptativos. Workshop de Investigación sobre nuevos paradigmas de interacción en entornos colaborativos aplicados a la gestión y difusión del Patrimonio cultural (COLINE'02). Granada, 11-12 Noviembre, 2002.
- McDERMOTT, R. Why information technology inspired but cannot deliver knowledge management. En: *Knowledge and communities* , E.L. Lesser, M.A. Fontaine & J.A. Slusher,. Boston: Butterworth Heinemann: pp. 21-35
- McMANUS, M., AIKEN, R. Monitoring computer-based problem solving. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 6 (4), 1995: pp. 307-336.
- McNAB, Rodger J., WITTEN, Ian H., BODDIE, Stefan J. A Distributed Digital Library Architecture Incorporating Different Index Styles. Proceedings of the IEEE Forum on Research and Technology Advances in Digital Libraries, Santa Barbara, CA, Abril, 1998: pp. 36-45.
- MENTZAS, Gregory, APOSTOLOU, Dimitris. Towards a Holistic Knowledge Leveraging Infrastructure: The KNOWNET Approach. Second International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management, PAKM-98, Basel, Suiza, 29-30 Octubre, 1998.
- MERTON, Robert K., ZUCKERMAN, Harriet. Institutionalized patterns of evaluation in science. En: *The Sociology of Science*. Merton, RK (ed). Chicago, IL: University of Chicago Press, 1973: pp. 460-496.

- MORA, Miguel, MORIYÓN Roberto. Collaborative Analysis and Tutoring: The Fact Framework. Proceedings of the Advanced Learning Technology: Issues, Achievements and Challenges Technologies, IEEE Computer Society Press, August 2001. Los Alamitos (CA), USA: pp. 82-85.
- MYERS, P.S. Knowledge management and organizational design: An Introduction. En: *Knowledge management and organizational design*. MYERS,P.S. (ed). Butterworth-Heinemann, Boston, MA. 1996: pp. 1-6.
- NONAKA, Ikujiro. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science*, 5 (1), 1994: pp. 14-37.
- OMG. Object Management Group: *Unified Modelling Language Specification*. <http://www.omg.org>, Septiembre 2001.
- a) ORTEGA, Manuel, BRAVO, José. Sistemas de Interacción Persona - Computador. En: *Colección Ciencia y Técnica, núm 32*. ORTEGA, M., BRAVO, J. (eds). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla - La Mancha. 2001.
- b) ORTEGA, Manuel, BRAVO, José. Trabajo Cooperativo con Ordenador. En: *La interacción persona-ordenador* (Libro electrónico de la Asociación Interacción Persona Ordenador, AIPO), Lorés, Jesús (ed), Lleida, 2001.
- PARADIS, François, VERCOUSTRE, Anne-Marie, HILLS, Brendan. A virtual document interpreter for reuse of information. Proceedings of Electronic Publishing '98 (EP'98), Saint Malo, Francia. 1-3, Abril 1998. En: *Lecture Notes in Computer Science 1375*: pp. 487-498
- PARUNAK, H.V.D. Toward Industrial Strength Hypermedia. En: *Hypertext/Hypermedia Handbook*. BERK, E., DEVLIN, J. (eds). Intertext Publications/McGraw-Hill. 1991.
- a) PC MAGAZINE, 1997. Groupware, Cooperación en la red. *PC MAGAZINE*, Abril, 1997: pp. 167-183.
- b) PC MAGAZINE, 1997. Internet, Herramientas para Colaboración. *PC MAGAZINE*, Abril, 1997: pp. 129-138.
- PIFARRÉ, Manoli, SANUY, Jaume. El diseño de contextos educativos mediados por ordenador y el aprendizaje de contenidos procedimentales de matemáticas en la ESO. . *Infancia y Aprendizaje*, 19, 2000: pp. 87-100.
- PIMIENTA, Daniel, DHAUSSY, Catherine. La metodología EMEC: Gestión del Conocimiento en una comunidad virtual latino-americana. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 51-55.
- POLANYI, M., The Tacit Dimension. En: *Knowledge in Organizations*, PRUSAK, L.(ed), Butterworth-Heinemann, Newton, MA., 1966/1997: pp. 135-146.
- QUINN, James Brian, ANDERSEN, Philip, FILDELSTEIN, Sydney. Managing Professional Intellect: Making the Most of the Best. *Harvard Business Review*, Marzo/Abril 1996: pp. 71-80.
- RAHIKAINEN, M., LALLIMO, J., HAKARAINEN, K. Progressive inquiry in CSILE environment: teacher guidance and students' engagement. Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL' 2001). Maastricht, Países Bajos. 22-24, Marzo, 2001: pp. 520-528.

- RAYBOURN, E, DAVIES, J, KINGS, N. Future Directions in Supporting Virtual Communities of Practice: Designing Tacit Culture in Adaptive Collaborative Knowledge Sharing Environments. Proceedings of 5<sup>th</sup> World Multiconference On Systemics, Cybernetics and Informatics (SCT'2001). Orlando, Florida, USA, Julio 2001.
- REDONDO, Miguel Angel. Planificación Colaborativa del diseño en entornos de simulación para el aprendizaje a distancia. Tesis Doctoral, Departamento de Informática, Escuela Superior de Informática, Universidad de Castilla - La Mancha. 2002.
- RESNICK, P, IACOVOU, N, SUSHAK, M, BERGSTROM, P, RIEDL, J. GroupLens: An open architecture for collaborative filtering of netnews. Proceedings of the 1994 Computer Supported Collaborative Work Conference. New York: ACM Press: pp. 175-186.
- RICHVALSKY, James, WATKINS, David. Design and Implementation of a Digital Library. Noviembre 1998. En la ACM Digital Library: <http://www.acm.org/crossroads/xrds5-2/diglib.html>
- RESNICK, P, IACOVOU, N, SUSHAK, M, BERGSTROM, P, RIEDL, J. GroupLens: An open architecture for collaborative filtering of netnews. Proceedings of the 1994 Computer Supported Collaborative Work Conference. New York: ACM Press: pp. 175-186.
- RODDEN, T. 1993. Technological support for cooperation. En: *CSCW in practice: An introduction and case studies*, DIAPER, D. y SANGER, C., (eds) Springer-Verlag, Londres, 1993: pp.1-22.
- RODRÍGUEZ, Cristina, PÉREZ, José, SIGÜENZA, Juan Alberto. La Gestión del Conocimiento en un despacho de abogados. *Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, Novática*, número sobre Gestión del Conocimiento y TIC, 155. Enero-Febrero, 2002: pp. 35-40.
- ROSEMAN, Mark, GREENBERG, Saul. Building Real Time Groupware with GroupKit, A Groupware Toolkit. *ACM Transactions on Computer Human Interaction*, 3 (1), ACM Press. Marzo, 1996: pp. 66-106.
- RUGGLES, R.L. *Resources for the knowledge-based economy*. Butterworth-Heinemann, Boston, 1997.
- RUMBAUGH, James, JACOBSON, Ivar, BOOCH Grady. The Unified Modeling Language, Reference Manual. Addison Wesley, 1999.
- RUSSELL, Stuart, NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence, a modern approach*. Prentice Hall, 1995.
- SAÉZ, Carlos. El libro electrónico. *Scrineum 2*. <http://scrineum.unipv.it/saez.html>, 2000.
- SAMUELSON, Pamela. Copyright's Fair Use Doctrine and Digital Data. *Communications of the ACM*, 37 (1). Enero 1994: pp. 21-27.
- SANLLORENTI, Ana María, Definiciones de bibliotecas digitales. VI Encuentro Nacional de Bibliotecas Universitarias (República Argentina), 18 de Abril de 2001. <http://abgra.sisbi.uba.ar/documentos/definiciones.pdf>
- SCARDAMALIA, M., BEREITER, C. Student Communities for the Advancement of Knowledge. *Communications of the ACM*, 39 (4). Abril 1996: pp. 36-37.

- SCARDAMALIA, M., BEREITER, C. Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media. *The Journal of the Learning Sciences*, 1, 1991: pp. 37-68.
- SCHAFER, J. Ben, KONSTAN, Joseph A., RIEDL, John. Electronic Commerce Recommendation Applications. *Journal of Data Mining and Knowledge Discovery*. 5 (1-2) [vol 5, nos 1/2], 2000: pp. 115-152.
- SCHATZ, Bruce R. Building an Electronic Community System. *Journal of Management Information Systems*. Invierno 1991-92. 8 (3): pp. 87-107.
- SCHARDANAND, U, MAES P. Social information filtering algorithms for automating "word of mouth". Proceedings of the Computer Human Interaction 1995 (CHI95). ACM Press. Denver, CO, USA: pp. 210-217.
- SCHLICHTER, Johann, KOCH, Michael, CHENGMAO, Xu. Awareness The Common Link Between Groupware and Communityware. En: *Community Computing and Support Systems*, Ishida, T. (ed), Springer Verlag: pp. 77-93.
- SCHULER, Doug, Community Networks: Building a New Participatory Medium. *Communications of the ACM*, 37 (1). Enero 1994: pp. 39-51.
- SOLLER, A., LESGOLD, A. Knowledge acquisition for adaptive collaborative learning environments. Proceedings of the AAAI Fall Symposium: Learning How to Do Things, Cape Cod, MA. 2000.
- SPENDER, J.C. Pluralist Epistemology and the Knowledge-Based Theory of the Firm. *Organization*, 5 (2), 1998: pp. 233-256.
- STENMARK, Dick. Information vs. Knowledge: The Role of intranets in Knowledge Management. Proceedings of the 35<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-35). 7-10, Enero, 2002.
- STEWART, T.A. *Intellectual Capital: The new wealth of organizations*. Doubledya, New York, NY, 1997.
- STORCK, John, HILL, Patricia A. Knowledge Diffusion through "Strategic Communities". En: *Knowledge and Communities*. LESSER, Eric L., FONTAINE, Michael A., SLUSHER, Jason A. (eds). Butterworth-Heinemann, EE.UU, 2000: pp. 65-83.
- STRAUB, Detmar W., BEAUCLAIR, Renee A. Current and Future Uses of the Group Decision Support System Technology: Report on a Recent Empirical Study. *Journal of Management Information Systems*, 5(1), summer, 1988.
- SUGIMOTO, Masanori, KATAYAMA, Norio, TAKASU, Atsuhiko. COSPEX: A System for Constructing Private Digital Libraries. Proceedings of the Fifteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'97), Nagoya, Japón, 1997: pp. 738-744.
- TEDESCO, P., SELF, J.A. Using meta-cognitive conflicts in a collaborative problem solving environment. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Montreal, Canada, 2000: pp. 232-241.
- THOMPSON, M. *Plumtree Software – The Plumtree Corporate Portal*, Knowledge Management Research paper, Research and Advisory Services. Junio 2001.
- TRAMULLAS, Jesús. Propuestas de concepto y definición de la biblioteca digital. III Jornadas de Bibliotecas Digitales (JBIDI'02). El Escorial, Madrid, 18-19 Noviembre, 2002: pp. 11-20.

- TRAMULLAS, Jesús. Agentes y ontologías para el tratamiento de la información: clasificación y recuperación en Internet. IV Congreso ISKO España. Granada, 22, 23 y 24 de Abril de 1999.
- TRAMULLAS, Jesús. Internet e Intranet: la creación de servicios de información en las organizaciones. Jornadas Nacionales de Información y Documentación Empresarial INDOEM 96. Murcia, Mayo de 1996.
- UPDIKE, Bradford, HOADLEY, Michael R. Copyright and the World-Wide Web. Proceedings of WebNet 1999 - World Conference on the WWW and Internet. De BRA, P., LEGGETT, J.J. (eds). Honolulu, Hawaii, USA, 24-30 Octubre, 1999: pp. 1100-1104.
- VAN de SOMPEL, Herbert, LAGOZE, Carl. The Santa Fe Convention of the Open Archives Initiative. D-LIB Magazine, 6 (2), Febrero, 2000.  
(<http://www.dlib.org/dlib/february00/vandesompel-oai/02vandesompel-oai.html>)
- VIZCAINO, A., CONTRERAS, J., FAVELA, J., PRIETO, M. An adaptive, collaborative environment to develop good habits in programming. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Montreal, Canada, 2000: pp. 262-271.
- VOGEL, Douglas R., NUNAMAKER, Jay F. Design and Assessment of a Group Decision Support System. En: *Intellectual teamwork: Social and Technological Foundations of Cooperative Work*. GALEGHER, J. KRAUT, R.E., EGIDO, C (eds). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, USA, 1990: pp 511-528.
- WILSON, Ruth. The "Look and Feel" of an Ebook: Considerations in Interface Design. Proceedings of the 17<sup>th</sup> ACM Symposium on Applied Computing (SAC 2002), Special Track on Electronic Books for Teaching and Learning. Madrid, España. 10-14, Marzo, 2002: pp. 521-524.
- WITTEN, I.H. CUNNINGHAM, S.J., VALLABH, M., BELL, T.C. A New Zealand digital library for computer science research. Proceedings of the Second Annual Conference on the Theory and Practice of Digital Libraries (DL'95). Austin, Texas, EEUU. Junio, 1995: pp. 25-30.
- WITTEN, Ian H., MCNAB, Rodger. The New Zealand Digital Library: Collections and Experience. *The Electronic Library*, 15 (6). 1997.
- WYNER, G.A. Collaborative filtering: Research or IT?. *Marketing Research*. 10 (3). Chicago, Otoño 1998: pp. 35-37.



## FE DE ERRATAS

En la página 9 decía “(véase Tabla 2.1)”, cuando lo que debería decir es “(véase Figura 2.2)”.

En la página 33 decía “por el consorcio World WideWeb”, cuando lo que debería decir es “por el consorcio World Wide Web”.

En la página 38 decía “el conocimiento puede presentar en lo que podría denominarse distintos grados de estabilidad”, cuando lo que debería decir es “el conocimiento puede presentar distintos grados de estabilidad”.

En la página 38 decía “formalizable y no formalizable, o en otras palabras entre tácito y explícito”, cuando lo que debería decir es “formalizable y no formalizable, o en otras palabras entre explícito y tácito”.

En la página 44 decía “seleccionar un domino”, cuando lo que debería decir es “seleccionar un dominio”.

En la página 44 decía “sistema de información cooperativos”, cuando lo que debería decir es “los sistemas de información cooperativos”.

En la página 47 decía “el uso de conocimiento almacenados”, cuando lo que debería decir es “el uso de conocimiento almacenado”.

En la página 56 decía “que tengan rol de coordinadores aquellos recursos que sean más significativos... , los usuarios con el rol de coordinadores establecen los procesos”, cuando lo que debería decir es “que tengan rol de coordinador aquellos recursos que sean más significativos... , los usuarios con el rol de coordinador establecen los procesos”.

En la página 83 decía “formar el documento total [Martínez *et.al.*, 2002b]”, cuando lo que debería decir es “formar el documento total [Martínez *et.al.*, 2002b]”.

En la página 86 decía “les suelen interesar los temas que están en el mismo nivel (lo que podríamos decir que son temas "hermanos")”, cuando lo que debería decir es “les suelen interesar los temas que están en el mismo nivel (los que podríamos decir que son temas "hermanos")”.

En la página 93 decía “ $pAccesos(doc_d, t_i)$  es el porcentaje de votos que ha recibido un documento”, cuando lo que debería decir es “ $pAccesos(doc_d, t_i)$  es el porcentaje de accesos que ha recibido un documento”.

En la página 93 decía “donde  $max(pVotos(doc_p, t_i))$  es el porcentaje de accesos mayor”, cuando lo que debería decir es “donde  $max(pAccesos(doc_p, t_i))$  es el porcentaje de accesos mayor”.

En la página 98 decía “el momento actual  $t_i$  está en el tercero de éstos”, cuando lo que debería decir es “el momento actual  $t_i$  está en el tercero de estos”.

En la página 98 decía “cálculos de porcentajes de votos recibido y tendencias de éstos”, cuando lo que debería decir es “cálculos de porcentajes de votos recibido y tendencias de estos”.

En la página 101 decía “aunque ésta menos pronunciada que en anterior periodo”, cuando lo que debería decir es “aunque ésta menos pronunciada que en el anterior periodo”.

En la página 103 decía “evolución del porcentaje de votos recibido negativa a mediados del segundo periodo”, cuando lo que debería decir es “evolución del porcentaje de votos recibido positiva a mediados del segundo periodo”.

En la página 107 decía “ $k = 3 \sigma / media(nAnotacionesCritica)$ ”, cuando lo que debería decir es “ $k = 3 \sigma / media(nAnotacionesCritica(doc_p, t_i))$ ”.

En la página 107 decía

“ $x = AnotacionesCritica(doc_d, t_i) / media(nAnotacionesCritica(doc_p, t_i))$ ”, cuando lo que debería decir es “ $x = nAnotacionesCritica(doc_d, t_i) / media(nAnotacionesCritica(doc_p, t_i))$ ”.

En la página 111 decía “que debe aplicarse en la fórmula del grado de aceptación explícita (5.24)”, cuando lo que debería decir es “que debe aplicarse en la fórmula del grado de aceptación explícita (5.23)”.

En la página 111 decía “un documento que ha pasado al estado de cristalizado, puede no pertenecer en él indefinidamente”, cuando lo que debería decir es “un documento que ha pasado al estado de cristalizado, puede no permanecer en él indefinidamente”.

En la página 114 decía “*umbralSuperiorCristalización ... umbralInferiorCristalización*”, cuando lo que debería decir es “*umbralSuperiorCrys ... umbralInferiorCrys*”.

En la página 121 decía “y en ese momento cuando hay que decidir qué ocurre con las anotaciones”, cuando lo que debería decir es “y es en ese momento cuando hay que decidir qué ocurre con las anotaciones”.

En la página 128 decía “al menos un porcentaje mayor a la mitad de éstos se pronuncie al respecto”, cuando lo que debería decir es “al menos un porcentaje mayor a la mitad de estos se pronuncie al respecto”.

En la página 137 decía “(adquiere la capacidad para ello, [coordinador?]) ... (si han obtenido la capacidad [elegido?]) ... (adquiere la capacidad de experto en un tema dado, [experto (tema)?])”, cuando lo que debería decir es “(adquiere la capacidad para ello, [coordinador?]) ... (si han obtenido la capacidad [elegido?]) ... (adquiere la capacidad de experto en un tema dado, [experto (tema)?])”.

En la página 140 decía "A continuación se encuentra el detalle de las tareas más relevantes del rol colaborador", cuando lo que debería decir es "A continuación se encuentra el detalle de las tareas del rol colaborador".

En la página 143 decía "Un colaborador que vote a una anotación puede cambiarlo todas las veces que desee", cuando lo que debería decir es "Un colaborador que vote a una anotación puede cambiar su voto todas las veces que lo desee".

En la página 143 decía "Esta operación ha sido detallada en la Figura 6.3", cuando lo que debería decir es "Esta operación ha sido detallada en la Figura 6.4".

En la página 156 decía "(AnalizarGradoOposición, véase 5.2.1.2)", cuando lo que debería decir es "(AnalizarGradoOposición, véase 5.2.1)".

En la página 156 decía "(ProcesarDocumeno)", cuando lo que debería decir es "(ProcesarDocumento)".

En la página 158 decía "(PeriodoRecogidaOpinionesPropEstructura, véase Figura 6.22)", cuando lo que debería decir es "(PeriodoRecogidaOpinionesPropEstructura, véase Figura 6.21)".

En la página 161 decía "(añadiendo algún elemento de conocimiento u opinando sobre algún elemento de conocimiento en el tema elegido) en el tema elegido", cuando lo que debería decir es "(añadiendo algún elemento de conocimiento u opinando sobre algún elemento de conocimiento) en el tema elegido".

En la página 163 decía "formado por un nodo o tema raíz", cuando lo que debería decir es "formado por un nodo o tema raíz".

En la página 164 decía "todavía no se ha diseñado ni implementado los mecanismos oportunos para ello", cuando lo que debería decir es "todavía no se han diseñado ni implementado los mecanismos oportunos para ello".

En la página 170 decía "como para motivar a sus autores a que realicen una nueva versión del mismo", cuando lo que debería decir es "como para motivar a sus autores a que realicen nuevas versiones".

En la página 171 decía "además a que la participación en el sistema era de carácter voluntario", cuando lo que debería decir es "además la participación en el sistema era de carácter voluntario".

En la página 172 decía "sin tenían limitación en el número de documentos a votar", cuando lo que debería decir es "no tenían limitación en el número de documentos a votar".

En la página 182 decía "(teniendo en cuenta los tres mecanismos antes nombrados)", cuando lo que debería decir es "(teniendo en cuenta los tres elementos antes nombrados)".

En la página 185 decía "se tomó este valor ligeramente mayor a al recomendado", cuando lo que debería decir es "se tomó este valor ligeramente mayor al recomendado".

En la página 191 decía "Todos las versiones de la Tabla 7.3", cuando lo que debería decir es "Todas las versiones de la Tabla 7.3".

En la página 191 decía "Este resultado apoya la tercera hipótesis expuesta en este capítulo", cuando lo que debería decir es "Este resultado apoya la cuarta hipótesis expuesta en este capítulo".

En la página 195 decía "Sobre el valor de mejora que nos proporciona el sistema", cuando lo que debería decir es "Sobre el valor de continuidad que nos proporciona el sistema".

En la página 197 decía "Departamento de Universidades, investigación y sociedad de la información de la Generalitat de Catalunya", cuando lo que debería decir es "Departamento de Universidades, Investigación y Sociedad de la información de la Generalitat de Catalunya".

En la página 199 decía "opiniones aportas de forma colaborativa por un grupo de usuario interesados en dicha área", cuando lo que debería decir es "".

En la página 200 decía "en las distintas fases por las pasa el área de conocimiento", cuando lo que debería decir es "en las distintas fases por las que pasa el área de conocimiento".

En la página 202 decía "saber la actividad de los usuarios e inspeccionar comportaments de votación", cuando lo que debería decir es "saber la actividad de los usuarios e inspeccionar comportamientos de votación".

En la página 214 decía "puede seleccionar la opción de recibir notificación de todo los que suceda", cuando lo que debería decir es "puede seleccionar la opción de recibir notificación de todo los que suceda".

En la página 217 decía "El grado de cristalización", cuando lo que debería decir es "El grado de aceptación".

En la página 217 decía "trabajas en el espacio de Comunidades de Usuarios", cuando lo que debería decir es "trabajas en el espacio de Perfil de Usuario".

En la página 219 decía "más adelante se detalla cuál es la extensión de éstos", cuando lo que debería decir es "más adelante se detalla cuál es la extensión de estos".

En la página 226 decía "el tener comunidades muy guiadas por sus responsables", cuando lo que debería decir es "a tener comunidades muy guiadas por sus motivadores".



8

1. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

---

firma de todo el  
trib.

Reunido el tribunal que suscribe en el día  
de la fecha, acordó calificar la presente Tesis  
doctoral con sobresaliente cum laudem  
Madrid, 14 de sept. 2003

JUAN ROBERTO SIQUERRA

JESÚS LÓPEZ VIDUA

MANUELA PIFARRE

Fdo: Miguel González

FDO: PABLO CASTELL APILICUETA

