BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Universidad de Valladolid

Aplicación de Internet como nuevo espacio de formación y comunicación para los Centros de Primaria y Secundaria

María Jesús Verdú Pérez

Tesis de Doctorado

Facultad: E. T. S. I. Telecomunicación

Directores: Dr. Rafael Mompó Gómez
Dr. Joaquín García Carrasco

1998



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Dpto. Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática



BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

TESIS DOCTORAL

APLICACIÓN DE INTERNET COMO NUEVO ESPACIO DE FORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LOS CENTROS DE PRIMARIA Y SECUNDARIA

AUTORA: María Jesús Verdú Pérez

DIRECTORES: Dr. Rafael Mompó Gómez

Dr. Joaquín García Carrasco

Noviembre 1.998

A mis padres

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Agradecimientos

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

A todos aquellos que me han ofrecido

su colaboración, su apoyo, su amistad o su cariño.

Cada uno de ellos ha participado de una manera especial

en mi formación como persona y como profesional.

A todos, GRACIAS.

Prólogo

Hace ya más de tres años, en el año 1995, se formó el Polo Universitario Transfonterizo entre las universidades de Castilla y León y las de la Región Centro de Portugal. Una de las principales necesidades que surgieron fue la de un instrumento de intercambio de recursos docentes y de investigación. Ya en aquella época, las telecomunicaciones habían dado paso a la Sociedad de la Información y, de manera natural, se establecieron relaciones entre ingenieros, pedagogos y psicólogos.

Los trabajos que se llevaron a cabo en el año siguiente dieron lugar a la constitución del *Grupo Canalejas*, formado por profesores e investigadores de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Valladolid, la Escuela Universitaria de Profesorado de Segovia (ambas pertenecientes a la Universidad de Valladolid) y la Facultad de Pedagogía de la Universidad de Salamanca.

Paralelamente a la formación del Polo Universitario Transfonterizo, surge otro importante elemento en el escenario de desarrollo de las telecomunicaciones avanzadas (*Sociedad de la Información*) en la región. En septiembre de 1995 se constituye el *Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones de Castilla y León* (CEDETEL). Este centro tecnológico se sitúa dentro del Parque Tecnológico de Boecillo y, por su carácter de punto de encuentro entre los profesionales, empresas y organismos interesados en las telecomunicaciones, ha resultado ser un foco positivo para las relaciones Empresa-Universidad-Administración en el desarrollo de la Sociedad de la Información.

El trabajo de CEDETEL en el desarrollo de las telecomunicaciones y en proyectos de difusión y acercamiento de las Nuevas Tecnologías a la sociedad castellano-leonesa, constituye la base y apoyo a la investigación del *Grupo Canalejas*, que trabaja en el marco de este Centro Tecnológico.

Este grupo interdisciplinar ha dado frutos innovadores pues, pese a que la razón de la Sociedad de la Información es el profundo uso de las tecnologías en la sociedad para cambiar, mejorar y facilitar las actividades tradicionales, todavía son pocos los equipos de técnicos e investigadores de las telecomunicaciones que se incorporan a equipos de otras disciplinas.

La producción ha sido fructífera y junto a los pioneros trabajos de investigación, que ya han finalizado, se han desarrollado, editado y difundido prototipos de tele-educación para enseñanza primaria y secundaria, formación permanente y enseñanza universitaria.

El trabajo aquí presentado es la consecuencia de una línea de investigación sobre los espacios educativos de la Sociedad de la Información. Se trata de un producto marcado con la impronta del *Grupo Canalejas* y, como tal, es de carácter multidisciplinar, por lo que esta memoria se aborda desde los dos puntos de vista: tecnológico y pedagógico.

Por último queremos agradecer a la Junta de Castilla y León, al Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones de Castilla y León (CEDETEL) y al Grupo Canalejas, su soporte, colaboración y apoyo, así como a todas las Empresas e Instituciones que han colaborado con nosotros, en diversos frentes. Sin todos ellos este trabajo de investigación no sólo no hubiese sido posible, sino que tampoco habría tenido sentido.

Valladolid, a 28 de Octubre de 1998

Contenido

CAPÍTULO 1: Introducción 1
CAPÍTULO 2: Espacios de formación y comunicación: evolución 10
2.1 Espacio y Educación 11
2.1.1 Educación y su entorno espacio-circunstancial 11
2.1.2 El espacio como contexto de acción en la educación 13
2.1.3 El espacio como contexto cultural y económico en la educación 14
2.2 Evolución del espacio educativo 14
2.2.1 Espacios de formación en culturas orales 15
2.2.2 Espacios de formación en culturas lecto-escritoras 15
2.2.3 Espacios de formación en culturas lecto-escritoras con libros de texto: la escuela y el libro impreso 16
2.2.4 Limitaciones de la escuela basada en el texto escrito. El nuevo espacio de formación 17
2.2.5 Hacia un nuevo espacio de formación 19
2.3 Conclusiones 21
CAPÍTULO 3: Demografía, Geografía y Educación en Castilla y León 23
3.1 La población en Castilla y León 24
3.2 La 'dimensión espacial' de la Educación 27
3.3 Centros Rurales Agrupados en Castilla y León 30
3.4 La ESO y el transporte escolar 34
3.5 Conclusiones: hacia la Tele-Educación 36
CAPÍTULO 4: Nuevos espacios de formación: Internet en las Escuelas vs Intranet Educativa 42
4.1 Definición de los aspectos clave en la introducción de las NTICs en la educación 42
4.2 Internet en las Escuelas vs Intranet Educativa 46
4.2.1 Internet en las Escuelas 47
4.2.2 Intranet Educativa 48
4.2.3 Comparación de ambos conceptos 50
4.2.4 Experiencias de Internet en las Escuelas 52
4.2.5 Experiencias de *Intranet Educativa* 54
4.3 Conclusiones 55
CAPÍTULO 5: Estudio de Infraestructuras 57
5.1 Infraestructuras de acceso 58
5.2 Infraestructura de acceso para Internet en las Escuelas 60
5.2.1 Diseño de un servicio típico 61
5.2.2 Infovía y similar 62
5.2.2.1 Tamaño de página Web 63
5.2.2.2 Servicios en tiempo real: voz sobre IP 68
5.2.2.3 Resumen de posibilidades 69
5.2.3 Módem de cable + LMDS 70
5.2.3.1 Servicio de descarga de páginas Web 71
5.2.3.2 Servicios en tiempo real: voz sobre IP 75
5.2.3.3 El canal ascendente 77

5.2.3.4 Resumen de posibilidades ... 78
5.2.4 Satélite: opción para las zonas rurales ... 79
5.3 Infraestructura de acceso para Intranet Educativa ... 83
5.3.1 InfoVía + Aula de Ordenadores ... 84
5.3.2 Módem de cable + Aula de Ordenadores ... 86
5.3.3 LMDS para las zonas rurales ... 89
5.3.4 Satélite para las zonas rurales ... 89
5.3.5 Conclusiones: la Intranet Educativa de Castilla y León ... 90
CAPÍTULO 6: Los Contenidos Educativos ... 95
6.1 Análisis de servicios educativos ... 96
6.1.1 Servicios de Comunicación ... 98
6.1.1.1 Comunicación *Profesor-Alumno/os* ... 99
6.1.1.2 Comunicación *entre Profesores* ... 101
6.1.1.3 Comunicación *entre Alumnos* ... 101
6.1.2 Servicios de Información ... 102
6.1.3 Servicios para el trabajo colaborativo ... 102
6.1.4 Servicios de Gestión ... 108
6.1.5 Servicios de Entretenimiento ... 108
6.2 Casos de Estudio ... 110
6.2.1 Internet en las Escuelas ... 110
6.2.1.1 La Tutoría Electrónica ... 111
6.2.1.2 La Orientación Universitaria ... 115
6.2.1.3 Otros servicios ofrecidos ... 119
6.2.1.4 Espacio del proyecto *Internet en las Escuelas* ... 119
6.2.2 CD-ROM multimedia y *Servidor Educativo* ... 120
6.2.2.1 El Servidor Educativo ... 121
6.2.2.2 Espacio del Servidor Educativo + CD-ROM multimedia ... 122
6.3 El material educativo multimedia ... 123
6.3.1 Características de los multimedios ... 124
6.3.1.1 La dimensión multimedia en los multimedios ... 124
6.3.1.2 La dimensión de la interactividad en los multimedios ... 125
6.3.1.3 La dimensión hipermedial de los multimedios ... 126
6.3.2 Aspectos pedagógico-técnicos ... 127
6.3.3 Soluciones adoptadas y comparación con otros materiales ... 128
6.3.3.1 Estructura de Contenidos ... 129
6.3.3.2 Elementos multimedia ... 131
6.3.3.3 Técnicas de motivación ... 132
6.3.3.4 Estructura de navegación ... 134
6.3.3.5 Diseño de la interfaz de interacción con el alumno ... 136
6.3.3.6 Adaptación al nivel del alumno ... 138
6.3.3.7 Técnicas de realimentación ... 139
6.3.3.8 Elementos de apoyo y herramientas adicionales ... 140
6.3.4 Distribución de los contenidos multimedia ... 140
6.4 Evaluación de los contenidos educativos ... 142
6.4.1 Evaluación de Internet en las Escuelas ... 142
6.4.2 Evaluación del CD-ROM multimedia y el *Servidor Educativo* ... 142
6.5 Conclusiones ... 143
CAPÍTULO 7: Conclusiones y Trabajos Futuros ... 145
7.1 Conclusiones ... 145
7.2 Aportaciones ... 149
7.3 Trabajos Futuros ... 150
APÉNDICE A: Glosario de términos ... 151
Bibliografía ... 170

CAPÍTULO 1: Introducción

Actualmente estamos presenciando la evolución de la Sociedad Industrial actual hacia una nueva *Sociedad de la Información* [ISPO-96]. En ella los ciudadanos serán capaces de hacer uso de diversos servicios de telecomunicación avanzados para mejorar los distintos aspectos de su vida cotidiana [GASI-96].

Las *Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación* (NTICs) se aplican en infinidad de campos con el fin de mejorar el bienestar social. Uno de los aspectos que se puede sin duda mejorar es el de la educación, a todos los niveles: obligatoria (Primaria y Secundaria), formación profesional, enseñanza universitaria, formación permanente de adultos...

Un ejemplo concreto de esta tendencia lo tenemos en EE.UU. Así, en el sudoeste de Virginia, en Blacksburg, opera desde octubre de 1993 lo que podríamos llamar una *comunidad virtual*: el *pueblo electrónico de Blacksburg* o **Blacksburg Electronic Village** (**BEV**) [Carroll-96a]. Blacksburg es una ciudad pequeña, geográficamente compacta, de 34.000 residentes, caracterizada por un entorno rural. El proyecto se inició con el objetivo de compensar el aislamiento geográfico de los núcleos rurales con respecto a los grandes núcleos de población. Para ello **BEV** enlaza una ciudad entera (la biblioteca pública, cientos de apartamentos, las escuelas públicas…) con una infraestructura de telecomunicación y proporciona acceso a un enorme volumen de información y servicios: información sobre la salud pública por parte de los doctores locales, planificación del autobús local, proyectos realizados por niños en las escuelas, discusiones sobre propuestas, acceso a Internet, información sobre museos,… Pues bien, el equipo de desarrollo y gestión de **BEV** ha encontrado que la

necesidad más significante de la comunidad es contar con programas de ayuda y educación [Carroll-96b].

La educación es una parte fundamental en el desarrollo cultural y económico de un país. Cada nivel educativo tiene su función y su importancia en dicho desarrollo, pero la educación obligatoria es especialmente crítica.

La escuela es importante porque, en nuestra sociedad, es el primer mecanismo de integración social [Siguan-92]. Es en la escuela donde el niño puede adquirir el repertorio de conocimientos básicos y de destrezas sociales necesario para poder manejarse en la sociedad a la que se incorpora. Entre ese repertorio de conocimientos estaría, por ejemplo, la lengua de esa sociedad. En la actualidad los niños deben prepararse para la nueva sociedad, una sociedad global, la *Sociedad de la Información*. La lengua de esta sociedad es el lenguaje de la informática y de las telecomunicaciones, y es en la escuela donde deben aprender las destrezas ***sociales*** para poder manejarse en la Sociedad de la Información [Verdú-98a].

Una de las características de la enseñanza tradicional es que los alumnos asisten a clase con un horario rígido, y la calidad del profesorado (y por tanto de la enseñanza) depende de la oferta docente de la zona en la que se encuentre su centro. Con la Sociedad de la Información llega la *tele-educación* [Rodríguez-98c], entendida como una *Educación a través de las telecomunicaciones y las Nuevas Tecnologías*, que permite ofrecer mayor igualdad en cuanto a oportunidades de formación y evita así la fuerte dependencia y rigidez de la enseñanza tradicional.

Por otra parte, las NTICs van a facilitar el acceso a todo tipo de centros de investigación, universidades, museos, bibliotecas,... que, junto con la escuela, deben formar parte del proceso de formación del niño, y que hasta ahora también era fuente de diferencias de oportunidades.

Además, el empleo de materiales multimedia interactivos y de sistemas hipertexto, va a promover un método de enseñanza basado en la búsqueda de información, la adquisición de conocimientos y solución de problemas. El profesor toma un nuevo rol de orientador y diseñador de medios y métodos. El alumno pasa a ser el protagonista del proceso de formación, un 'investigador' que activamente busca información, la analiza y es capaz de incorporarla a proyectos colaborativos de trabajo [Cabero-96].

Con las nuevas tecnologías se potencia la investigación de nuevos métodos de enseñanza más abiertos, en los que se promueve el trabajo personal, de investigación y colaborativo. En definitiva, por primera vez en la historia, el acceso a la información y al conocimiento en centros escolares va a pasar a ser más abierto y más asequible [ISPO-96].

Pero la relación entre la Sociedad de la Información y las escuelas no termina aquí. Las escuelas también tienen un papel activo en el desarrollo de esta nueva sociedad.

Hemos visto que la enseñanza puede obtener grandes beneficios de la nueva *Sociedad de la Información*. Pero dicha sociedad no existe todavía en su plenitud. Todos y cada uno de nosotros desempeñamos un papel fundamental en su construcción, ya que la misma será o no realidad en la medida en que los ciudadanos logren dominar el uso de los nuevos servicios de telecomunicación.

Por otro lado hemos apuntado que la futura sociedad es el resultado de una nueva revolución, revolución basada en la información, que es en sí misma la expresión del conocimiento humano [HLGroup-94]. El fenómeno impulsor de esta revolución ha resultado ser la red Internet.

Cualquier tipo de información puede encontrarse hoy ya en Internet incluso mucho antes de que aparezca publicada de forma impresa. Además, los usuarios de Internet pueden obtener esa información y guardarla en su ordenador independientemente de la parte del mundo en que se encuentre el ordenador en el que se encuentre almacenada. Dos usuarios situados en puntos geográficamente distantes pueden comunicarse mediante mensajes electrónicos o, incluso, establecer una conversación en tiempo real por medio de un ordenador. Asimismo, grupos de personas, alejadas geográficamente entre sí pero interesadas en un mismo tema, pueden intercambiar opiniones e información acerca del mismo.

Hasta hace pocos años, el uso de Internet quedaba reducido al ámbito científico-académico, mientras la mayor parte de la sociedad permanecía al margen. En nuestros días, la situación ha cambiado drásticamente; no sólo ha aumentado el número de usuarios de forma considerable sino que además, Internet ha logrado penetrar en un amplio conjunto de sectores de la sociedad. Este cambio radical se debe

fundamentalmente a la disminución del coste del hardware y a la creación del *World Wide Web* (WWW).

¿Qué papel deben jugar los centros educativos en esta nueva revolución liderada por el fenómeno de Internet? El paso de la Sociedad Industrial a la Sociedad de la Información está suponiendo, por lo que puede deducirse de todo lo comentado anteriormente, un *nuevo modo de conocer* [Bartolomé-96]. El modo al que accedemos a la información, el modo en el que trabajamos, ha cambiado, y la escuela debe cambiar. Por tanto es en la escuela donde los niños, futuros dirigentes y trabajadores de nuestro país, deben aprender las destrezas sociales para poder manejarse en la *Sociedad de la Información*. Así, deben conocer y aprender a utilizar los recursos de lo que ya hoy es una realidad en otros contextos de la vida: Internet y sus servicios.

Al igual que ocurrió en su día con la aparición de la cultura lecto-escritora y después con la llegada de la imprenta, estamos ante un *nuevo espacio de formación y comunicación*, caracterizado por la cultura de la Tecnología de la Información y las Telecomunicaciones. La escuela debe cambiar y dentro de este nuevo contexto se deben establecer los objetivos y la metodología educativa.

Uno de los objetivos más importantes de este trabajo de investigación es definir este nuevo espacio de formación y comunicación y dar una visión sobre cómo pueden ser las *nuevas escuelas*. Para introducir adecuadamente dicho trabajo es necesario describir el marco dentro del cual ha sido realizado.

Cedetel (Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Castilla y León) es un Centro Tecnológico sin ánimo de lucro que pertenece a la red de Centros Tecnológicos de la Junta de Castilla y León, y cuyo principal objetivo es acercar la Sociedad de la Información a toda la población castellano-leonesa. En Cedetel se trabaja sobre diferentes aspectos de la Sociedad de la Información, entre los que se encuentran la telemedicina, el teletrabajo y la tele-educación.

Dada la naturaleza interdisciplinar de la tele-educación, que incluye aspectos pedagógicos y psicológicos por una parte, y aspectos telemáticos por otra, se constituyó al amparo de Cedetel un grupo de trabajo interdisciplinar e interuniversitario, denominado Grupo *Canalejas*.

El Grupo *Canalejas* está formado por dos equipos de investigación, uno de la Universidad de Salamanca y otro de la Universidad de Valladolid. El primero lo componen profesores de la Facultad de Pedagogía y el segundo Ingenieros de Telecomunicación y una Licenciada en Psicología. La principal línea de investigación es el estudio de la incorporación de las NTICs al proceso formativo.

La falta de dominio de las NTICs, en determinados ámbitos de la acción social y en muchos escenarios de trabajo, disminuye claramente la oportunidad de empleo, la calificación profesional en el puesto de trabajo y las posibilidades de innovación y de mejora de gestión y competitividad en las empresas [Pérez-97b, Rodríguez-98g]. Es necesario, por tanto, subsanar esa falta de dominio de las NTICs dentro de nuestro marco de actuación, Castilla y León.

Por otra parte, para introducir las NTICs en la sociedad castellano-leonesa hay que tener en cuenta las especiales características de la región de Castilla y León.

Castilla y León es una región incluida en la categoría *Objetivo 1* en la política de desarrollo regional de la UE (Unión Europea) ejecutada a través del FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional). Esto básicamente significa que Castilla y León no es una de las regiones más ricas de la UE y que su desarrollo está retrasándose respecto a otras regiones. Otros problemas añadidos de la región son la situación periférica de Castilla y León en Europa, la baja densidad de población y la dispersión de la población en pequeños núcleos [Verdú-97b, Rodríguez-98c].

Estas características hacen de Castilla y León una región que potencialmente puede beneficiarse mucho de la llegada de la Sociedad de la Información. La tele-educación se une a la enseñanza tradicional para ser ofrecida como alternativa a ésta en las situaciones en las que resulte más ventajosa. Así, permite ofrecer las mismas oportunidades a toda la población, logrando atender a los habitantes de zonas rurales, y siendo además un método apropiado para gran parte de discapacitados físicos [Pérez-98a].

En el Grupo *Canalejas* estamos convencidos de los beneficios que la tele-educación puede traer a una región como Castilla y León, y la consideramos cada vez más necesaria en un entorno cada vez más cambiante donde la necesidad de formación continua aumenta, especialmente en aquellos países o regiones poco desarrollados,

donde el capital humano se convierte en su principal recurso; y en muchos casos, esta formación es inviable ofrecerla presencialmente.

Además actualmente existe un mercado laboral de dos velocidades con una excedencia de cualificaciones antiguas y un déficit de cualificaciones nuevas, entre las cuales se encuentra la habilidad en el uso de las NTICs [Pérez-97d]. Por tanto, el empleo de instrumentos de aprendizaje basados en nuevas tecnologías nos puede aportar la ventaja adicional de formar a los aprendices en el uso de las NTICs [Rodríguez-98h].

Todo esto nos ha llevado a realizar diferentes experiencias en el campo de la tele-educación [Rodríguez-98c], en los ámbitos de formación permanente [Pérez-97c, Pérez-98b, Pérez-98c], enseñanza universitaria [Pérez-97a, Rodríguez-98b, Rodríguez-98g] y Primaria y Secundaria [Verdú-97d, Verdú-98d]. El trabajo que aquí se presenta hace referencia a este último.

El empleo de las NTICs en colegios de Primaria y Secundaria de Castilla y León puede disminuir las desventajas de acceso a información y servicios que tienen los niños de zonas rurales respecto a los de zonas urbanas y, por otra parte, permite introducir a profesores y alumnos en los nuevos métodos de trabajo de la Sociedad de la Información, contribuyendo así al avance de ésta.

Sin embargo, el sector educativo es un sector poco dado a cambios, por lo que la introducción de nuevos materiales y métodos resulta especialmente dificultosa. Para facilitar esta tarea y realizar la actualización hacia el nuevo espacio de formación ante el que nos encontramos de forma adecuada, debemos tener en cuenta las características propias del sistema educativo español, así como las de la región de aplicación, Castilla y León.

Por otra parte, los aspectos tecnológicos y económicos van a condicionar fuertemente la forma en la que se va a producir la evolución hacia la *nueva escuela*.

La tele-educación, así como la telemedicina, la telecompra, el teletrabajo o la telebanca, se materializa en una serie de servicios de telecomunicaciones avanzados como puede ser el de la videoconferencia. Servicios de este tipo son muy atractivos y tienen muchas posibilidades, pero no siempre es factible su implantación. En el caso

concreto de la educación, nos interesa ofrecer servicios a los que sea posible acceder desde los centros educativos y desde los hogares con la suficiente calidad.

En España, actualmente disponemos de una infraestructura que nos permite disfrutar de bastantes servicios novedosos, pero con no demasiada calidad. La mayoría de los hogares y centros educativos sólo disponen de una línea de teléfono analógica. Un cable tradicional de par trenzado les conecta a la red telefónica, con unas velocidades de conexión bastante bajas, en las que no es posible obtener un servicio de videoconferencia adecuado.

En los centros más afortunados y en los hogares de los usuarios más avanzados, que son los menos, se cuenta con un acceso básico RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), mediante el cual es posible mantener sesiones de videoconferencia. Aún en este caso más optimista, el problema económico es fundamental. El establecimiento de una conexión telefónica (ya sea con línea digital o con línea analógica) supone un gasto por tiempo de conexión (adicional a las tarifas fijas) que limita el empleo de las líneas para los servicios de tipo acceso a Internet o videoconferencia por RDSI.

Por tanto, necesitamos por una parte una mejora en la capacidad de la red de transporte, que pueda dirigir todo tipo de tráfico con la calidad de servicio requerida. Este esqueleto o *backbone* de alta velocidad se debe basar en el empleo de enlaces de alta capacidad de fibra óptica y en una conmutación tipo ATM (*Asynchronous Transfer Mode*). Esta red global de telecomunicaciones de banda ancha está ya avanzando hacia su implantación, y se encuentra en estado experimental. Pero la realidad es que el cuello de botella para el transporte de las señales que los nuevos servicios demandan, está en la red de acceso y no en la de transporte [Fuinca-96]. Como hemos comentado con anterioridad, aunque en la red de transporte ya existe una malla de fibra óptica a nivel nacional y se han incorporado nuevos sistemas de transmisión de gran capacidad y flexibilidad, los usuarios siguen conectados en su mayoría al mismo par de cobre.

Por tanto, necesitamos una nueva red de acceso basada en nuevos medios de más capacidad (fibra óptica o fibra óptica más cable coaxial), que permita el acceso integrado a diversos tipos de servicio (entre ellos los interactivos) y con una buena relación en ellos de calidad/precio. En este sentido hay varias alternativas nuevas a las

tradicionales líneas telefónicas, entre las que se encuentran las redes de televisión por cable o redes CATV, que deben ser analizadas.

Así, después de esta breve introducción, podemos pasar a enunciar los objetivos genéricos que se persiguen con este trabajo:

- Definir los conceptos y la utilización de las herramientas de la *Sociedad de la Información* en la impartición de las materias comunes de la escuela. Es decir, contar con nuevos medios donde poder consultar la información acerca de las materias tradicionales. Dichos medios podrían ser información multimedia contenida en soporte material, como el CD-ROM (*off-line*) y obtenida a través de las redes telemáticas tipo Internet o Infovía (*on-line*).
- Concretar las posibilidades que nos ofrece la telemática como 'elemento de equilibrio socioeconómico y regional'. La creación de servicios de apoyo por medio de las redes telemáticas va a ayudar a reducir las diferencias existentes en la educación de los niños de Castilla y León, debidas precisamente a las características demográficas de dicha Comunidad.
- Fomentar la cooperación entre escuelas, así como el intercambio de experiencias y conocimientos en el ámbito de las nuevas tecnologías.
- Definir las características de la nueva escuela en función del nuevo espacio de formación y comunicación que traen consigo las NTICs y la Sociedad de la Información y más concretamente la red Internet.
- Proponer una infraestructura de red que posibilite el acceso generalizado a los servicios multimedia educativos de banda ancha con una calidad aceptable y con unos costes razonables.

En este trabajo de investigación se han cubierto todos estos objetivos, tal y como se irá describiendo a lo largo de esta memoria. Veamos a continuación la estructura general seguida en la misma.

Después de esta introducción, en el **Capítulo 2** se presenta el concepto de 'espacio educativo' y cómo ha sido su evolución en el tiempo. Para ello se va pasando por la descripción de los espacios de formación en las culturas orales y lecto-escritoras, terminando con la Escuela del libro impreso y sus limitaciones en el nuevo espacio de

formación. Por último, y de forma genérica, se muestran las características de este nuevo espacio.

A continuación, en el **Capítulo 3**, se exponen las relaciones existentes entre la demografía y la educación en general, para pasar a particularizar al caso de Castilla y León. Se estudia su población ultradiseminada y los agrupamientos de centros producidos en las zonas rurales, así como la necesidad del transporte escolar. Todo ello nos llevará a introducir las ventajas que pueden aportar en este sentido las NTICs, que constituyen el nuevo espacio de formación, en el cual nos centramos en el **Capítulo 4**. En él se proponen y describen los conceptos de ***Internet en las Escuelas*** e ***Intranet Educativa***.

Una vez que queda definida la nueva escuela, los siguientes capítulos (**Capítulo 5** y **Capítulo 6**) se dedican a los aspectos de la misma desde el punto de vista de las infraestructuras de red y desde el de los contenidos educativos, respectivamente, viendo su interrelación y sus dependencias.

Así, en el **Capítulo 5** se estudian las diferentes alternativas de infraestructura de red de transporte y de acceso, y su idoneidad para cada uno de los dos conceptos definidos en el **Capítulo 4**.

A continuación, y ya en el **Capítulo 6**, se analizan los contenidos educativos y se hace una clasificación de los mismos. Después se particulariza en dos casos de estudio, resultado ambos de los proyectos llevados a cabo por el Grupo *Canalejas*. Cada uno de ellos trata el diseño, la implantación y la evaluación de servicios y materiales educativos para el concepto de ***Internet en las Escuelas***, el primero, y de ***Intranet Educativa***, el segundo.

Para finalizar, en el **Capítulo 7** se presentan las conclusiones y los trabajos futuros propuestos.

CAPÍTULO 2: Espacios de formación y comunicación: evolución

¿A qué nos referimos con espacio? Existen diferentes concepciones. Martínez [Martínez-95] diferencia estas tres: espacio como dimensión física, espacio como dimensión de identidad cultural y espacio como dimensión económica y de desarrollo tecnológico.

En mi opinión, hay una relación muy estrecha entre las distintas concepciones de espacio. Si hablamos del espacio como sinónimo de entorno, hablamos del conjunto de factores, de seres vivos, de objetos sobre un espacio que nos rodea. Si hablamos del espacio como sinónimo de contexto, nos referimos a los factores temporales y espaciales (geográficos) que nos condicionan.

En toda relación entre el hombre y su entorno, incluida la de la educación, tiene una importancia fundamental el espacio, en cualquiera de sus acepciones. "*Todo espacio es ante todo espacio de una acción concreta*" [Uexküll-61], ésta no tiene sentido fuera de él ni tampoco tiene sentido hablar del espacio sin tener nada que contar. Cada acción vital tiene su espacio y su tiempo.

En definitiva, y salvo que se especifique, cuando hablemos de espacios, vamos a hacerlo de forma global, es decir, abarcando el espacio físico en sí, el espacio geográfico, el marco temporal y cualquier condicionante de tipo cultural, económico y tecnológico.

2.1 Espacio y Educación

2.1.1 Educación y su entorno espacio-circunstancial

Todos los procesos educacionales tienen lugar en un espacio y tienen como marco de referencia el tiempo: tiempo histórico, tiempo de desarrollo, tiempo de duración, oportunidad,... El espacio y el tiempo son los dos factores que componen y señalan los márgenes plausibles histórica y contextualmente de los proyectos educacionales. Sin embargo, el espacio y el contexto histórico no han sido suficientemente tenidos en cuenta [Sosa-89][1], por lo menos hasta hace unos años.

En nuestros días, el espacio cada vez ocupa un lugar más destacado en las reflexiones de los pedagogos: es lo que se dio en llamar el *paradigma ecológico* [Pérez-82]. Esta consideración de la función del espacio ha dado como resultado que cobren mayor importancia aspectos tales como la educación intercultural: conciencia europea que supone cambiar y ampliar el espacio cultural de referencia.

Se puede hacer una interpretación ecológica del proceso educacional. Desde el punto de vista *ecológico* el proceso educativo estriba en el *cambio consistente (no incidental) del modo como el individuo percibe su ambiente, se relaciona con él, e interviene en él.*

Así, cabe destacar los siguientes puntos:

a) El entorno individual se encuentra organizado en forma de estructuras inclusivas (unas se incluyen en otras de límites más amplios), partiendo del más inmediato *medio próximo activo influyente.* En el niño de corta edad el medio próximo no se extiende más allá de un radio de acción centrado sobre protagonistas del medio familiar. En niños mayores el espacio se puede extender al barrio; y así sucesivamente.

b) Interferencias de unos entornos con otros dentro del sistema de influencias individuos-entorno. Bronfrenbrenner [Bronfrenbrenner-87] afirma que "*la capacidad de un entorno (como el hogar, la escuela o el lugar de trabajo)*

[1] En especial se alude aquí al capítulo 4 "Educación y ambiente. El espacio educativo" (J. G. Carrasco) y "Sujeto, identidad y medio ambiente" (J. M. Marinas).

para funcionar de manera eficaz como contexto para el desarrollo (de un sujeto o de un grupo) depende de la existencia y la naturaleza de las interconexiones sociales entre entornos"; por ejemplo, la eficacia del entorno escolar dependerá, entre otras cosas, de la participación, comunicación e información que del mismo posea la familia.

c) Influencias de entornos lejanos en los cuales los individuos no son actores. Por ejemplo, las consecuencias de las condiciones laborales de los padres sobre el proceso educativo infantil.

d) Problemas de *transiciones ecológicas* o cambios de entornos, sobre todo porque arrastran cambios en el rol. Por ejemplo, el cabeza de familia en una reunión de padres de familia; el niño que, por vez primera, pasa una temporada en un campamento,…

e) Problemas de desproporción en el desgaste energético de los protagonistas en entornos comunicados. Por ejemplo, el rol paterno dependerá del nivel de estrés en el entorno laboral.

La reconstrucción mental que de la realidad va consiguiendo el niño, el adulto y el anciano, elemento básico de su proceso educacional, no es mero producto cognitivo ni mero resultado de enseñanza-aprendizaje, sino derivación integrada de su sistema de actividad en el medio, de la red de roles que desempeña, de las relaciones en las que interviene y de la urdimbre emocional y afectiva en la que ha ido tejiendo su experiencia.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

2.1.2 El espacio como contexto de acción en la educación

La *dinámica del espacio* mantiene su fisonomía mientras se mantengan los parámetros dentro de ciertos umbrales. Unos determinados servicios, por lo general, no pueden sostenerse por debajo de un índice de uso ya que no son rentables o excesivamente costosos, ni tampoco por encima porque se colapsan por exceso de demanda. Por tanto, el cruce de los umbrales supone transformaciones en cadena, consecuencia dinámica propia de los procesos acumulativos.

Un ejemplo de esta dinámica se observa en las instituciones educativas, en la cuestión sobre la proporción ideal de alumnos por profesor: por debajo de un número se aprende pero sin socializarse adecuadamente y por encima se originan conflictos y disfunciones que hacen la enseñanza especialmente gravosa. Unas mismas estrategias de enseñanza que son eficaces en pequeños grupos, son tediosas y poco participativas en grupos numerosos. El problema de la *ratio* alumnos-profesor se trata más de una cuestión de *tamaño* que de número: es un problema de magnitud y ocupación de espacio de acción, no es problema de cantidad sino de ecoorganización; habría que decir más bien que "en esas magnitudes no se pueden conseguir determinados estados de cosas" (atención, receptividad, equilibrio emocional...).

Otra cuestión importante es cómo influye el modo de ocupación del espacio físico en los procesos educacionales. En los espacios educativos es aplicable el criterio de la *homogeneidad espacial*. La homogeneidad más frecuente en muchas escuelas se encuentra en la horizontalidad y paralelismo de la disposición de las mesas de los alumnos, junto a la zona privilegiada con tarima del profesor. En esta disposición, que condiciona el que prevalezca la *clase magistral,* la máxima participación se encuentra en un arco de radio variable cuyo centro es el sitio del profesor, y los alumnos más participativos tienden a situarse en la zona de máxima participación. Por tanto, el modo de ocupación del espacio en los procesos educacionales se encuentra asociado al tipo de procesos que se potencian y al modo global de comprender el sistema de roles y funciones de la actividad pedagógica.

2.1.3 El espacio como contexto cultural y económico en la educación

El espacio geográfico, así como el marco temporal, en el que va a tener lugar una acción pedagógica, define un contexto social, cultural y económico, que debe ser tenido en cuenta durante el diseño de las estrategias a llevar a cabo.

En este contexto toma una destacada relevancia la perspectiva de escala: según la escala en la que se plantea la acción pedagógica así ha de plantearse la estrategia. Por ejemplo, cuando se pretende la dinamización cultural de un pueblo de zona ultradiseminada (poblamientos de montaña, pueblos menores de 1000 habitantes), ha de advertirse que también cambian los índices de concentración de los fenómenos culturales (alfabetización, circulación del papel, índice de lectura, intereses, etc.). También han de cambiar los tipos de actividad promovida. Por tanto, no debe generalizarse la *conferencia* como acción pedagógica. Esta iniciativa es un indicio de transferencia de la acción a escala de clase (lección), a escalas espaciales mayores.

2.2 Evolución del espacio educativo

El mecanismo básico de formación de las culturas tradicionales es la vida cotidiana, en la cual quedan reflejadas todas las actividades propias del modo de vida de un pueblo y su sistema simbólico, sin preocuparse por los contenidos.

La teoría de la educación contemporánea corre el riesgo de centrarse en la educación formal, la de los sistemas e instituciones de enseñanza, aún cuando la informal, la de la vida cotidiana, es mucho más penetrante e influyente. Y, ¿cómo ha surgido y cuál es el motivo de esta educación formal, de la que antiguamente se prescindía?

La aparición de instituciones específicas para la educación será principalmente una consecuencia de la complejidad de la estructura social. Pero a pesar de esta aparición, el espacio primordial para la maduración personal y formativa del hombre sigue siendo, por el momento, el espacio familiar y el espacio social del grupo de referencia. La *Escuela* es un espacio formativo complementario de alto poder, sobre todo en la dirección del equipamiento cognitivo y ocupacional, y también en lo social. La actividad extraescolar humana es actividad antropológicamente primaria.

Vamos a hacer un pequeño recorrido en el tiempo de los aspectos más relevantes relacionados con el entorno educativo. No hay que olvidar que las transformaciones deben abordarse desde una perspectiva histórica.

2.2.1 Espacios de formación en culturas orales

El primero de todos los cambios radicales que han afectado a la educación ocurrió hace varios cientos de miles de años, cuando surgió el lenguaje como medio de comunicación y de intercambio de información en los homínidos. El lenguaje oral, es decir la codificación del pensamiento mediante sonidos producidos por las cuerdas bucales y la laringe fue, sin duda, un hecho revolucionario. Permitía la referencia a objetos no presentes y expresar los estados internos de la conciencia [Adell-97].

Las sociedades de oralidad primaria no tienen escuelas y no por eso son menos *formativas*; simplemente poseen los sistemas que mejor se acomodan formativamente a su estado, dentro de ese contexto. En éste, el aprendizaje y la conservación de la historia se fundamentan en el relato y la repetición. *No cabe sino repetición u olvido.* Por eso las sociedades propiamente orales carecen de historia [García-97, pág.60].

2.2.2 Espacios de formación en culturas lecto-escritoras

La segunda gran revolución fue producto de la creación de signos gráficos para registrar el habla. Los primeros signos de los que tenemos noticia datan del Paleolítico Superior (entre 30.000 y 10.000 años antes de nuestra era), pero fue solo 3.500 años antes de nuestra era cuando comenzaron a utilizarse para representar el habla (después de 500.000 años de cultura oral). La forma del discurso se adaptó a las nuevas características. Se hizo más reflexivo, deliberado y estructurado [Adell-97].

En las culturas orales, el aprendizaje era fruto de la experiencia en las actividades de la vida cotidiana. La aparición de la escritura impone la descontextualización o disociación entre las actividades de enseñanza/aprendizaje y las actividades de la vida diaria. Aprender a leer y escribir requería el uso de medios extraordinarios: no era ya

posible hacerlo mediante la observación y la repetición de los actos de los adultos. La palabra, escrita y hablada, tomaba el relevo de la experiencia directa con las cosas [Adell-97]. La escuela como institución es una consecuencia de la alfabetización, del desarrollo de la escritura. Es un símbolo de las culturas lecto-escritoras.

Las primeras escuelas conocidas datan de 2.000 años a. C., en Sumeria. Su objetivo era enseñar la escritura cuneiforme a una clase social privilegiada, a unos "especialistas": los escribas.

En Roma, hasta el siglo II a. C. la única educación se recibía en la familia, salvo los patricios que tenían la oportunidad de contar con instructores particulares. El *primer espacio pedagógico institucionalizado* fue la casa de aquella persona que asumía la función de educar. Desde muy antiguo se responde socialmente al hecho de que en cada generación hay que reimplantar los patrones culturales de comportamiento. Tal función se da al principio simultáneamente con la de convivir y cumplir otras misiones sociales perentorias; de ahí que rápidamente al hacerse más compleja la convivencia aparezca la *suplencia en las funciones* educativas.

Hacia el siglo I a. C. surgió la primera escuela pública, organizada según el modelo ateniense (proporcionaban formación física, intelectual y social).

Durante la Edad Media la escuela fue acentuadamente acrítica y la instrucción se basaba en la receptividad del alumno, convirtiéndose el maestro en el centro del proceso educativo. La Iglesia monopolizó el conjunto de la institución escolar y cultural. En esa época nacieron las primeras universidades, que se convertirían en centros donde quebrar esa tendencia acrítica.

En el siglo XIV aparecen las escuelas municipales, con enseñanzas de tipo elemental y práctico. Y la escuela pasa a depender del estado: la universalización de la enseñanza.

2.2.3 Espacios de formación en culturas lecto-escritoras con libros de texto: la escuela y el libro impreso

El siguiente elemento revolucionario fue el *libro de texto*, como consecuencia de la aparición de la imprenta (en 1439). La imprenta significó la posibilidad de producir y distribuir textos en masa.

Antes del libro impreso gran parte de la instrucción consistía en dictar. La mayor parte de las técnicas escolares basadas en libros de texto (escuela moderna) se desarrollaron entre los años 1500 y 1650 de manos de reformadores como Erasmo, Lutero, Elyot y Comenius, entre otros. Y esas técnicas de la escuela moderna (libros de texto, lectura reflexiva, división por edades, división por materias,…) han permanecido desarrollándose y madurando durante estos últimos 500 años.

Las escuelas diseñadas para usar textos impresos han sido siempre inmensamente productivas desde que comenzó la historia de la educación. Su función *es precisamente proporcionar a los estudiantes la ayuda que necesitan para dominar el contenido de los libros* [McClintock-91].

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

2.2.4 Limitaciones de la escuela basada en el texto escrito. El nuevo espacio de formación

La escuela se convierte en una experiencia intelectual fragmentada por la división de la cultura en asignaturas y su orden secuencial a través de los años, con el objetivo de hacer un buen uso de los libros de texto. Además se vuelve limitada a causa de la selección cultural restringida que se incluye en los textos oficiales. Todo esto hace que el esfuerzo educativo sea menos liberal y menos integrador, ya que para lograr una educación integral el estudiante tiene que establecer conexiones. La razón de un texto por asignatura al año no es psicológica ni de coherencia cultural, sino que es la facilitación del uso de los libros de texto [McClintock-91].

Además, en la escuela hay un tronco común que pretende enseñar lo mismo y de la misma manera a todos los niños, aún cuando éstos son distintos, tanto por naturaleza como por cultura. En este sentido*, la escuela es abusivamente "igualatoria"*, lo que puede conducir a la desigualdad en la educación de los niños [Vial-79]. La igualdad educativa no significa el dar a todos una educación exacta en ritmo, métodos y contenido, sino que supone las mismas oportunidades de aprender.

Por otra parte, el horario no tiene nada que ver con el aprendizaje [Tiffin-97]. La duración de los periodos de clase no está basada en una investigación pedagógica. Se trata de rellenar los espacios de tiempo de los horarios tradicionales. Lo que sabemos de la periodicidad de la instrucción sugiere que la duración de la concentración es considerablemente más corta que los períodos de clase. *Barrio Sésamo*[2] se basaba en una investigación que sugería que los alumnos de preescolar prestaban atención durante períodos de corta duración.

Pero si consideramos ahora el aula como sistema de comunicación, podemos decir que tiene un gran impacto social. Un aula sirve de agencia de presentación de personas de la misma edad, intereses, o nivel socioeconómico y de foro donde actuar para unos y otros y también para el profesor. Esta podría ser una de las razones del éxito del aula [Tiffin-97].

A pesar de ello, las sociedades de todo el mundo se enfrentan con el dilema de que sus sistemas de educación se diseñaron para satisfacer las necesidades de las sociedades agrícolas e industriales, no de la Sociedad de la Información. Según Tiffin, el aula es una tecnología que emula la forma en que las personas viven y trabajan en una sociedad industrial. No tiene relación en cómo vivirán y trabajarán en la Sociedad de la Información.

El ordenador, cuya aparición data hacia la segunda mitad del siglo XX, es uno de los símbolos de la nueva sociedad [Alonso-94]. Su aparición revolucionó, al igual que en su día lo hizo la imprenta, la forma de tratar la información, que pasó a ser automática.

Sin embargo la verdadera revolución que produce el cambio de la Sociedad Industrial a la Sociedad de la Información no ha llegado hasta la década actual. El avance de las telecomunicaciones y el fenómeno de Internet han sido los elementos impulsores de dicho cambio.

[2] Programa televisivo (de gran audiencia) de las décadas de los 70-80 que fue importado de EE.UU. a España y en el cual de forma amena, utilizando muñecos y diálogos simpáticos, se les enseñaba a los niños cosas cotidianas y conceptos académicos.

2.2.5 Hacia un nuevo espacio de formación

La educación es un sector en el que tradicionalmente los cambios y novedades no son bien aceptados. Las instituciones educativas tienen una historia muy larga y un conjunto muy asentado de prácticas. El aprendizaje más importante que se realiza en la escuela todavía es aprender a leer y a escribir [Adell-97].

Seymour Papert, en su *Máquina de los Niños* [Papert-93], expone los diferentes ritmos de cambio en educación y en la profesión médica con la siguiente historia.

> *Imagínense un grupo de viajeros del tiempo del siglo pasado, entre ellos un grupo de cirujanos y otro de maestros, que aparecieran en nuestros días para ver cómo habían cambiado las cosas en sus respectivas profesiones en cien o más años. Piensen en el 'shock' del grupo de cirujanos asistiendo a una operación en un quirófano moderno. Sin duda podrían reconocer los órganos humanos pero les sería muy difícil imaginar qué se proponían hacer los cirujanos actuales con el paciente, los rituales de la antisepsia o las pantallas electrónicas o las luces parpadeantes y los sonidos que producen los aparatos presentes. Los maestros viajeros del tiempo, por el contrario, sólo se sorprenderían por algunos objetos extraños de las escuelas modernas, notarían que algunas técnicas básicas habían cambiado (y probablemente no se podrían de acuerdo entre ellos sobre si era para mejor o para peor) pero comprenderían perfectamente lo que se estaba intentando hacer en la clase y, al cabo de poco tiempo, podrían fácilmente seguir ellos mismos impartiéndola.*

Las escuelas basadas en libros de texto han tenido éxito durante mucho tiempo, pero ahora parece no ser así. El principal problema de la educación a nivel global es el fracaso de adaptación [Tiffin-97]. A la hora de adoptar nuevas prácticas de comunicación para los aprendices, las escuelas se han mostrado reacias a adoptar lo que ya era práctica habitual en la comunidad.

Hubo un tiempo en que en algunas escuelas se prohibió el uso de las plumas estilográficas en vez de las de tintero, y lo mismo pasó cuando aparecieron los

bolígrafos. Últimamente ha pasado y está pasando lo mismo con los ordenadores. Algunos docentes basan sus argumentos en contra de su presencia en las aulas, en la creencia de que el ordenador deshumaniza y tecnologiza la enseñanza, impidiendo la adquisición de conocimientos y habilidades de mayor valor. Se nota la falta de un análisis valorativo de las transformaciones sociales, culturales, cognitivas y de actitud en los procesos de aprendizaje que supone el uso generalizado de las NTICs en los distintos ámbitos de la vida cotidiana [Sancho-94].

Por otra parte, los sistemas de educación nacional de los países desarrollados son propensos a lo novedoso en la adopción de nuevas tecnologías de comunicación para el aprendizaje [Tiffin-97]. A principios de los ochenta se produjo una fiebre por introducir los ordenadores en las aulas: los padres y profesores querían que los niños aprendiesen a programar los ordenadores personales para que no se quedasen atrás (cuando aún no se utilizaban como procesadores de texto). A nivel de gobiernos, cada país necesitaba sentir que no se quedaba rezagado respecto su más directo rival. Por ejemplo, Estados Unidos pensaba que si no tenía suficientes ordenadores en las escuelas, iba a perder puntos en su guerra comercial contra Japón. Entre unas cosas y otras los ordenadores llegaron a las escuelas, pero nadie tenía muy claro por qué y para qué usarlos. En Japón, las cosas eran distintas: el vender ordenadores al mundo no significaba tener que usarlos en sus propias escuelas. Ellos sólo los usarían cuando estuviesen lo suficientemente avanzados para los objetivos educativos. Lo han hecho de forma general en los noventa [Tiffin-97].

Si al implantarse la cultura lecto-escritora, así como con la llegada de la imprenta, el espacio educativo, y con él la *Escuela*, cambió, ¿por qué la *Escuela* actual no se actualiza en función de la ya implantada cultura de la Tecnología de la Información y las Telecomunicaciones? El problema es que la informática y las telecomunicaciones han cogido desprevenidos a los sistemas educativos. Como dice Tiffin, "*No había una planificación a largo plazo. La visión de la educación es siempre del pasado*" [Tiffin-97].

En la Sociedad de la Información se apuesta por la Tele-Enseñanza. Con ella se rompen las barreras del espacio y del tiempo[3]. El tele-aprendizaje ofrece la posibilidad

[3] El Rector de la Universidat Oberta de Catalunya va más allá, en su prólogo al libro de Tiffin y Rajasingham [Tiffin-97], diciendo que la enseñanza en la *Sociedad de la Información* romperá

de clases con intereses comunes y un ámbito de competencia compatible que es atractivo para el aprendizaje cognitivo, mientras que las aulas convencionales ofrecen la posibilidad de desarrollar habilidades sociales, así como lazos y valores comunitarios [Tiffin-97]. Por tanto, para alumnos dependientes (no autónomos) el aula y la tele-enseñanza deben coexistir.

La lección magistral da a todos los discípulos el mismo contenido, bajo las mismas circunstancias de espacio y de tiempo, al mismo ritmo y presuponiendo una igualdad de condiciones [Ferraté-97]. Como ha quedado reflejado anteriormente, este proceso igualatorio crea desigualdad en las oportunidades de aprendizaje de los alumnos.

En los últimos tiempos están emergiendo nuevos entornos de enseñanza/aprendizaje basados en formas de comunicación en tiempo real (videoconferencia, por ejemplo), en técnicas didácticas de aprendizaje cooperativo, colaborativo e interactivo a través del ordenador [González-98], en servicios de comunicación a través de Internet, empleo de Internet a la vez como canal de comunicación y como mecanismo de distribución de materiales didácticos... La tecnología hace posible esta nueva revolución basada en el constructivismo, en el aprendiz y en la resolución de problemas [Norman-96].

Estos nuevos entornos rompen la unidad de tiempo, espacio y actividad de la enseñanza presencial, creando *aulas virtuales* [Rodríguez-98e, Rodríguez-98f, Blasco-98]. Es evidente que la mayoría de los conocimientos de los docentes sobre cómo enseñar provienen de entornos tradicionales y que, en muchos casos, no servirán en estos nuevos espacios [Adell-97].

2.3 Conclusiones

Estamos ante un nuevo espacio de formación y de comunicación, en función del cual se deben establecer los objetivos y la metodología educativa. No se trata de aplicar las NTICs a los métodos de enseñanza tradicionales, sino de estudiar las posibilidades

---

también las barreras de la percepción, en relación a la visión de los autores de un aula virtual hipotética del futuro, que incluye la tecnología de la realidad virtual como alternativa a las aulas para la realización de estudios académicos, sin incluir destrezas sociales ni físicas.

que nos brindan las nuevas tecnologías para definir nuevos objetivos educativos. A partir de estos nuevos objetivos, se podrán seleccionar los medios y métodos más adecuados para los procesos de comunicación y aprendizaje dentro del nuevo espacio.

Este nuevo espacio tiene diversos condicionantes, como se ha visto a lo largo de este capítulo. Uno de ellos es el geográfico. Las iniciativas que se tomen sobre temas educativos no deben haber sido pensadas sin tener en cuenta las características geográficas y demográficas de la región de aplicación. Por ello, vamos a continuar con un análisis del espacio geográfico y demográfico de Castilla y León.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

CAPÍTULO 3: Demografía, Geografía y Educación en Castilla y León

Castilla y León es una región muy extensa y poco poblada. Tiene 94.224 Km^2 de extensión, lo que supone el 18'6% del territorio español. Es una tierra de numerosos contrastes geográficos: extensas llanuras, valles e importantes sistemas montañosos, como Guadarrama y Sierra de Gredos en Ávila, la Cordillera Cantábrica en León, los Picos de Urbión, la Sierra del Moncayo,… Existen pueblos recónditos, como La Baña (León) y numerosos puertos de montaña, como el Puerto de Peña Negra (1.909 m. de altura), que presentan problemas en el invierno dadas sus elevadas alturas. En Ávila, por ejemplo, existen dificultades en las comunicaciones con algunas comarcas de su provincia.

Las comarcas montañosas y los altos valles de Castilla y León presentan como realidad social más frecuente la ausencia de equipamientos y la falta de servicios básicos. Prueba de sus carencias es la reiterada presencia de comarcas de montaña en los escalones más bajos de la renta per cápita y de la calidad de vida (La Cabrera, Sanabria, Sierra de Gredos,…), resultado de unas condiciones naturales difíciles y de una política económica desfavorable [JCyL-89].

Por otra parte, Castilla y León es una tierra poco poblada. Su población, 2.508.496 habitantes a 1 de Mayo de 1996[4], constituye menos del 7% del censo nacional. Además, la red de asentamientos de la región destaca por su enorme dispersión. Con estas características, la dotación de unos servicios públicos mínimos resulta

[4] Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). En esa fecha, el total de la población española era de 39.652.742 habitantes, por lo que la población de Castilla y León sólo constituía el 6'33 % del total.

especialmente difícil, sobre todo cuando se trata de implementar una estructura básica en las zonas más atrasadas y despobladas [Fundesco-94].

En lo que se refiere a la educación, la estructura de poblaciones diseminadas que caracteriza a Castilla y León genera el inconveniente, en muchos casos, de los traslados de los niños en período de educación obligatoria a centros escolares fuera de su lugar de residencia. Esta diseminación lleva igualmente consigo la separación de los puntos en los que radican los servicios o beneficios culturales de todo tipo.

Por tanto, es necesario introducirse en la realidad de una comunidad para poder señalar las líneas por donde se pueda orientar un plan de acción en materia de educación y la realidad de Castilla y León no es igual a la de otras comunidades de España, por sus peculiaridades en cuanto a población y territorio [Vaca-94]. La ruralidad que la caracteriza de una manera tan especial no ha podido ser tenida en cuenta desde los programas generales del MEC [López-94b]. Hay que actuar por tanto, siguiendo los objetivos que nos fijemos después del análisis de dicha realidad.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3.1 La población en Castilla y León

Las dificultades expuestas anteriormente existen prácticamente en cualquier región del mundo. Sin embargo, los problemas se acentúan en regiones como Castilla y León, por naturaleza de población muy dispersa.

En la tabla 3.1 se muestra el número de municipios que hay en Castilla y León clasificados por provincia y por número de habitantes, según datos del año 1995. En la tabla 3.2 se muestran los mismos datos, pero se han agrupado los intervalos de clasificación por número de habitantes, con el fin de tener una visión más clara y global de los datos.

Como puede observarse, en la región hay 2248 municipios[6], de los cuales 2117 tienen menos de 2000 habitantes. Esos 2117 municipios constituyen el 94.17 % del total.

Nº Hab. / *Prov.*	*≤ 100*	*101 a 250*	*251 a 500*	*501 a 1000*	*1001 a 2000*	*2001 a 5000*	*5001 a 10000*	*10001 a 20000*	*20001 a 50000*	*50001 a 80000*	*≥ 80000*	**TOTAL**
Ávila	30	101	57	34	10	12	3	0	0	1	0	**248**
Burgos	114	137	58	38	9	10	2	0	2	0	1	**371**
León	2	15	36	62	59	26	5	4	1	1	1	**212**
Palencia	33	70	46	19	10	9	3	0	0	1	0	**191**
Salamanca	29	120	122	59	21	5	3	2	0	0	1	**362**
Segovia	50	74	39	24	12	5	3	0	0	1	0	**208**
Soria	78	56	26	11	3	6	2	0	1	0	0	**183**
Valladolid	33	70	54	29	22	9	5	1	1	0	1	**225**
Zamora	6	53	98	63	25	0	1	1	0	1	0	**248**
TOTAL	**375**	**696**	**536**	**339**	**171**	**82**	**27**	**8**	**5**	**5**	**4**	**2248**

Tabla 3.1: Número de municipios por provincia de Castilla y León en función del número de habitantes, según datos de 1995[5]. Clasificación detallada.

Nº Hab. / *Prov.*	*≤ 500*	*501 a 2000*	*2001 a 10000*	*10001 a 50000*	*≥ 50000*	**TOTAL**
Ávila	188	44	15	0	1	**248**
Burgos	309	47	12	2	1	**371**

[5] Fuente: elaboración propia, a partir de los datos publicados por la Junta de Castilla y León [JCyL-97].

[6] Hay que tener en cuenta que hablamos de número de municipios, y no de número de núcleos de población. Hay núcleos de población que no son municipios, por lo que el número de aquellos es todavía mayor.

León	53	121	31	5	2	**212**
Palencia	149	29	12	0	1	**191**
Salamanca	271	80	8	2	1	**362**
Segovia	163	36	8	0	1	**208**
Soria	160	14	8	1	0	**183**
Valladolid	157	51	14	2	1	**225**
Zamora	157	88	1	1	1	**248**
TOTAL	**1607**	**510**	**109**	**13**	**9**	**2248**

Tabla 3.2: Número de municipios por provincia de Castilla y León en función del número de habitantes, según datos de 1995[3].

Además, de esos municipios, muy pocos se encuentran en el rango de 1.000 a 2.000 habitantes, situándose la mayoría (un 54'8 % del total de municipios) en la categoría de entre 100 y 500 habitantes.

Solamente 109 de los municipios (un 4'85 %) tienen entre 2.000 y 10.000 habitantes, y tan sólo 13 superan los 10.000 junto con las capitales de provincia.

La estructura municipal de Castilla y León presenta problemas derivados en su mayor parte del elevado número de municipios (más del 25 % del total nacional) y de la existencia de un excesivo número de localidades con reducida población.

Centrándonos en la educación, hay que añadir además la importancia de la estructura por edades de la población de Castilla y León, ya que es precisamente en esos pequeños y numerosos núcleos rurales donde la población está más envejecida, concentrándose de manera más notable la juventud en los núcleos urbanos[7].

Existe un estancamiento demográfico en la región, que posee una pirámide demográfica claramente envejecida [Fundesco-94]. Dicho estancamiento se debe al descenso de la tasa de natalidad y mortalidad (tasas de crecimiento vegetativo muy

[7] Hablamos de medio *rural* cuando la gente vive en núcleos de menos de 2.000 habitantes y la ocupación laboral se produce casi exclusivamente en el sector primario. Y de medio *urbano* cuando se trata de núcleos de población de más de 10.000 habitantes y la dedicación principal es en industrias y servicios. Entre ambos extremos podemos hablar de población *semiurbana* [JCyL-89].

por debajo de la media nacional y cercanas a cero) y a los movimientos migratorios propiciados por el éxodo de los jóvenes con buena formación académica.

Resumiendo, las características específicas de la comunidad son [Fundesco-94]:

1. Elevada dispersión de la población y existencia de un número excesivo de núcleos con reducida población.
2. Fenómeno del éxodo rural.
3. Ausencia de núcleos intermedios de población.

La dotación de servicios públicos mínimos puede resultar cara en regiones como Castilla y León, con estas características. Una política muy aplicada al respecto ha sido la de concentraciones y comarcalizaciones. En lo que se refiere a la educación, estas políticas han puesto en seria desventaja a los niños de zonas rurales, que se veían obligados a desplazarse de sus lugares de residencia. Así, la 'componente espacial' es otro elemento clave en el análisis de la realidad de Castilla y León.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

3.2 La 'dimensión espacial' de la Educación

Si consideramos la educación como un bien universal y como una necesidad social, necesariamente ha de llegar a todos los estratos sociales, y al último rincón donde esté ubicado un asentamiento de población.

La ubicación de un centro escolar pone al alumnado en condiciones de desigualdad según sea la proximidad al mismo. Esta desigualdad es más fácil de resolver en zonas urbanas, donde la concentración de la población es muy alta, que en áreas rurales, donde la población se encuentra más dispersa. Queda pues establecida una desigualdad de carácter geográfico entre los núcleos urbanos y las zonas rurales, existiendo entre los primeros una *mayor facilidad física de acceso educativo* [Monreal-82].

Hay que tener en cuenta que el acceso educativo no se reduce a la escuela tradicional, sino que abarca también otros entornos de aprendizaje como universidades, bibliotecas, museos, fuentes prácticas de conocimiento tales como

centros de investigación y desarrollo, y otra serie de servicios culturales que suelen encontrarse en grandes núcleos urbanos. En definitiva, la mayor accesibilidad a todos estos recursos de información y formación por parte de la población urbana, pone a las comunidades rurales en una situación de *pobreza de información* frente a las urbanas [Minoli-96].

En la tabla 3.3 se muestra información relativa a la distancia entre los municipios y la correspondiente capital de provincia. Para cada provincia, podemos ver cual es la mayor distancia encontrada entre un municipio y la capital y el número de municipios que se encuentran en cada rango de distancias seleccionado. Como puede observarse, un gran número de municipios (el 44'04 %) se encuentran a una distancia de entre 51 y 100 Km. de la capital de la provincia. A pesar de que además de las capitales de provincia, existen otros municipios o capitales de comarca que son grandes núcleos urbanos, como Ponferrada (León), estos datos sobre el número de municipios alejados de la capital de provincia son significativos, ya que es en las capitales donde se ofrecen más y mejores servicios. Esto crea una desigualdad enorme entre los habitantes de los diferentes municipios, sin olvidar la existente también entre las diferentes provincias de la comunidad.

	Distancia MÁXIMA	*< 10 Km.*	*10 - 24 Km.*	*25 - 50 Km.*	*51 - 100 Km.*	*≥ 100 Km.*
Ávila	101 Km.	5	39	86	115	2
Burgos	120 Km.	11	46	115	184	14
León	165 Km.	7	15	73	73	43
Palencia	135 Km.	4	28	76	66	16
Salamanca	142 Km.	16	51	91	156	47
Segovia	104 Km.	5	32	69	97	4
Soria	100 Km.	4	30	74	73	1
Valladolid	99 Km.	7	29	78	110	0
Zamora	175 Km.	11	35	71	112	18
TOTAL	**175 Km.**	**70**	**305**	**733**	**986**	**145**

Tabla 3.3: Para cada provincia de Castilla y León, número de municipios en función de la distancia entre la capital del municipio y la capital de provincia. También se da la distancia máxima encontrada[8].

Siguiendo con la situación de los centros escolares en concreto, pero sin olvidar los otros recursos culturales situados en grandes núcleos urbanos y fuente también de grandes desigualdades, las discutidas políticas de concentraciones y comarcalizaciones, ponen en seria desventaja a los niños situados en las zonas rurales más deshabitadas.

Desde una perspectiva teórica, las ventajas de las comarcalizaciones escolares se resumen en [Monreal-82]:

- Posibilidad de ofrecer una enseñanza de mejor calidad, gracias a una mejor graduación: un solo nivel en cada aula, en vez de tener diferentes niveles en un único aula y a cargo de un único profesor.
- Medios más completos.
- Mayor estabilidad del profesorado.
- Consecución de un ambiente de trabajo y profesional más adecuado para el profesorado.

- Beneficios que proporciona al alumno del medio rural el contacto con otros alumnos y con centros más grandes.
- Mayor rentabilidad financiera, a pesar del incremento de los gastos en transporte (en opinión de muchos, sobre todo de los padres de alumnos del zonas rurales, esta es la razón que más ha pesado a la hora de realizar esas concentraciones).

Los problemas o críticas a estas políticas también son claras:

- Alejamiento de la familia a edades tempranas.
- En ocasiones, excesivas distancias en los transportes que obliga a levantarse a horas tempranas e implica una tardía vuelta al hogar.

[8] Fuente: elaboración propia, a partir de los datos sobre la distancia en Km. entre la capital de

- Falta de coordinación entre los transportes y el horario escolar.

A pesar de las ventajas de las concentraciones escolares, que hacen que éstas existan todavía en la actualidad en algunos niveles educativos, los problemas que presentan sobre todo en los niveles de infantil y primaria, han llevado a las autoridades nacionales a evolucionar hacia otras políticas.

Así, en España durante las últimas décadas, se ha ido renunciando progresivamente a formas de concentración o comarcalización escolares en beneficio de otros modelos organizativos que ofrecieran el servicio educativo lo más próximo posible a los lugares de residencia de los alumnos.

Veamos a continuación cómo se ha llevado a cabo esta política durante los últimos años en Castilla y León.

3.3 Centros Rurales Agrupados en Castilla y León

En los años ochenta nace el concepto de *Colegio Rural Agrupado* (CRA) cuya característica fundamental es su deslocalización institucional. Se trata de centros escolares que agrupan bajo una misma organización un cierto número de unidades o *Aulas* situadas en diversas localidades que forman el ámbito del CRA. Una de las localidades actúa como cabecera del CRA y en ella se sitúa el domicilio del centro.

En la actualidad aproximadamente un 7% del total del alumnado de infantil y primaria que depende directamente del Ministerio de Educación y Cultura, reciben sus enseñanzas en Colegios Rurales Agrupados [López-98].

La evolución de esta modalidad de escolarización, específica de las zonas rurales, revela la considerable aceptación de dicho modelo organizativo.

Como datos significativos, en las figuras 3.1 y 3.2 se muestra la situación geográfica de las cabeceras de los *Colegios Rurales Agrupados* (CRAs) existentes en Castilla y León en 1993 y en 1997 respectivamente[9]. Como puede observarse, el número de este particular tipo de centro ha aumentado considerablemente en los últimos años. Todo ello a pesar del efecto de caída demográfica, de envejecimiento de

---

municipio y la capital de provincia para cada municipio de Castilla y León [JCyL-97].

[9]Cada CRA suele agrupar aulas de unas cinco o seis localidades de media (es un dato orientativo, ya que no se cuentan con datos concretos suficientes para calcular una media exacta).

la población (particularmente intensos estos dos efectos en los medios rurales) y del abandono de las zonas rurales por parte de los más jóvenes.

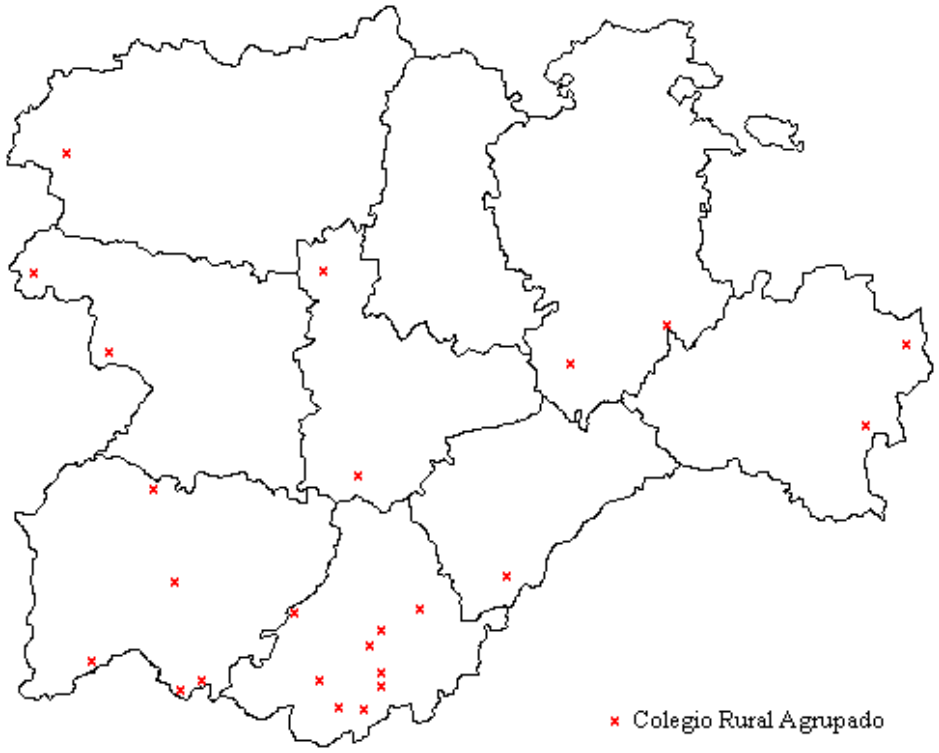


Figura 3.1: Situación geográfica de las cabeceras de los Colegios Rurales Agrupados de Castilla y León en el año 1993[10].

[10] Fuente: elaboración propia.

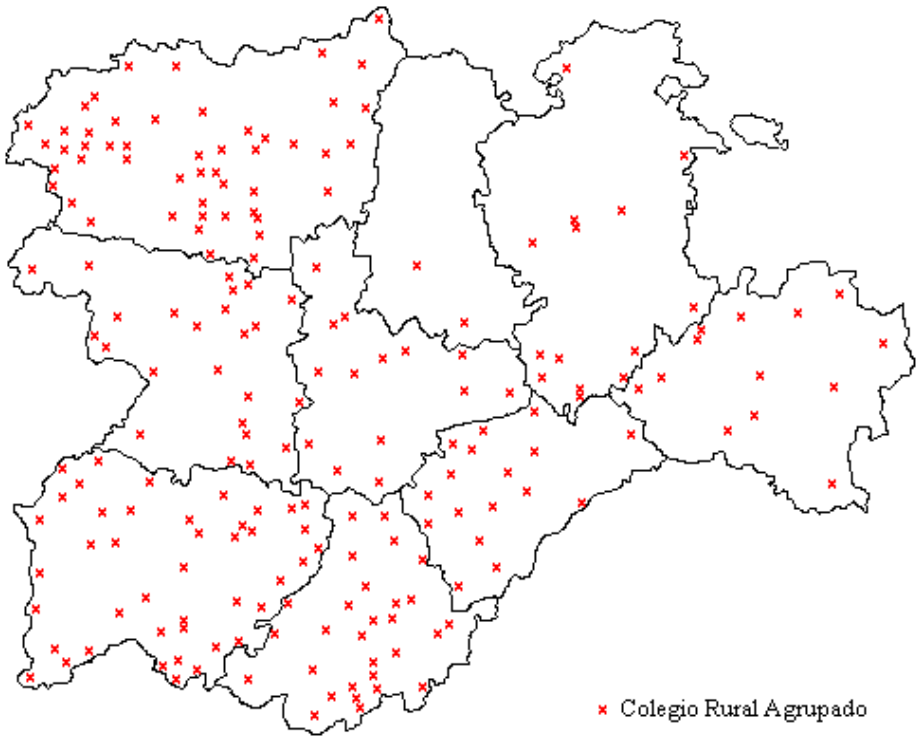


Figura3.2: Situación geográfica de las cabeceras de los Colegios Rurales Agrupados de Castilla y León en el año 1997[11].

Por tanto, a partir de los datos de crecimiento del número de CRAs, se puede deducir que el modelo de deslocalización de los centros en las zonas rurales es mejor aceptado que el de concentración y comarcalización escolar. La transición hacia el primero se ha ido realizando de forma paulatina durante esta década.

La consecuencia es que actualmente los CRAs constituyen la estructura básica de la formación en el ámbito rural.

Pero los CRAs no imparten todas las asignaturas, ya que no cuentan con los medios humanos ni materiales suficientes. De hecho, con esta deslocalización institucional se vuelve a algunos problemas que antes se habían evitado con las concentraciones escolares:

- La forma de agrupamiento de los alumnos no suele ser por cursos, sino por ciclos o incluso por etapas, lo que dificulta la labor del profesorado al tener que atender a alumnos de diferentes niveles y a distintos contenidos de enseñanzas.

[11] Fuente: elaboración propia.

- Los centros tienen mayores dificultades para el acceso a medios y bienes culturales, lo que produce además un mayor aislamiento del alumnado.
- En los CRAs hay dos tipos de profesores: los estables, que ocupan puestos *ordinarios* en las correspondientes localidades y actúan como tutores de los grupos de alumnos; y los *itinerantes*, profesores especialistas (de idiomas, educación física y música) que imparten su especialidad en varias localidades del CRA. La estabilidad de este profesorado itinerante es bastante baja.
- La deslocalización del CRA supone dificultades añadidas en su organización, ya que aunque son distintos centros, cuentan con un único equipo directivo, un único claustro de profesores y un único Consejo Escolar.

Para intentar compensar algunos de estos problemas, a la estructura provincial de CRAs se superpuso la de los *Centros Rurales de Innovación Educativa* (CRIE), cuya regulación definitiva tuvo sus efectos en el curso 1996/97. Dichos centros complementan y refuerzan el papel de los CRAs de una misma provincia[12], contribuyendo a la mejora de la socialización de los alumnos de las zonas rurales y realizando actividades que desarrollen y complementen la acción educativa que se lleva a cabo en los CRAs. Para ello, en cada curso escolar los alumnos deben desplazarse desde sus localidades a los CRIEs, donde pasan varias semanas conviviendo con otros chicos de su edad y atendiendo materias que no se imparten en los CRAs, como Tecnología, Informática, Música, Idiomas, Arte, Fotografía, Laboratorio de Ciencias Naturales,... sin descuidar los deportes ni las materias troncales.

Este modelo organizativo de CRAs/CRIEs es bastante moderno y se adapta muy bien al nuevo sistema de vida de la *Sociedad de la Información*. Pero si no se aplican las nuevas tecnologías, continuarán los problemas de coordinación entre CRAs y entre CRAs y CRIEs, así como las dificultades de los profesores de los CRAs al tener que impartir docencia a alumnos de muy diferentes edades.

[12]Como dato puramente orientativo, de media, en una provincia puede haber unos tres CRIEs.

3.4 La ESO y el transporte escolar

Como ya se ha comentado anteriormente, el modelo de CRAs se ha aplicado fundamentalmente a la enseñanza infantil y primaria. En educación secundaria se ha mantenido por lo general la política de concentraciones, con la consecuente necesidad de transporte para los alumnos de zonas rurales que continuaban sus estudios acudiendo a centros de secundaria.

Este problema del número de alumnos que necesitan del transporte para acudir a sus centros educativos, se ha visto agravado con la impartición de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), que comprende escolares entre los 12 y los 16 años. Aunque hay algunos centros de educación primaria que imparten el primer ciclo de la ESO (entre los 12 y los 14 años), el número no es muy grande.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Según datos publicados en la prensa regional a principios de 1998 [Moreno-98], existen aproximadamente unos 40.000 alumnos que cursan estudios en poblaciones rurales; y el número de centros de primaria situados en pequeños núcleos de población, que imparten el primer ciclo de la ESO alcanza los 77.

Con la aplicación de la Logse, el Gobierno central[13] ha obligado a cerrar en los últimos años algunas unidades situadas en el medio rural, lo que ha provocado el traslado de los estudiantes a los institutos de secundaria ubicados en las cabeceras de comarca. El motivo es que se piensa que en estos centros comarcales las condiciones para impartir los cursos de la ESO son mejores. Por otro lado, está la protesta de los padres, que quieren que se aumente el número de centros de primaria donde se imparta el primer ciclo de la ESO, para evitar los desplazamientos de los alumnos de entre 12 y 14 años.

Por tanto, vemos que el transporte escolar es un aspecto importantísimo en el sistema educativo dentro de la región de Castilla y León. Es la única alternativa que les queda a los alumnos para afrontar las centralizaciones, pero debido a las desventajas de éstas (como se vio en el apartado 3.2), en las zonas rurales existe una

[13] Es importante aclarar que la Junta de Castilla y León no tiene todavía en este momento competencias en materia de educación no universitaria, por lo cual es el Ministerio de Educación y Cultura el responsable del mapa de centros de la región de Castilla y León; Aunque la transferencia está en marcha y se suponía que se iba a producir durante 1998.

gran resistencia a que los niños en edad de escolarización obligatoria utilicen el transporte para desplazarse al centro educativo.

La polémica es tal, que en multitud de cuestiones relativas a la educación, se acaba enfocando el problema al gasto que supone el transporte para el Estado. Por ejemplo, en relación al sistema de jornada lectiva que pretende poner en marcha el Ministerio de Educación y Cultura (MEC), las asociaciones de padres rurales acusan al MEC de tener como único objetivo el ahorro de algunas de las partidas de los costes que suponen el transporte escolar y los gastos en los comedores [Moreno-98].

En la tabla 3.4 se muestran datos del número de alumnos que utilizan el transporte público en algunas provincias de Castilla y León y el coste que supone dicho transporte.

En definitiva, el gasto del transporte por alumno al año sale por unas 86000 ptas., cifra nada despreciable. A pesar de ello, el MEC sólo se gasta el dinero presupuestado y existen por ello graves conflictos con los transportistas, que exigen un incremento presupuestario. La gravedad de estos conflictos ha llegado en algunas ocasiones a perjudicar directamente a los alumnos. Por ejemplo, en Ávila el conflicto del transporte escolar ha dejado sin clases en septiembre de este año (1998) a los más de 2000 niños que lo utilizan, por negarse sus padres a enviarlos mientras no se solventase el problema.

	Número de alumnos	*Importe transporte (ptas.)*
Ávila	2.005	171.216.095
Palencia	3.042	262.000.000
Salamanca	4.115	367.312.253
Soria	1.310	114.627.307
Zamora	5.009	418.715.782

Tabla 3.4: Datos sobre el transporte escolar público en algunas provincias de Castilla y León[14] durante el curso 1.997/98.

3.5 Conclusiones: hacia la Tele-Educación

La dotación de servicios públicos mínimos puede resultar cara en regiones como Castilla y León, en las que existe un excesivo número de municipios con reducida población. En el campo que nos ocupa, los intentos por proporcionar esos servicios mínimos de la forma más barata y más eficiente posible, desembocaron en políticas de concentraciones y comarcalizaciones escolares, que todavía persisten fuera de la educación infantil y primaria.

En el apartado 3.2 ya se enumeraron los problemas de esta política de concentraciones, que se resumen principalmente en las grandes distancias que deben recorrer los niños para asistir a los centros educativos, con la consecuente ausencia prolongada del hogar durante todo el día. Además, como hemos visto en el apartado anterior, los gastos en transporte escolar son bastante elevados y si se hubiese seguido con estas políticas de concentraciones a todos los niveles educativos, el problema se hubiese acrecentado notablemente[15].

Para tratar de minimizar los perjuicios que supone esta política de concentración escolar a los niños de las zonas rurales, surgió el modelo de Colegios Rurales Agrupados apoyados, ya más recientemente, por los Centros Rurales de Innovación Educativa. Este modelo de deslocalización institucional mejora la cuestión del alejamiento del hogar que sufrían los niños de educación infantil y primaria, pero complica otros aspectos como los organizativos, la calidad de la enseñanza y el aislamiento social y cultural de los niños, como se vio en el apartado 3.3. Precisamente los CRIEs surgieron para tratar de mejorar estos aspectos.

[14] El número de alumnos transportados y el gasto total en transporte para cada provincia, han sido facilitados por las correspondientes direcciones provinciales.

[15] A finales de los años 70, cuando aún no había nacido el concepto de CRA, algunos estudiosos de los sistemas educativos como Jean Vial [Vial-79] opinaban que, de seguir las cosas así, el problema del transporte escolar y sus comodidades podría ser más importante para el Ministerio de Educación y Cultura del año 2001 que la definición de los programas de matemáticas.

Este modelo organizativo de la escolarización en el mundo rural es un modelo que encaja muy bien dentro de la *Sociedad de la Información*, pero debe ser apoyado por una política de telecomunicaciones que ayude a minimizar los perjuicios que siguen sufriendo los niños de zonas rurales respecto a los de zonas urbanas, ya que esto no se puede hacer con medidas estrictamente educativas o desde el sistema de enseñanza. En este cambio juega un papel muy importante la propia *Sociedad de la Información* [Rodríguez-98a, Rodríguez-98b, Verdú-98b].

Por otra parte para preparar a las personas para vivir en esta nueva sociedad, se necesita un sistema educativo que se base en las telecomunicaciones, y no en el transporte [Tiffin-97]. Según Tiffin, *"una Sociedad de la Información podría confirmarse como una telesociedad con una revitalización de las zonas rurales"*.

En lo que se refiere a educación de personas adultas, para compensar las barreras geográficas y las situaciones personales o laborales de los alumnos, se han elaborado leyes de aplicación de la *Educación a Distancia*. Se trataba de llegar a donde la red presencial no lo hacía. Así se crearon, según los Reales Decretos correspondientes [Sáinz-97], el Instituto Nacional de Bachillerato a Distancia (INBAD) en 1975 y el Centro Nacional de Educación Básica a Distancia (CENEBAD) en 1979. Más tarde, en 1992, se crea el CIDEA (Centro para la Innovación y Desarrollo de la Educación a Distancia), que engloba a los dos anteriores y entre cuyos objetivos se encuentra el de incorporar las Nuevas Tecnologías a la Educación a Distancia.

Otra iniciativa a nivel de educación de adultos ha sido el proyecto MENTOR[16], que nace para dar respuesta a las necesidades de los jóvenes y adultos de las zonas rurales de Castilla y León en formación no reglada [Díez-94]. Para ello se emplea una formación a distancia basada en las nuevas tecnologías y se crean las aulas MENTOR en 18 Ayuntamientos de Ávila, Palencia y Valladolid. Estas aulas son lugares de trabajo y de encuentro y son centros de recursos tecnológicos para los alumnos, ya que todos los cursos a distancia se basan en el empleo de materiales multimedia y en una tutoría telemática.

Según López [López-94a], el debate 'educación a distancia' o 'educación presencial' es innecesario en educación de adultos, ya que las dos son instrumentos

complementarios. Y añade, fruto de su experiencia, que *la modalidad a distancia no es la solución para las zonas rurales en los Niveles de Educación Básica de Adultos*, y que es más apropiada para otros niveles, como Educación Secundaria o para formación no reglada.

Se podría hablar entonces de una educación semipresencial, en la que se impartan algunas clases presenciales espaciadas en el tiempo y una formación a distancia de apoyo a estas clases presenciales.

En las afirmaciones anteriores se habla específicamente del entorno rural, destacando que las necesidades de los alumnos adultos de educación básica no son las mismas en las zonas rurales que en las urbanas. Lo que puede valer para un entorno, puede no ser válido para otro.

Este debate 'educación presencial', 'educación a distancia' o 'educación semipresencial' prácticamente no se ha planteado en niveles de educación de niños y jóvenes de primaria y secundaria. Está claro que lo que puede valer para los adultos no tiene por qué valer para niños así como lo que vale en el mundo urbano no tiene por qué valer o ser necesario en el mundo rural y viceversa.

Si abrimos el debate, lo primero a descartar puede ser la disyuntiva 'educación presencial' o 'educación a distancia', ya que para que esta última tenga éxito, es necesaria una capacidad de autoaprendizaje en el alumno que no se posee en general a edades tempranas y que se debe adquirir durante la educación obligatoria. A pesar de ello hay autores que ven el aprendizaje a distancia como una necesidad para las escuelas rurales que sufren, debido a su aislamiento geográfico, un aislamiento de información y poseen recursos materiales y de profesorado inadecuados [Minoli-96].

Lo que sí que es cierto es que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación crean un nuevo espacio virtual abierto al conocimiento y encuentran en el mundo rural el escenario más adecuado para su aplicación intensiva con enormes posibilidades:

- Potencian la comunicación entre los actores del proceso formativo, creando un entorno de aprendizaje. Este entorno va más allá del espacio en el cual se

[16] Es una iniciativa del MEC en colaboración con los Fondos Europeos de desarrollo Regional (FEDER), dentro del Plan Operativo de Castilla y León.

produce el proceso de enseñanza/aprendizaje propiamente dicho, incluyendo las relaciones sociales y familiares. Por tanto, desde el punto de vista ecológico del proceso educacional (tratado en el apartado 2.1.1), se crea un entorno espacio-circunstancial propicio para el desarrollo social e intelectual de los niños.

- La coordinación entre los CRAs para las tareas organizativas y administrativas se simplifica, al mejorar la comunicación.
- Ayudan al profesor con determinadas tareas, permitiéndole dedicar más tiempo a la enseñanza individualizada. Esto es especialmente importante en los CRAs, en los que el profesor tiene que atender a alumnos de diferentes niveles educativos.
- Fomentan el autoaprendizaje guiado, lo que permitirá a los niños aprender un método de instrucción que les ayude en el futuro a recibir una formación permanente adecuada.

Para poder adquirir las destrezas de autoaprendizaje necesarias en los tiempos actuales, se debe educar a los niños con los medios y métodos de la *Sociedad de la Información*. Se puede introducir aquí el concepto de *Tele-Educación* en un sentido amplio, que no hay que confundir con Educación a Distancia ni con Educación a distancia mediante las Telecomunicaciones. Hablamos de tele-educación refiriéndonos a una *Educación a través de las telecomunicaciones y las Nuevas Tecnologías en general*.

La Tele-Educación puede ser a distancia o no. Aquí hablamos de una *tele-educación semipresencial*, basada en el empleo de servicios educativos disponibles en el *World Wide Web* [Herrara-98], materiales multimedia, CD-ROMs interactivos [Cedetel-97], correo electrónico, videoconferencias, conferencias de texto o pizarras compartidas [Verdú-97a, González-97a]… que empleados adecuadamente, pueden ayudar a mejorar la calidad de enseñanza y a proporcionar un mejor y más igualitario acceso a la educación. El *qué* y el *cómo* del empleo de estas herramientas de tele-educación se tratará en capítulos posteriores.

La *Sociedad de la Información*, a través de la *Tele-Educación*, puede contribuir a dar una mejor educación, más accesible. Por ejemplo, puede compensar las desventajas que sufren los niños de zonas rurales frente a los de zonas urbanas. Por

ejemplo, en el **Pueblo Electrónico de Blacksburg** (**Blacksburg Electronic Village**), Virginia, las escuelas han realizado proyectos variados. Uno de ellos, en el cual participaban cuatro escuelas y la Facultad de Tecnología de Virginia, consistía en el desarrollo de un laboratorio de ciencias virtual con acceso colaborativo a software de simulación. Pues bien, este proyecto estuvo motivado por la falta de profesores, equipos, y otra serie de problemas frecuentes en las escuelas rurales [Carroll-96a].

En España, el proyecto **Aldea Digital** [MEC-98] es la única iniciativa con peso que se conoce para introducir las NTICs en el modelo organizativo rural. Es iniciativa del MEC y cuenta con el apoyo económico de empresas bancarias y de telecomunicaciones. Pretende la utilización de los servicios tipo Internet (correo electrónico, WWW, grupos de noticias) así como otros servicios más avanzados como videoconferencia por RDSI. El proyecto piloto se ha puesto en marcha durante este año 1998 en Teruel y todavía no se han publicado resultados significativos. Lo que sí se sabe es que el MEC ha proclamado su éxito y está dispuesto a extenderlo a otras comunidades autónomas. En Castilla y León parece que va a ser puesto en marcha en la provincia de Zamora.

Para terminar hay que señalar que las agrupaciones escolares que se producen en el mundo rural en forma de Colegios Rurales Agrupados también se producen a niveles educativos más altos, como en las Universidades.

La característica fundamental de todas estas agrupaciones es una *falta de comunicación*, por lo que es evidente la necesidad de construir una red de comunicación que use una tecnología accesible, barata, simple y duradera, con perspectivas de futuro; y que sea eficiente desde el punto de vista pedagógico. Esta red no tiene por qué suplantar el aula, aunque sí debería modificar el aspecto de esta y la forma de trabajar en ella.

Hablamos de nuevos espacios de formación, caracterizados fundamentalmente por el empleo de las Nuevas Tecnologías, el cambio en la metodología y el acercamiento a la nueva *Sociedad de la Información*.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

CAPÍTULO 4: Nuevos espacios de formación: Internet en las Escuelas vs Intranet Educativa

Como ya ha quedado reflejado en capítulos anteriores, el avance tecnológico supone una revolución en todos los aspectos de la vida cotidiana, incluido el de la educación. Sin embargo en los centros educativos esta evolución se produce mucho más lentamente que en otros campos como la medicina, la industria, etc.

En el capítulo 2 contábamos como Papert ponía de manifiesto este hecho en su *Máquina de los niños* [Papert-93], con la historia del viaje en el tiempo de médicos y maestros del siglo pasado a nuestros tiempos. El resultado era que los médicos no comprenderían la forma de actuar de los cirujanos actuales pero los maestros del siglo pasado comprenderían perfectamente los métodos utilizados en las aulas, y en poco tiempo, serían perfectamente capaces de impartir ellos mismos las clases. Los centros educativos y las aulas no han cambiado tanto.

4.1 Definición de los aspectos clave en la introducción de las NTICs en la educación

A pesar del rechazo de algunos profesionales del mundo educativo al cambio impulsado por la revolución tecnológica [Sancho-94], poco a poco en los centros educativos va aumentando el número de ordenadores y las conexiones a Internet.

Los ordenadores llevan ya bastante tiempo en las aulas, pero su introducción ha sido lenta y hoy todavía su utilización es escasa y deficiente. Podríamos afirmar que

este problema no ha sido debido únicamente a la escasez de presupuesto para nuevas tecnologías, sino que también ha influido notablemente la deficiencia de las aplicaciones educativas existentes: pocas y de escasa calidad pedagógica [Sancho-94, Barajas-94, EUCommission-96]. Además, muchas veces los materiales son traducciones, lo que supone otra deficiencia pedagógica a causa de la evidente falta de contextualización [Moral-95].

El resultado es que, aún incluso en los casos en los que se introdujeron los ordenadores en programas educativos con la convicción de que los alumnos leerían mejor, aprenderían mejor y trabajarían de forma cooperativa y más creativa, el ordenador no respondió a las expectativas de los que confiaban en su utilización en las aulas [Jurema-95].

Estamos, por tanto, ante un problema de doble vertiente: por un lado tenemos el problema de las infraestructuras informáticas (por ejemplo, número y características de los ordenadores)[17] y por otro, y quizás más importante, el problema de los contenidos educativos (por ejemplo materiales multimedia y servicios sobre redes tipo Internet).

Lo que está ocurriendo ahora con el acceso a redes de ordenadores como Internet, es algo muy parecido. Primero aparece en los centros educativos el problema de las infraestructuras: no hay suficiente presupuesto para el empleo de nuevas tecnologías porque no se justifica dicho gasto (pizarra, pupitres, tizas,… son necesarios; los ordenadores, el acceso a Internet,… son interesantes, pero no necesarios). Por tanto, ¿cuál es realmente el principal problema?, ¿la infraestructura? Esta cuestión debe ser analizada, porque puede tener múltiples respuestas.

Es cierto que en la actualidad podemos encontrar variedad de materiales y servicios educativos. Algunos de ellos pueden resultar interesantes para los profesores y atractivos y formativos para los alumnos, pero existe el problema de los medios. En

[17] El problema de infraestructuras se reduce muchas veces al problema económico, sobre todo en entornos educativos. Por tanto, aunque no se diga explícitamente, siempre que se mencione dicho problema, se está considerando su causa primera: la limitación en el presupuesto destinado a la tecnología *o a la utilización de esta*. No hay que olvidar que el acceso a Internet a través de una conexión telefónica conlleva un gasto proporcional al tiempo de uso (el gasto por el uso de la línea telefónica). Como se comentará más adelante (al profundizar en el problema de infraestructuras), hoy en día parece ser que existe infraestructura en muchos centros para conectarse a Internet, pero no hay presupuesto para pagar la línea telefónica empleada para el acceso a Internet.

bastantes centros todavía no tienen conexión a Internet, simplemente una serie de ordenadores aislados. En estos casos el primer problema por resolver podría ser el de las infraestructuras.

Pero existen otros centros en una situación muy distinta. En España, a nivel nacional existe una antigua iniciativa del Ministerio por la que se proporciona conexión a Internet a un buen número de colegios (pero sin una utilidad mucho mayor). Los centros se encontraron con un acceso a Internet que no habían solicitado y, lo más importante, que no sabían qué les podía ofrecer ni cómo usarlo adecuadamente. El resultado es que en muchos casos ese acceso a Internet se utiliza simplemente para el correo electrónico de algunos profesores y en la gran mayoría de los casos no se emplea para cosas relacionadas directamente con la docencia.

Según datos publicados en la prensa regional [Heras-98], en España actualmente el 87 % de los Institutos de ESO y 1500 colegios de Infantil y Primaria están conectados a Internet, porcentajes muy bajos en comparación con otros países europeos. Por ello el MEC ha puesto en marcha un programa denominado 'Educación en la Red' mediante el cual los 20000 centros públicos y privados de Primaria y Secundaria se conectarán durante este y los dos próximos años a Internet.

Por tanto, ahora podría surgir la siguiente disyuntiva: en realidad, ¿cuál es el problema principal, el de las infraestructuras o el de los contenidos educativos? En este caso, no sería el de infraestructuras. ¿Lo es entonces el de contenidos? Es posible. Quizás haya que añadir una tercera vertiente del problema: la información y la formación.

- ¿Qué ofrecen las nuevas tecnologías?
- ¿Cómo pueden utilizarse para mejorar la calidad de la vida educativa?
- ¿Cómo pueden utilizarse para mejorar el proceso de enseñanza/aprendizaje?
- ¿Deben cambiar los métodos?
- ¿Cuáles son los nuevos roles del profesor y los alumnos?
- ¿Cómo formar en el uso instrumental de las nuevas tecnologías?

Si pensamos de nuevo en la introducción de los ordenadores en las escuelas, podemos ver la analogía: muchos profesores se encontraron con ordenadores en sus

centros sin saber cómo y para qué utilizarlos (salvo como máquina de escribir, por ejemplo). Contaban con la infraestructura pero no sentían su necesidad.

Concretando, hay tres aspectos importantes a la hora de introducir una nueva tecnología, con los problemas y necesidades adyacentes a cada uno de ellos. Estos son:

- Infraestructuras
- Información y Formación
  - Mejora en la igualdad de oportunidades
  - Definición de los métodos de enseñanza/aprendizaje
  - Roles profesor y alumnos
  - Formación en el uso instrumental de las NTICs
- Contenidos educativos (materiales y servicios)

Tradicionalmente, como ocurrió de forma general al introducir los ordenadores en las escuelas, ocurre lo siguiente: por una iniciativa de cualquier naturaleza (privada, proveniente del Ministerio, etc.) se dota a determinados centros de una cierta infraestructura (ordenadores, por ejemplo). Pasa un cierto tiempo hasta que aparecen materiales y contenidos utilizables en las escuelas, normalmente materiales comercializados que se intentan aprovechar para su empleo en las escuelas. Muchos de ellos no han sido diseñados específicamente como material educativo, e incluso los que sí lo son, no son de mucha calidad pedagógica.

Por otra parte, existe una falta de formación respecto al empleo del ordenador [EUCommission-96]. Podríamos pensar, entonces, que los pasos naturales hubiesen sido: dotación de infraestructuras, formación y, por último, muestra de contenidos educativos y su utilización. Sin embargo, si proporcionamos formación sin ofrecer contenidos o servicios, puede faltar la motivación, por lo cual el proceso de aprendizaje se verá seriamente trastocado (hay que tener en cuenta que la motivación es el factor que más influye en la diferencia entre éxito y fracaso, y que dicha motivación se promueve con el trabajo en problemas reales [Norman-96]). Existirá necesidad de formación cuando ofrezcamos unos contenidos atractivos y adecuados a

los fines educativos. Por supuesto, la infraestructura es la necesidad última. Simplemente es el medio. Su necesidad siempre dependerá de la utilidad deseada.

Por tanto, estos podrían ser los pasos:

1. Información y diseño de contenidos educativos. Consciencia de la utilidad de los servicios a través de las nuevas tecnologías.
2. Formación en el empleo de infraestructuras y servicios.
3. Para cada caso particular: definición de las necesidades en infraestructuras y dotación, en su caso.

Esto sería la fase inicial, ya que luego se irían renovando todos los aspectos: diseño de nuevos servicios en función de las necesidades, evaluación, formación continuada y actualización de infraestructuras.

Pero siendo realistas, en la mayoría de los casos nos encontraremos con una infraestructura dada y limitada. Por ejemplo, a pesar de que la eficiencia de la multimedia en la educación ha sido demostrada con numerosos experimentos, uno de los obstáculos a su empleo en las escuelas sigue siendo la falta de equipos, los cuales con frecuencia están obsoletos y raramente están conectados a las redes de telecomunicaciones [EUCommission-96]. El factor económico es determinante en este sentido.

4.2 Internet en las Escuelas vs Intranet Educativa

Antes de empezar con la aclaración de los conceptos ***Internet en las Escuelas*** e ***Intranet Educativa***, es importante resaltar que nos centramos especialmente en las NTICs integradas dentro del proceso de aprendizaje o empleo de las NTICs como *medio* de enseñanza y aprendizaje (frente a empleo de las NTICs en el proceso de aprendizaje como *objeto* o como *aspecto* [Plomp-97]). Se trata de un medio a integrar en el proceso educativo; no es un medio substituto del profesor ni, en principio o de forma general, de otros medios o instrumentos educativos.

Los conceptos ***Internet en las Escuelas*** e ***Intranet Educativa*** que proponemos difieren de una manera tan importante en la definición de sus servicios, recursos y objetivos, que las infraestructuras necesarias para su implantación son muy diferentes.

A continuación, daremos una definición de ambos términos y los compararemos, para luego pasar a clarificarlos con algunos ejemplos prácticos de experiencias reales.

4.2.1 Internet en las Escuelas

Esta alternativa supone el empleo de la red Internet por parte de profesores y alumnos, como medio de búsqueda de información, comunicación y colaboración. La potencialidad pedagógica de Internet como instrumento para el aprendizaje tiene sus fundamentos en los principios de tres teorías del aprendizaje: la del constructivismo, la de la conversación y la del conocimiento situado [Borrás-97].

La plasmación de esta alternativa en experiencias concretas puede ser muy diversa: utilización de servicios educativos diseñados específicamente para tal fin, empleo de materiales multimedia educativos distribuidos por la red o en incluso en CD-ROM, realización de trabajos en colaboración con otros centros, etc. Su principal característica es que el empleo del ordenador y de la red Internet se realiza de manera esporádica, como complemento de alguna asignatura o para realizar alguna tarea especial como un trabajo, etc.

Sin embargo la esencia del sistema educativo no cambia, así:

- El conocimiento se divide en cursos (a los que asisten los alumnos en función de la edad, fundamentalmente) y, dentro de cada curso, en asignaturas. Recordemos que esta división en cursos y asignaturas tiene su origen en la escuela basada en los libros de texto. Dicha organización, como se vio en el capítulo 2 (apartado 2.2.4), permite hacer un buen uso de los libros de texto, pero no se justifica desde el punto de vista pedagógico. En la nueva sociedad la información ya no se encuentra de forma exclusiva en los libros de texto. Internet es una fuente inmensa de información y además contamos con otros

soportes como el CD-ROM, que permiten almacenar cantidades muy grandes de información multimedia.

- Los alumnos asisten a las clases de las diferentes asignaturas en el horario preestablecido.
- Las clases son fundamentalmente de tipo magistral, aunque cada vez se potencia más la participación de los alumnos, el trabajo en grupo,… pero siempre como una actividad especial, y no de manera habitual o como método principal de trabajo.

Podemos definir, por tanto, ***Internet en las Escuelas*** como *la integración de Internet (y los servicios que conlleva) en la enseñanza actual, basada en el currículo*. En ***Internet en las Escuelas***, la *Red* y los servicios que ofrece son un instrumento más.

Internet en las Escuelas facilita el acceso global a cierto tipo de servicios de apoyo a la enseñanza tradicional, que pueden ofrecerse a través de la *Red* y llegar hasta las zonas rurales y zonas dispersas geográficamente. También facilita la comunicación y la integración de los centros en proyectos comunes.

La infraestructura mínima necesaria en un centro viene dada fundamentalmente por la de un acceso a Internet: ordenadores PC o MAC[18], módem y línea telefónica. Estos requisitos mínimos hacen esta alternativa como la más factible actualmente en los centros educativos de Castilla y León.

Además, cada vez son más los contenidos educativos que se producen siguiendo esta filosofía [Disney-98].

4.2.2 Intranet Educativa

Esta es una alternativa orientada a una enseñanza fuertemente basada en el uso del ordenador. Se trata de utilizar el ordenador y la red Internet como base para la docencia. En este caso los métodos de enseñanza y los procesos de aprendizaje son

[18] Con unas características mínimas.

muy diferentes a los tradicionales (que se mantienen en su esencia con ***Internet en las Escuelas***).

Se pasa de una enseñanza basada en el currículo a una enseñanza basada en el autoaprendizaje guiado, el aprendizaje activo y el trabajo en grupo. Es un cambio total en cuanto a estructuración de contenidos, proceso de aprendizaje, organización y aspectos pedagógicos.

La ***Intranet Educativa*** define el sistema educativo de *la Sociedad de la Información*: un nuevo modo de aprender, cambio en los roles de profesores y alumnos, etc. Una de las principales ventajas que proporciona la ***Intranet Educativa*** es que facilita el aprendizaje colaborativo frente al aprendizaje competitivo de la escuela tradicional. En ésta se motivaba a los alumnos mediante la competición. En la nueva escuela, la de *la Sociedad de la Información*, se les debe motivar a través de la colaboración.

El aprendizaje colaborativo [Mülhäuser-95, Smith-95, Gutwin-95] tiene múltiples ventajas entre las que se puede destacar que aumenta la motivación en el trabajo y la productividad, y supone además una preparación importante para el trabajo profesional en equipo. El trabajo de los alumnos en grupo permite posibilidades múltiples en la utilización de los espacios y los tiempos escolares y permite al docente aprovecharlos mejor: puede dedicar más tiempo a los grupos que tienen mayores dificultades o repasar diferentes asignaturas en cada grupo según las necesidades de los alumnos en ese momento. Éstas son estrategias eficaces y probadas contra el fracaso escolar, por lo que se puede conseguir una mayor efectividad (y, al reducir el fracaso, también una reducción de costos) [Aguerrondo-97]. En definitiva, permite romper con la escuela igualatoria de la Sociedad Industrial, de la que hablábamos en el apartado 2.2.4 del capítulo 2, facilitando la enseñanza individualizada.

Podemos definir, entonces, la ***Intranet Educativa*** como *un* ***nuevo sistema educativo****, en el cual ordenadores, redes, multimedios y servicios de telecomunicación se emplean como instrumentos* ***fundamentales*** *dentro de los* ***nuevos*** *métodos, que están basados en el autoaprendizaje guiado, el aprendizaje activo y el aprendizaje colaborativo*. Por tanto, para hablar de la ***Intranet Educativa*** debemos hablar de nuevos medios y, sobre todo, nuevos métodos.

La ***Intranet Educativa*** requiere mucha más inversión en infraestructuras informáticas para los colegios que ***Internet en las Escuelas***. Si bien la infraestructura mínima necesaria depende de la implementación concreta de ***Intranet Educativa*** que se desee crear, aquí se presenta de forma orientativa, lo que requeriría un centro para implantar como proyecto piloto una ***Intranet Educativa***:

- Cinco PCs multimedia conectados en red local
- Una impresora
- Un escáner
- Una cámara de vídeo, para uno de los PCs
- Un *Infolink*, que ofrece a cada puesto de la red local la posibilidad de acceder a Internet e InfoVía, o similar.

La realidad actual es que los centros no tienen presupuesto para crear aulas informáticas con conexión a Internet para uso generalizado por parte de los alumnos. Muchos tienen conexión a Internet, pero aislada en un solo ordenador y para la utilización exclusiva del profesorado. Además hay que contar con el coste de utilización de la línea telefónica, que se incrementa con el tiempo de conexión.

En el capítulo 5 veremos algunas infraestructuras alternativas a la del acceso a Internet a través de la línea telefónica y estudiaremos la viabilidad tecnológica y económica de la ***Intranet Educativa*** con cada una de ellas. Podemos adelantar que la capacidad, el bajo coste y la posibilidad de conexión permanente que nos ofrecen las redes de televisión por cable o redes CATV [Parrilla-96, Gingold-96], hacen de éstas una seria alternativa para la ***Intranet Educativa***.

4.2.3 Comparación de ambos conceptos

La diferencia fundamental entre ***Internet en las Escuelas*** y la ***Intranet Educativa*** es que la segunda está orientada a una enseñanza fuertemente basada en el uso del ordenador e implica un cambio importante en los métodos de enseñanza y en el sistema educativo curricular.

La Intranet Educativa (uso intensivo del ordenador) requiere mucha más inversión en infraestructuras informáticas para los colegios que Internet en las Escuelas (uso esporádico como complemento de alguna asignatura). En la actualidad, este hecho implica un riesgo de aumento de la desigualdad de oportunidades, poniendo en clara desventaja a los centros de enseñanza pública frente a los de enseñanza privada y a los centros de zonas rurales frente a los de zonas urbanas (que suelen tener más recursos económicos). Las NTICs pueden erradicar los desequilibrios existentes, pero sólo en el caso de que haya igualdad de oportunidad para acceder a ellas. Si no es así, pueden incluso reforzarlos [Poelchau-97, Power-97].

Internet en las Escuelas es un proyecto más factible a corto plazo para los centros, y puede servir como primera fase de transición hacia la ***Intranet Educativa***. Esta última deberá basarse en una tecnología accesible, barata y fácil de usar, de forma que el acceso, aunque más a largo plazo, pueda ser generalizado. Trataremos este aspecto en el capítulo 5.

En la tabla 4.1 se comparan las dos alternativas según los diferentes aspectos definidos en el primer apartado de este capítulo.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

	Internet en las Escuelas	***Intranet Educativa***
Infraestructura requerida[19]	Poca – Conexión a Internet esporádica – Número bajo de ordenadores (empleo por turnos)	Mucha – Conexión a Internet frecuente – Número alto de ordenadores (uso habitual)
Igualdad de Oportunidades	Puede aumentar	Riesgo de disminuir
Métodos de enseñanza	Pueden mantenerse	Nuevos
Roles Profesor/Alumnos	No cambian necesariamente (aunque a veces lo hagan)	Cambian: – Profesor = guía en el proceso – Alumno = aprendizaje activo
Formación en el uso instrumental	Importante	Fundamental
Contenidos Educativos[20]	Servicios y materiales *de apoyo*	Servicios y materiales *básicos*

Tabla 4.1: Comparación de *Internet en las Escuelas* con la *Intranet Educativa*

Para clarificar los conceptos anteriormente desarrollados, se presentan a continuación distintas experiencias de cada una de las alternativas comparadas.

4.2.4 Experiencias de Internet en las Escuelas

A nivel europeo existen desde hace algunos años diferentes proyectos piloto en los que se hace uso de la comunicación a través de Internet para, entre otras cosas, hacer trabajos escolares conjuntos entre colegios de diferentes países. Veamos algunos ejemplos más concretos:

- Proyecto **Internet en las Escuelas** [Verdú-97b, Rodríguez-98a]: es un proyecto realizado por CEDETEL en colaboración con la Junta de Castilla y León. Ofrece a

[19] Hacemos aquí referencia sólo a requisitos generales de la infraestructura necesaria que, como ya se ha comentado, tienen importantes connotaciones económicas. El estudio más detallado de las infraestructuras se hará en el capítulo 5.

profesores y alumnos de los centros de Primaria y Secundaria de Castilla y León, que dispongan de acceso a Internet, una serie de servicios, entre los que cabe destacar la *Tutoría Electrónica* y la *Orientación Universitaria*. El proyecto **Internet en las Escuelas** se analizará más detalladamente en el capítulo 6, junto a **La Aventura Educativa** de ***Infoeduca***, experiencia que también englobamos dentro de esta categoría.

- **Netd@ys Europe** [Techno-Z-98, EuropeanC-97]: el objetivo de este evento europeo, que tuvo lugar por primera vez en Europa en octubre de 1997, es concienciar e informar al sector educativo sobre las oportunidades pedagógicas que ofrecen las NTICs. Para ello se han llevado a cabo multitud de iniciativas que han desembocado en una gran variedad de actividades. La mayor parte de ellas han hecho uso de servicios como el correo electrónico y el Worl Wide Web, aunque también se han empleado equipos de videoconferencia. Han participado 15000 escuelas, y más de 5000 se han conectado por primera vez a Internet como consecuencia de este proyecto (que sigue en curso durante el año 1998 [EuropeanC-98]).

- **Proyecto Grimm**: es un proyecto educativo cuyo principal objetivo es el de introducir las Nuevas Tecnologías en las aulas de colegios de Educación Infantil, Primaria y Secundaria, para que puedan ser utilizadas como una herramienta más para profesores y alumnos en los procesos de aprendizaje [Apple-98]. Este proyecto es uno de los que más cerca está de ser Intranet Educativa, pero no lo es. A pesar de los grandes cambios que se han producido en muchos centros participantes, no ha habido cambios substanciales en el sistema educativo aplicado. Un elemento clave por lo que podemos decir que el Proyecto Grimm no es una Intranet Educativa es que cualquier colegio es susceptible de incorporarse al proyecto siempre que utilice al menos un ordenador Macintosh. La compañía Apple le regala al centro, aparte de cierto material educativo, un módem y una conexión a Internet durante un año.

  El motivo de que este proyecto esté cercano al concepto de Intranet Educativa, es que promueve el cambio de roles del profesor y los alumnos, así como de los métodos. De hecho, la colaboración de Apple en el Proyecto Grimm se produjo

[20] Los aspectos de materiales y servicios educativos se tratarán en el capítulo 6.

por la similitud de dicho proyecto con el proyecto ACOT, que hemos englobado dentro de las experiencias de Intranet Educativa y que se describe en el siguiente apartado.

Existen muchos otros proyectos o experimentos piloto de Internet en las Escuelas. Algunos más a mencionar son:

- *Web for Schools* (http://wfs.eun.org/),
- *Net-Teacher* (http://www.dirac.es/net-teacher/inicio.htm),
- *Ednet Ireland - Connecting Irish Schools* (http://www.iol.ie/ednet/),
- *Eduvinet* (http://www.merian.fr.bw.schule.de/eduvinet/),
- *The Brakenhale School* (http://www.brakenhale.berks.sch.uk/), y
- *Edu-Station* (http://www.disney.com/EducationalProductions/) de Disney Educational Productions, entre otros.

4.2.5 Experiencias de *Intranet Educativa*

Encontramos menos experiencias dentro de esta categoría. Vamos a comentar dos de ellas:

- **Proyecto ACOT** (*Apple Classrooms of Tomorrow*) [Apple-97]: todo empezó en 1985 en el continente americano. Los educadores de Apple propusieron entonces llevar a cabo un experimento simple. Se crearían entornos en los que la tecnología se utilizase de forma rutinaria, como el papel o los libros, y se observarían sus efectos en la enseñanza. Se seleccionaron algunos colegios públicos y aulas, y dieron a cada alumno y cada profesor dos ordenadores (uno para casa y otro para el colegio). En aquellos momentos esa era la única forma de tener acceso inmediato y rutinario a la tecnología.

  En las clases ACOT, los estudiantes y profesores tienen acceso inmediato a una gran variedad de tecnologías, incluyendo ordenadores, reproductoras de videodisco, cámaras de vídeo, escáneres, dispositivos de CD-ROM, modems, y servicios de comunicaciones en línea, además de diversos programas y

herramientas como procesadores de texto, sistemas de bases de datos y paquetes gráficos. En las clases ACOT, la tecnología es vista como una herramienta para el aprendizaje y un medio para pensar, colaborar y comunicarse.

- En España, a nivel privado destacan los **colegios San Estanislao de Koska** (**SEK**) que utilizan la multimedia e Internet como base para su docencia en un *escenario de aprendizaje basado en los objetivos* [Schank-96]. El **Sistema Educativo SEK** se desarrolla en un nuevo espacio docente, el *Aula Inteligente*: es un aula abierta (distinta de las aulas típicas empleadas en las clases magistrales) donde los alumnos trabajan en equipo y con un horario flexible.

  Cuando en el capítulo 2 hablábamos del espacio como contexto de acción en la educación (apartado 2.1.2), vimos que el modo de ocupación del espacio físico influye en los procesos educacionales y en los roles que toman en ellos profesores y alumnos. Por eso es importante la disposición física creada en las *Aulas Inteligentes* de los centros **SEK**. En estas aulas no hay una tarima para el profesor ni los pupitres están dispuestos de forma horizontal en filas, sino que están agrupados de forma que los alumnos, divididos en grupos pequeños, se colocan alrededor de mesas de trabajo común. Los profesores pueden trabajar de forma individual con cada grupo de trabajo y los alumnos pueden decidir cómo distribuir su tiempo.

  En el sistema **SEK** no existe la estructura por asignaturas, sino grandes áreas de conocimiento y son los propios alumnos los que tienen la responsabilidad de organizarse para cumplir los objetivos propuestos, siempre contando con la ayuda y apoyo de los profesores. Estos pasan a ser guías en el aprendizaje, participando en todas las fases del proceso educativo. El **Sistema Educativo SEK** describe perfectamente lo que nosotros hemos definido como ***Intranet Educativa***.

4.3 Conclusiones

Como los propios participantes del proyecto ACOT apuntan, pocos colegios pueden ofrecer el grado de acceso a la tecnología que se da en las clases de ACOT. Es por

ello por lo que todavía no encontramos muchas experiencias de lo que aquí hemos definido como ***Intranet Educativa***.

Además, es necesario un gran cambio en los métodos de instrucción, que no es posible sin un cambio previo de la mentalidad del mundo escolar. Este cambio de mentalidad supondrá el diseño de nuevos métodos de aprendizaje, nuevos currículos,… y, ¿por qué no?, nuevos diseños presupuestarios en los que se asigne un presupuesto importante, no sólo para la adquisición de tecnología, sino también para su mantenimiento, actualización y, por supuesto, su utilización.

En este sentido, un proyecto de ***Internet en las Escuelas***, si bien no llega a cumplir los requisitos necesarios para las nuevas escuelas de la *Sociedad de la Información*, puede ayudar a que se produzca ese necesario cambio de mentalidad. Una muestra de ello es que en la evaluación de muchos de los proyectos que hemos englobado bajo el término ***Internet en las Escuelas***, se ha llegado a la conclusión de que existe la necesidad de reestructurar el currículum, así como redefinir el rol y las tareas de los profesores (por ejemplo, en **Web for Schools** [Assche-96]), lo que supone una convergencia hacia la ***Intranet Educativa***. De hecho, no es posible llegar a la ***Intranet Educativa*** sin pasar por ***Internet en las Escuelas***; de ahí la importancia de esta última.

CAPÍTULO 5: Estudio de Infraestructuras

En éste capítulo se estudian las posibilidades de las redes de telecomunicación actuales para ofrecer servicios tanto de tipo ***Internet en las Escuelas*** como del tipo ***Intranet Educativa***, conceptos definidos en el capítulo anterior.

En el Libro Blanco de las Telecomunicaciones de Castilla y león [Fundesco-94, pág.182] se propone una infraestructura multimedia única de ámbito regional que sirva como soporte de almacenamiento y transmisión de materiales didácticos de alta calidad. RETECAL, el nuevo operador de telecomunicaciones por cable de Castilla y León, también propone en su diseño el mismo concepto, dentro de su *Intranet Regional*. Por último, el nuevo Plan Director de Infraestructuras y Servicios de Telecomunicaciones en Castilla y León (1999-2002) incluye una infraestructura de este tipo (denominada Red Educativa).

Consideraremos, además, que hay que llegar hasta las zonas rurales y zonas dispersas geográficamente, donde no siempre es tecnológica y económicamente viable extender un cable. Estudiaremos qué sistemas sin cable pueden ser apropiados para estas zonas.

Para cada caso se diseñará un servicio típico y se estudiará la posibilidad de ofrecerlo con diferentes infraestructuras, en función de las características que requiera. Para ello es necesario distinguir entre los distintos tipo de servicio. Para facilitar esta tarea se englobarán las componentes del servicio diseñado en uno de los siguientes tipos. Vamos a partir de la siguiente clasificación general de servicios [Parrilla-96]:

1. Servicios de descarga de información
    - datos: visualización de páginas Web, y todos los servicios relacionados
    - flujos o *streams*: audio, vídeo
2. Servicios punto a punto
    - datos: transferencia de ficheros, interconexión y acceso remoto a LANs o Redes de Área Local
    - tiempo real: telefonía, videoconferencia

Estos grupos representan los distintos requisitos de capacidad de transmisión que un servicio puede tener. Cada aplicación particular que podamos proponer debería encajar en uno, o varios, de estos grupos.

El análisis se centrará en la definición de un servicio educativo, que se apoya en las redes tipo Internet y en servidores Web (este tipo de servicios se discute detalladamente en el capítulo 6). También tendremos en cuenta la posibilidad de comunicación bidireccional de voz e imagen en tiempo real a través de estas redes.

5.1 Infraestructuras de acceso

Antes de empezar vamos a hablar brevemente de qué infraestructuras vamos a considerar para acceder a un servidor educativo[21] en el que residan la mayor parte de los servicios.

La primera posibilidad es el **acceso por InfoVía**. InfoVía es una red creada por Telefónica que permite acceder a diferentes servicios telemáticos, entre ellos el acceso a *Internet*, y al mismo tiempo facilita la comunicación entre usuarios y proveedores. El método de acceso al servicio se realiza a través de la RTB (Red Telefónica Básica) o la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), cuyas prestaciones son superiores a la RTB. Es importante señalar que InfoVía no es una red de acceso a Internet, sino un intermediario entre los usuarios y los proveedores de servicios Internet.

[21] En la sección 6.2.2 puede encontrarse una explicación del concepto de *servidor educativo*.

El sistema más popular hoy en día para el acceso a servicios de telecomunicaciones bidireccionales es la Red Telefónica Básica. Sin embargo, esta red está diseñada para el transporte de voz, por lo que para poder disfrutar de otros servicios como los de datos (por ejemplo, el acceso a Internet) es necesario emplear un módem.

Los modems actuales proporcionan velocidades de 28800 bps a 33600 bps, e incluso empiezan a aparecer modems de 56 Kbps. Estas velocidades pueden resultar insuficientes para algunos servicios, no obstante, es una tecnología barata y de fácil acceso dada la altísima penetración del servicio telefónico básico y la total estandarización de los modems telefónicos que cuentan con una importante penetración en el mercado. Estas razones hacen que, hoy en día, éste sea el sistema de acceso más popular para acceder a servicios bidireccionales (acceso a Internet fundamentalmente).

BIBLIOTECA VIRTUAL

Sin embargo, las bajas velocidades que se consiguen, la ocupación absoluta de la línea telefónica mientras dura la transmisión, así como el sistema de tarificación (dependiente del tiempo de conexión), hacen que esta tecnología no sea la más adecuada como red de acceso a esa gran variedad de servicios a los que debe poder tener acceso la Sociedad de la Información [Parrilla-96].

La RDSI, simplemente con su *acceso básico* (2B+D) proporciona mayor velocidad que los modems telefónicos. Además, al disponer de dos canales, puede dedicarse uno a la transmisión de datos (64 Kbps) y el otro a llamadas telefónicas. Actualmente, el problema de esta tecnología es que el coste resulta elevado para un usuario que generalmente no percibe las ventajas de la misma (aunque esta situación cambiará pronto). Por otra parte, al igual que ocurre con el acceso mediante la red telefónica básica, no se puede mantener una conexión permanente pagando tarifa plana.

Otra alternativa para acceder a servicios de telecomunicaciones es el empleo de un **módem de cable.** Los modems de cable permiten obtener velocidades mucho mayores, a un precio barato, utilizando las nuevas redes de televisión por cable o redes CATV. El ámbito de operación es de área metropolitana.

Por otra parte no resulta rentable extender la red de cable a zonas extensas y poco pobladas, como las zonas rurales de Castilla y león, por lo que para ofrecer un servicio global, tendríamos que acceder por un sistema sin cable, que ofreciese

funcionalidades similares. Se ha propuesto un sistema vía radio, en concreto **LMDS** (*Local Multipoint Distribution System*) a 28 GHz, cuya viabilidad como alternativa a las redes de cable en las zonas rurales de Castilla y León ya ha sido estudiada y validada [Carro-97]. De esta forma el operador consigue disminuir considerablemente los costes de obra y dar un servicio en un tiempo mucho menor, teniendo además un sistema apto para soportar servicios interactivos. Es más, el servicio ofrecido por los sistemas sin cable es totalmente comparable al que ofertan las redes de fibra óptica y cable coaxial [Carro-97], por lo que consideraremos que si un servicio es factible con las redes de cable, también lo será con el sistema LMDS para las zonas rurales.

Por último vamos a considerar el **satélite**. Uno de los sistemas que mayor competencia pueden presentar a las redes de televisión por cable son los sistemas por satélite, fundamentalmente porque cubren los mismos servicios: difusión de televisión (digital en este caso), vídeo casi bajo demanda, pago por visión e incluso acceso a Internet.

Las ventajas de este sistema frente a las redes de televisión por cable son una mayor cobertura (puede llegar a cualquier rincón de la geografía con una antena suficientemente grande) y la velocidad de despliegue de la infraestructura, que es inmediata.

Sin embargo, debido a las grandes distancias entre los satélites geoestacionarios y la Tierra, los retardos de propagación suelen ser elevados, problema importante para los servicios en tiempo real.

Las velocidades en el canal descendente son similares a las de las redes de televisión por cable y por tanto superiores a RDSI, pero en el canal ascendente de nuevo encontramos la limitación de tener que depender de una línea telefónica. Es por ello que sólo las consideraremos para aquellas zonas donde resulta caro o dificultoso llegar con las redes de cable. Será por tanto otra alternativa de red de acceso para las zonas rurales.

5.2 Infraestructura de acceso para Internet en las Escuelas

Recordemos las principales características del espacio de formación descrito por el término Internet en las Escuelas, que definimos en el capítulo anterior. La esencia del sistema educativo no cambia. El empleo de la red Internet y del ordenador se realiza de manera esporádica. El acceso a la red Internet es esporádico y también el empleo de materiales multimedia, por lo que la distribución de éstos se puede realizar en CD-ROM….

Por tanto, se trata de acceder a servicios de apoyo tipo Internet de forma esporádica y por turnos (no hacen falta muchos ordenadores).

Son servicios como el correo electrónico o el WWW, aunque también posibles servicios en tiempo real (voz sobre IP).

Lo primero que vamos a hacer es diseñar un servicio típico para este espacio de formación, para ver sus requisitos y su viabilidad con las diferentes infraestructuras propuestas para la red de acceso.

5.2.1 Diseño de un servicio típico

La descripción y ejemplos de servicios educativos se realizará profundamente en el capítulo 6, pero aquí, con lo que hemos visto hasta ahora, podemos diseñar rápidamente uno típico para Internet en las Escuelas.

Por la descripción del concepto dada en el capítulo anterior, suelen ser servicios basados en el WWW y en la comunicación mediante herramientas como el correo electrónico, tanto para la comunicación entre alumnos y profesor como para la comunicación entre alumnos.

Sin embargo, puesto que se trata de niños y no de adultos, es posible que para la comunicación con el profesor no sea suficiente con una simple herramienta de correo electrónico, sino que necesitemos también un canal de voz en tiempo real. En cuanto a la imagen, no es necesario para este tipo de comunicación contar con imagen en movimiento, sino que bastaría con que el alumno pudiese ver una foto del profesor en la pantalla de su ordenador mientras se comunica con él a través del canal de voz.

Por tanto, tenemos que estudiar la posibilidad de ofrecer los siguientes servicios:

- Servicios basados en la transferencia de páginas Web.
- Servicio de comunicación sobre un canal de voz en tiempo real, concretamente, servicio en tiempo real de voz sobre IP[22].

Como se ha comentado anteriormente cada uno de los dos tipos de servicios hay que situarlos dentro de la clasificación que hemos hecho con anterioridad:

- Servicio de visualización de páginas Web: es un servicio de descarga de datos
- Servicio de voz sobre IP: es un servicio punto a punto en tiempo real

Partiendo de esta definición de servicio típico, vamos a seguir para cada infraestructura propuesta, dos pasos fundamentales, a partir de la capacidad de transmisión con la que contemos y de las demás características de la infraestructura:

1. ¿Qué tipo de página Web podemos descargar? Es decir, ¿qué tamaño máximo de página Web [Nielsen-97a][23] podemos transferir? Este tamaño máximo nos dará una idea del tipo de las páginas Web que podemos transferir (con cuánta cantidad de imágenes, etc.).
2. Posibilidad de ofrecer, junto con el servicio anterior, servicios en tiempo real como voz sobre IP. Para este estudio vamos a suponer que los usuarios que establecen conversación de voz, siguen solicitando la descarga de páginas Web.

5.2.2 Infovía y similar

En este caso, dependiendo de si el acceso a InfoVía se realiza por RDSI o por RTC vamos a tener diferentes velocidades. En cualquier caso, como mucho podemos tener 64 Kbps o hasta 128 Kbps si consideramos que se utilizan los dos canales B de un acceso básico RDSI para la transmisión de datos.

[22] Por ejemplo, como el servicio de voz sobre TCP/IP que proporciona el producto Netmeeting de Microsoft.
[23] El concepto de *tamaño de página* se define como la suma de los tamaños de fichero para todos los elementos que forman una página, incluyendo el fichero HTML así como todos los objetos embebidos (por ejemplo, las imágenes).

Por tanto, vamos a hacer los cálculos para esas dos velocidades de transmisión y para las velocidades de transmisión típicas de los modems, 14.4 Kbps, 28.8 Kbps y 33.6 Kbps[24].

Vamos a suponer un escenario en el que, si existen varios PCs, cada uno tiene su acceso independiente (su correspondiente módem y línea telefónica). Existe otro escenario [Carvajal-98] que nos limita más que consiste en varios PCs conectados en red local y uno de ellos con un módem o línea RDSI para acceder a Infovía. En este caso la capacidad de la conexión se compartiría y habría que seguir otro modelo para los cálculos. En cualquier caso, estamos considerando un escenario en el cual los accesos a Internet no se producen de forma frecuente, así que no es inadecuado suponer que no se compartirá la conexión.

BIBLIOTECA VIRTUAL

5.2.2.1 Tamaño de página Web

Para estimar el tamaño máximo de página Web que se puede transferir hay que conocer cuál debe ser el tiempo de respuesta. Diversos estudios durante muchos años aconsejan lo siguiente al respecto [Nielsen-94]:

- **0.1 segundo** es el tiempo de respuesta límite para que el usuario sienta que la respuesta es instantánea.
- **1.0 segundo** es el límite para que el usuario sienta que se mueve libremente por el espacio de información. El usuario no siente interrupción en su tarea, incluso aunque note que existe un cierto retardo.
- **10 segundos** es el límite para mantener la atención del usuario en la tarea.

Nos interesa, por tanto, considerar los dos últimos límites, para ponernos en un caso en el que el usuario navegaría con mucha comodidad y en otro en el cual el usuario puede mantener la atención en la tarea mientras espera.

[24] La velocidad de la conexión va a venir dada por la velocidad más pequeña de los dos modems implicados, el del usuario y el de InfoVía (o el del proveedor del servicio). Por sencillez, consideraremos que es el módem del usuario el que limita la velocidad, es decir, que si el módem del usuario es de 28.8 Kbps la velocidad de transferencia es esa misma, porque suponemos que el módem del proveedor al cual se conecta es de, al menos, esa misma velocidad.

El tiempo de respuesta en el caso particular de la descarga de una página Web es el tiempo que transcurre desde que el usuario hace 'clic' sobre un hiperenlace hasta que recibe el documento correspondiente en su PC. Dicho tiempo va a venir dado por la suma de dos factores:

tiempo de respuesta = latencia + tiempo de transmisión

donde

la *latencia* es el tiempo que transcurre desde que se solicita la transmisión de la página Web hasta que ésta comienza a ser transmitida, y

el *tiempo de transmisión* es el tiempo que tarda el documento en ser transferido, que depende de la capacidad de la línea y del tamaño de página[25].

El retardo de *latencia* puede ser a su vez consecuencia de múltiples causas, principalmente [Nielsen-97b]:

1. El servidor. Retardo debido al tiempo de procesamiento en el servidor en el que se encuentre la página Web y a la limitada capacidad de la conexión de dicho servidor a InfoVía y/o a Internet. Puesto que el servidor, en general, recibe múltiples solicitudes, éstas podrían sobrepasar la capacidad del servidor. Puesto que no nos interesa analizar el lado del servidor, sino el del usuario, suponemos que hay un número infinito de servidores que pueden ser accedidos y que la carga es distribuida entre ellos. Con esta suposición estamos eliminando el servidor como posible causa de un cuello de botella.
2. Internet en sí misma. Aunque los enlaces están siendo actualizados todavía existen cuellos de botella, especialmente en las horas punta. En este sentido vamos a suponer que la carga en el *backbone* de Internet es pequeña comparada con su capacidad. Así eliminamos también a Internet como posible cuello de botella, ya que tampoco nos interesa centrar en ella el estudio. Es más, en un caso general ni siquiera se tendría que entrar en Internet para obtener un determinado servicio de páginas Web, así que no tiene sentido estudiar los retardos debidos a ella.

[25] No consideramos el retardo de transmisión debido a la transmisión de la solicitud, ya que ésta es de pequeño tamaño y no influye de forma notable.

3. La velocidad del PC y del navegador del usuario. No suelen ser un gran problema. En cualquier caso suponemos que no lo son.

Para no despreciar del todo la *latencia*, vamos a considerar un retardo de 0.5 segundos (que es menor que los que se suelen producir en la mayoría de las conexiones Web actuales) [Nielsen-97a].

Por tanto, si denominamos:

t_r : tiempo de respuesta

I_C : capacidad de la conexión en estudio

L_{pweb} : tamaño de página Web

se cumple que:

$$t_r = \frac{L_{pweb}}{I_C} + latencia = \frac{L_{pweb}}{I_C} + 0.5sg \qquad (5.1)$$

Puesto que nos interesa ver, para unos tiempos de respuesta dados, qué tamaño de página Web podemos permitir, vamos a despejar dicha variable de la ecuación anterior:

$$L_{pweb} = \left(t_r - 0.5sg\right) \cdot I_C \qquad (5.2)$$

Aplicando la ecuación (5.2) para las capacidades de conexión típicas de los usuarios de InfoVía (modems, RDSI) y para los tiempos de respuesta límite comentados anteriormente, tenemos los tamaños máximos de página que se observan en la tabla 5.1.

Antes de comentar estos resultados hay que señalar que no se ha tenido en cuenta la información de control, es decir, la información que añaden los protocolos HTTP (y por tanto las especificaciones MIME), TCP/IP y PPP, SLIP, LAPB o LAPD.

Tendríamos que restar de las cantidades obtenidas la sobrecarga debida a la información añadida por los protocolos, para quedarnos con la información útil, que son los contenidos de la páginas Web. Sin embargo, el no hacerlo no es muy 'grave' en este tipo de servicios de descarga de datos, porque los paquetes serán de longitud máxima y por tanto, la sobregarga será mínima.

Por ejemplo, el protocolo PPP admite en su carga útil datagramas IP de hasta 1500 bytes, por lo que los 4 o 5 bytes de cabecera que añade, más los 3 o 5 que añade en la cola [RFC-1662] suponen muy poca sobrecarga si se forman paquetes de longitud máxima. Y el protocolo SLIP añade a los 1006 bytes de datos que admite únicamente 2 bytes con el carácter END (uno al principio y otro al final), más aquellos caracteres ESC que sean necesario intercalar en los datos para evitar la repetición de los caracteres de principio y de final. Por tanto, se puede despreciar la sobrecarga en un servicio de descarga de datos.

Además algunos protocolos como el SLIP y el PPP comprimen en ocasiones las cabeceras. Por ejemplo SLIP tiene una versión, el CSLIP que realiza una compresión de las cabeceras IP y TCP, reduciendo los 40 bytes fijos de las cabeceras IP y TCP (20+20) a 3 o 5 bytes [Tanenbaum-96].

Por otra parte, no se ha tenido en cuenta la caché de usuario[26], que puede aumentar el tamaño máximo de la página hasta un 20 % [Abdulla-96] ni la comprensión de datos.

I_C \ t_r	1 sg.	10 sg.
14.4 Kbps	900 bytes	16.7 KB[27]
28.8 Kbps	1.8 KB	33.4 KB
33.6 Kbps	2.0 KB	39.0 KB
64 Kbps	3.9 KB	74.2 KB
128 Kbps	7.8 KB	148.4 KB

Tabla 5.1: Tamaño máximo de página Web en función del tiempo límite de respuesta deseado y de la capacidad de la conexión disponible.

[26]Los visualizadores de páginas Web (navegadores o *browsers*) suelen ofrecer un mecanismo de caché para almacenar localmente la información accedida recientemente por el usuario, de forma que si es solicitada de nuevo poco tiempo después, no será necesario volver a descargarla de la red.

[27] KB significa Kilobyte y se cumple que 1 KB = 1024 bytes. Esta magnitud puede ser confusa, ya que a veces se utiliza el valor 1 KB = 2^{10} bytes = 1024 bytes, y otras veces para aproximar se toma 1 K = 10^3 = 1000 unidades. Normalmente para especificar el tamaño de archivos, la cantidad de memoria, etc., se emplea la primera.

¿Qué nos dicen las cantidades presentadas en la tabla 5.1? Una forma de estudiarlo es compararlas con el tamaño medio de las páginas Web. A este respecto se han realizado algunos experimentos [Sullivan-96-98a, Sullivan-96-98b]. Unos realizados a mediados de 1997 obtuvieron un tamaño medio de página de 44 KB y otros más recientes, de primavera de 1998, y realizados con más muestras han obtenido un tamaño medio de 61 KB. En estos experimentos también se observó que, a pesar del valor tan alto para el tamaño medio de página, el 50 % de las páginas no superaba los 32 KB.

En este caso es más significativo el hecho de que el 50 % de las páginas no superan los 32 KB, ya que un porcentaje muy bajo de páginas de gran tamaño han podido elevar mucho el valor medio.

Para tener otra perspectiva más, se ha calculado el tamaño medio de las páginas de *Internet en las Escuelas* (http://www.intesc.cedetel.tel.uva.es), proyecto introducido en el capítulo anterior y que se describirá más detalladamente en el siguiente. Dicho tamaño ha resultado ser de 42 KB, con una variación entorno al valor medio muy baja.

A primera vista ya se puede observar que, con los tamaños de páginas Web actuales, es imposible ni siquiera utilizando los dos canales B de un acceso básico RDSI obtener un servicio de transferencia de páginas Web con tiempo de respuesta de 1 sg., tiempo que nos permitiría trabajar sin interrupción. Partimos por tanto ya de un servicio que suponemos que requiere interrupciones, pero debemos intentar mantener la atención del usuario, respetando el límite de tiempo de respuesta de 10 sg.

Si comparamos los valores obtenidos en la tabla para un tiempo de respuesta de 10 sg., con los 42 KB que tienen de media las páginas de Internet en las Escuelas, podemos concluir que sólo con línea RDSI podemos garantizar un funcionamiento correcto desde el punto de vista del tiempo de respuesta. Pero teniendo en cuenta la caché de usuario (las imágenes, por ejemplo, que se repiten en muchas páginas de Internet en las Escuelas, sólo se transfieren la primera vez), y que los experimentos anteriormente comentados reflejaban que el 50 % de las páginas son menores de 32 KB, los usuarios de modems de al menos 28.8 Kbps también podrían utilizar el servicio de forma satisfactoria. Los usuarios de modems de 14.4 Kbps podrían

utilizarlo, pero los tiempos de respuesta no permitirían al usuario seguir la tarea sin cambiar a otra mientras espera por una página.

Recordemos que hemos considerado el escenario de que la línea, ya sea telefónica convencional o RDSI, no se compartida por diferentes usuarios. En el caso de que diferentes ordenadores, dispuestos en forma de red de área local, compartan un módem o línea RDSI habría que considerar el número de posibles usuarios accediendo de forma simultánea al servicio [Carvajal-98]. En este caso el empleo de un servidor proxy que realizase caché a nivel de red (en función de las peticiones de los usuarios) mejoraría mucho las posibilidades del sistema.

5.2.2.2 Servicios en tiempo real: voz sobre IP

BIBLIOTECA VIRTUAL

Para transmitir voz sobre líneas de teléfono ordinarias se necesitan 64 Kbps para mantener la calidad de sonido, pero los nuevos algoritmos de compresión permiten que la voz digitalizada sea transmitida sobre Internet a velocidades menores de 8 o 10 Kbps [Dutta-Roy-98]. La calidad de voz no es tan buena como sobre la línea de teléfono ordinaria pero es bastante aceptable, aunque todavía hay problemas de latencia en la transmisión, retardos de procesado, pérdida de paquetes...

Para prestar un servicio de *voz sobre IP* vamos a suponer que se emplea la codificación estándar ITU G.729a que proporciona muestras de 20 bytes cada 20 ms, generando un flujo de 8 Kbps de voz con calidad similar a la obtenida con la modulación PCM tradicional (que requiere 64 Kbps). Además, el estándar propuesto por la IETF para transmisión de datos en tiempo real es el protocolo RTP (*Real-time Transport Protocol*), que añade 12 bytes de cabecera, a los que hay que sumar los 8 bytes de cabecera del protocolo UDP y los 20 bytes de cabecera del protocolo IP.

Sin considerar la información de control de los protocolos de enlace de datos (por ejemplo, SLIP o PPP), tendríamos en total 60 bytes cada 20 ms (24 Kbps). Pero en este caso no es como en la descarga de información, que se transmiten paquetes de longitud máxima.

Aquí, para respetar la tasa de transmisión continua que requiere un servicio de voz, es necesario enviar sólo 20 bytes de información de voz cada 20 ms, por lo que la sobrecarga debida a las cabeceras es importante, ya que supone necesitar mucha más velocidad de línea. Por eso vamos a considerar que se emplea un protocolo PPP sin comprensión de cabecera que añade 5 bytes de cabecera y 3 de cola al datagrama IP [RFC-1662]. En total, tenemos 8 bytes más debidos al protocolo PPP.

Con esta suposición en total se transmiten 68 bytes, de los que tan sólo el 29.4 % transporta información de voz. Necesitamos por tanto una tasa binaria de 27.2 Kbps.

Puesto que se debe proporcionar simultáneamente los servicios de voz sobre IP y de descarga de páginas Web, necesitamos al menos una conexión de capacidad 64 Kbps para ofrecer los dos servicios adecuadamente. Con esta conexión, y utilizando el servicio de voz, quedarían 36.8 Kbps para la descarga de páginas Web, que aplicándolo a la ecuación (5.2) y con un tiempo de respuesta de 10 sg, resulta un tamaño máximo de página Web de 42.7 KB, que se puede considerar aceptable, según lo comentado anteriormente.

El empleo de un acceso básico RDSI garantiza que se pueda ofrecer el servicio adicional de voz.

5.2.2.3 Resumen de posibilidades

Un servicio adecuado de descarga de páginas Web se puede ofrecer sobre conexiones de al menos 28.8 Kbps, aunque se recomiendan velocidades mayores. Por tanto, un servicio como Internet en las Escuelas se puede acceder con cualquiera de los modems actuales (salvo los de 14.4 Kbps o menos, que ya se consideran obsoletos).

Sin embargo, si queremos ofrecer un servicio de voz sobre IP, necesitamos conexiones de al menos 64 Kbps, para poder ofrecer de forma simultánea los dos servicios. En este caso un acceso básico RDSI es lo más idóneo y nos proporciona capacidad de sobra para los dos servicios.

5.2.3 Módem de cable + LMDS

El escenario consiste en usuarios en una ciudad grande y la información está en un servidor situado en dicha ciudad, de forma que no es necesario acceder a Internet (a pesar de que es posible el acceso a Internet), pero así evitamos considerar el cuello de botella de Internet. Además es una situación realista, ya que el servicio que se ofrece puede ser de carácter metropolitano. Y el acceso a Internet puede ser una parte adicional del servicio.

La red de cable no es rentable en todas las zonas, por lo que en dichas situaciones se accederá a los servicios a través de LMDS que, como ya hemos indicado anteriormente, es capaz de ofrecer los mismos servicios que las redes de cable. A este respecto hay que añadir que se han hecho pruebas que demuestran la viabilidad de los sistemas microondas para servicios en tiempo real, como la telefonía [Carro-97].

En los sistemas de modems de cable confluyen diferentes tipos de información (voz, acceso a Internet, vídeo) procedentes de múltiples usuarios simultáneamente. Esta característica de compartición dinámica del ancho de banda entre usuarios y servicios es eficiente y atractiva, pero requiere tomar una serie de medidas con el fin de garantizar una respuesta adecuada del sistema en todo momento.

Este concepto se conoce en general como *calidad de servicio* o QoS (*Quality of Service*) y se aplica a cualquier tipo de red en el que se debe garantizar al usuario que obtendrá del sistema un servicio con las características que ha contratado.

Vamos a realizar un dimensionamiento de los sistemas de modems de cable, con el fin de determinar el número de usuarios que pueden utilizar simultáneamente una subred manteniendo un nivel de servicio determinado, y analizando la incidencia de incluir servicio de voz por esta vía.

Es decir, que ahora tenemos que considerar otro factor, el número de usuarios que comparten simultáneamente el canal de comunicación.

Vamos a ver un sencillo método de dimensionamiento que permite que un operador determine el número de usuarios por sistema que puede ubicar en función del tipo de servicio ofrecido.

5.2.3.1 Servicio de descarga de páginas Web

En el servicio tipo visualización de páginas web, los usuarios solicitan páginas que son servidas a través de la red de cable. Suponemos que este servicio tiene las siguientes propiedades en la red en estudio:

- la cabecera de la red de cable consta de una conexión de velocidad ilimitada a un conjunto infinito de servidores, de tal forma que cualquier solicitud será atendida de forma instantánea. Con esta suposición pretendemos eliminar la congestión en Internet o en los servidores de información como elementos de retraso, y así aislar el elemento en evaluación, que es el sistema de modems de cable.
- el flujo de información es asimétrico y de mucho mayor peso en el canal descendente, ya que en el ascendente encontraremos prácticamente sólo solicitudes.
- la capacidad del canal ascendente es variable bajo un conjunto de circunstancias, y es posible asignar múltiples canales ascendentes a un solo canal descendente.
- el número de usuarios soportados en el canal ascendente puede estar sujeto a límites como ruido o topología de red que sean más estrictas que la cantidad de tráfico ofrecida al mismo.

Lo primero que hay que hacer es parametrizar nuestro servicio tipo mediante un conjunto de variables y después elegir un modelo que nos permita, variando esos parámetros caracterizar distintas situaciones.

Los parámetros son los siguientes:

n : número de modems de cable asignado a una subred; asumimos que habrá un solo usuario (PC) conectado a cada módem de cable

p_v, p_a, p_r : porcentaje de bytes transferidos que son de vídeo, audio o datos respectivamente

U : porcentaje de tiempo que un módem está activo[28]

R : número medio de solicitudes por segundo generadas por un usuario activo. Se estima en torno a 1 solicitud cada 8 sg [Abdulla-96][29].

v_s, a_s,: velocidad de transferencia de vídeo y audio respectivamente para reproducirlo en tiempo real

r_s : tasa media de transferencia del resto de información. Sería la velocidad de descarga de las páginas Web.

C_t : tráfico generado por un único cliente; aunque cabe la posibilidad de conectar varios PCs a un mismo módem de cable, en este ejemplo consideraremos que hay uno solo por módem

I_C : capacidad de la conexión en estudio, es la capacidad del enlace descendente

BIBLIOTECA VIRTUAL

Uno de los modelos que se podría emplear es el de *Virginia Tech* [Abdulla-96], resultado de un trabajo desarrollado para dimensionar el acceso de su red interna a Internet.

Partimos de las anteriores propiedades del servicio y de las siguientes suposiciones:

- El factor límite es el canal descendente, por donde se sirven las solicitudes a los clientes.
- En principio supondremos que no hay caché de usuario ni se utiliza compresión de datos. Toda la información solicitada por un usuario va de cabecera hacia el módem de cable a través del enlace descendente.

Entonces el modelo de Virginia Tech aplicado a un sistema de modems de cable como el descrito se representa por la siguiente fórmula [Parrilla-98]:

[28] Consideramos que un módem está *activo* cuando un usuario está sentado frente al PC y mantiene una sesión WWW. Durante el tiempo en que el módem correspondiente a ese PC esté activo, habrá períodos en los que esté enviando y recibiendo información y otros en los que no.

[29] Los usuarios del WWW, a pesar de pertenecer a diferentes grupos y entornos, tienen un comportamiento común con respecto al tamaño medio de los ficheros, los tipos de fichero accedidos, el porcentaje de accesos a un único servidor y a otras variables [Abdulla-97], por lo que valores obtenidos para un grupo de usuarios se pueden emplear para generalizar o para aplicarlos a otros casos.

$$n = \frac{I_C}{U \cdot R \cdot \left(r_s \cdot p_r + v_s \cdot p_v + a_s \cdot p_a \right)} \qquad (5.3)$$

donde si lo que nos interesa es el número de usuarios que puede haber simultáneamente en el sistema $N = n \cdot U$, entonces tenemos la ecuación:

$$N = \frac{I_C}{R \cdot \left(r_s \cdot p_r + v_s \cdot p_v + a_s \cdot p_a \right)} \qquad (5.4)$$

El modelo de Virginia Tech se adapta en líneas generales al que queremos dimensionar, sin embargo, su naturaleza determinista nos hace dudar de la exactitud de los resultados que arroja. Por eso nos decantamos por emplear un modelo aleatorio que se ajusta mejor a las características de nuestro sistema. Dicho modelo es el propuesto por E. Parrilla [Parrilla-98] y se describe a continuación.

Aunque habrá toda una población de modems asignada a cada canal descendente, se considera como usuarios el conjunto de modems que estén *activos* en un instante determinado. En un módem activo, el usuario del mismo está solicitando páginas web, y cada solicitud (clic) desencadena la transmisión de una página web por el canal descendente.

Para el modelo se supone que:

- la frecuencia de clics de un usuario es aleatoria
- el tamaño de la ráfaga generada por cada clic es aleatoria
- la capacidad del canal descendente por donde se transmiten las ráfagas varía entre 21 y 27Mbps de información útil [Parrilla-98] (es decir, que ya se considera la sobrecarga debido a la información de control de las cabeceras)

Queremos determinar el retardo del sistema, el tiempo que transcurre desde que el usuario hace clic sobre un hiperenlace hasta que recibe el documento correspondiente en su PC. Los factores que influyen en el tiempo transcurrido entre estos dos eventos son los siguientes:

1. Retardo del protocolo de Control de Acceso al Medio o MAC (*Medium Access Control*), ya que el medio es compartido. Un usuario que tiene una solicitud para transmitir ha de esperar al momento indicado para volcarla en el canal ascendente. La latencia de este suceso depende del tipo de servicio que el

usuario tenga contratado. Lo importante es que es un valor acotado [Parrilla-98].

2. Retardos de propagación del canal ascendente y descendente, tiempo de procesamiento del módem y del equipo de cabecera, etc. Es un conjunto de valores fijos y de magnitud despreciable frente a los demás elementos que estamos considerando.

3. Tiempo de suministro: tiempo transcurrido desde que la solicitud llega a cabecera hasta que la página solicitada está lista para ser transmitida por el canal descendente. El tiempo de suministro por tanto abarcaría el tiempo en localizar la página en Internet o en el servidor local y servirla. Puesto que estamos considerando servidores de capacidad infinita en cabecera, para nuestro caso en estudio este tiempo es cero[30].

4. Tiempo de espera para ser servido: tiempo que transcurre desde que el fichero está listo para ser transmitido por el canal descendente hasta que empieza a ser transmitido realmente. Este tiempo es distinto de cero cuando llegan a cabecera ficheros a mayor tasa de la que éste es capaz de transmitirlos por el canal descendente. Los ficheros esperan en una cola.

5. Tiempo de transmisión: depende de la tasa binaria asignada a un determinado usuario y del tamaño del fichero.

Según todo lo visto, Parrilla modela el sistema de descarga de páginas Web a través de una red de cable como un sistema de colas M/M/m [Kleinrock-76] (notación de Kendall), obteniendo después varias simulaciones y ejemplos prácticos un sencillo *modelo de proporcionalidad* en el que el número de usuarios que puede utilizar una subred de modems simultáneamente, en condiciones de estabilidad (tiempo medio de espera menor que un determinado umbral teniendo en cuenta que un tiempo de respuesta aceptable para el usuario está entre 1 y 10 sg), viene dado por:

[30] Si la información se recoge de Internet, evidentemente este retardo no será cero. Lo que pretendemos con esta suposición es aislar este efecto de la valoración ya que nuestro estudio no se basa en la evaluación de Internet, sino en la capacidad del sistema de modems de cable. Por otra parte, en este tipo de sistemas será frecuente encontrar potentes sistemas de caché en cabecera así como gran contenido almacenado en servidores locales con el fin de aprovechar la elevada capacidad de estos sistemas.

$$N = 0.9 \frac{Rt}{L_{pweb} \cdot \lambda_u} \qquad (5.5)$$

con

Rt : tasa binaria del canal descendente que se emplea para este servicio

L_{pweb} : tamaño medio de la página Web

λ_u : frecuencia de clics de cada usuario

N : número de usuarios presentes simultáneamente en el sistema

Si fijamos los valores (ya comentados anteriormente) para la tasa binaria del canal descendente y para la frecuencia de *clics* de cada usuario:

Rt = 26 Mbps

λ_u = 1/8

y consideramos como tamaño medio de la página Web los 42 KB que tienen de media las páginas de Internet en las Escuelas:

L_{pweb} = 42 KB

obtenemos:

N = 544 usuarios

Por tanto, siempre que el operador sea capaz de garantizar que el número de usuarios que acceden simultáneamente a la red de cable no supera los 544, los usuarios tendrían un servicio de descarga de páginas Web con la suficiente **QoS**.

5.2.3.2 Servicios en tiempo real: voz sobre IP

La tipificación de servicios en los sistemas de modems de cable nos permite abordar fácilmente servicios en tiempo real, como la telefonía o la videoconferencia.

Suponiendo que:

- el servicio telefónico va acompañado del servicio de datos
- los usuarios que establecen conversación telefónica, siguen solicitando páginas web a la misma tasa que lo hacían antes
- se emplea voz sobre IP con codificación ITU G.729a que requiere 8 Kbps por conversación y 35,6 Kbps con las cabeceras RTP, UDP, IP, Ethernet y del protocolo MAC del modelo MCNS de CableLabs para redes de modems de cable

se puede obtener que, con el modelo de dimensionamiento propuesto, un 30% de los usuarios podrían hacer uso de servicio telefónico sin que incidiese en la calidad del servicio de los restantes usuarios [Parrilla-98]. En este caso, el operador debe sobredimensionar el sistema en previsión de que tal porcentaje de usuarios desee utilizar simultáneamente el servicio de voz. Para ello debemos aplicar la fórmula (5.5), teniendo en cuenta que ahora la tasa de transmisión disponible para el servicio de páginas Web depende del número de usuarios N, ya que hay que restarle el ancho de banda ocupado por las comunicaciones de voz, cada una de las cuales requiere un canal permanente de 35.6 Kbps:

$$Rt = 26000Kbps - N \cdot 0.3 \cdot 35.6Kbps$$

Substituyendo *Rt* y despejando *N* en la fórmula (5.5) obtenemos el valor para *N*:

$$N = 444 \text{ usuarios}$$

donde sin servicio telefónico cohabitarían 544.

Se puede amortiguar el impacto del servicio telefónico considerando otros factores en el dimensionamiento del sistema.

Por ejemplo, hemos considerando en los cálculos anteriores que el usuario sigue solicitando páginas web a la misma velocidad mientras mantiene una conversación telefónica. Es lógico suponer que esta tasa puede disminuir e incluso ser nula mientras utiliza servicio telefónico (incluso puede ser una condición impuesta del servicio, si el operador lo estima necesario). Podríamos considerar que la tasa de solicitudes se reduce a 1 cada 12 sg.

Además se puede reducir aún más la tasa binaria ya bastante reducida que proporciona la codificación del estándar G.729a (8Kbps) si utilizamos supresión de silencio (G.729b), pudiendo pasar de 36.5 Kbps a 20 Kbps.

Y por otra parte se puede considerar la existencia de las cachés locales (presentes en el navegador del usuario). Este factor tiene una relación subjetiva con el servicio telefónico (suponiendo que se realiza la llamada para comentar sobre la información que se está visualizando). En cualquier caso, las cachés locales pueden llegar a satisfacer un 17% de las solicitudes a bajo coste y complejidad [Abdulla-96].

Considerando estos tres factores podríamos mantener a la totalidad de los usuarios con conexión telefónica y percibiendo la misma calidad de servicio de datos [Parrilla-98]. Por todo esto Parrilla concluye que la introducción del servicio telefónico no supone un impacto importante en el dimensionamiento del sistema, incluso si consideramos tasas elevadas de utilización del mismo (un 30% se puede considerar válido para el medio plazo).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

5.2.3.3 El canal ascendente

La capacidad total del canal ascendente es variable, pudiéndose aumentar si las condiciones del tráfico lo requieren.

Dadas estas características del canal ascendente, el dimensionamiento del mismo para el *servicio de descarga de información o web* no es crítico. Más que la capacidad del mismo, para este servicio tendremos que controlar especialmente la latencia, asignando un tipo de servicio que favorezca un rápido acceso al canal ascendente aunque sea de poca velocidad. Se trata de que tan pronto como el usuario quiera enviar una solicitud, pueda hacerlo. La velocidad de transmisión por usuario no es tan crítica ya que las solicitudes suelen ser de unas decenas de bytes de tamaño medio (la tasa binaria requerida para solicitudes es de unos 100 bps por usuario, por lo que con 544 usuarios ubicados en el canal ascendente necesitaríamos sólo 54.4 Kbps).

Para el servicio de *voz sobre IP* se asignará un tipo de servicio adecuado para la transmisión de información en tiempo real, garantizando al usuario la calidad de servicio.

Es misión del operador dimensionar el canal ascendente de forma que se garantice la calidad de servicio contratada.

5.2.3.4 Resumen de posibilidades

Un sistema de modems de cable tiene capacidad suficiente para soportar un servicio de descarga de páginas Web junto con uno de voz sobre IP con la *calidad de servicio* adecuada.

El operador es el que debe dimensionar su red de cable para garantizar esa **QoS** a los usuarios de los diferentes servicios. El propio contrato del servicio al operador debe entonces garantizar al usuario el acceso a los servicios con la QoS contratada.

Por tanto, el ancho de banda del que puede disponer el usuario de un módem de cable depende de cómo dimensione la red el operador, pero algunos estudios han estimado dicho ancho de banda en 1.5 Mbps para el canal descendente y 200 Kbps para el canal ascendente [Parrilla-96, Sampietro-97, Parrilla-98], capacidad en principio suficiente para nuestro servicio de descarga de páginas Web junto con servicio de voz sobre IP.

Incluso si consideramos que el módem de cable es compartido por varios PCs conectados en red local (10 Mbps, por ejemplo, si la red es Ethernet), los 1,5 Mbps serían suficientes para proporcionar el servicio. Veamos una aproximación.

Supongamos que tenemos una red con 20 PCs. Si todos ellos están activos con sesiones de Web y sólo 5 de ellos, es decir el 25 %, con sesiones de voz sobre IP, en el canal descendente:

$$\textit{Tráfico de Web} + \textit{Tráfico voz sobre IP} = 1.5\ \textit{Mbps}$$

entonces

$$20 \cdot \lambda_u \cdot \frac{L_{pweb}}{10sg} + 20 \cdot 0.25 \cdot 35.6Kbps = 1.5Mbps \qquad (5.6)$$

con λ_u = 1/8, tenemos un tamaño máximo de página Web de 645 KBytes, lo cual es mucho más de lo que necesitamos, por lo cual podemos deducir que los tiempos de respuesta serían más que aceptables[31].

En el canal ascendente si consideramos las solicitudes de los 20 usuarios (100 bps por usuario) y las conexiones de voz de esos 5 usuarios (35.6 Kbps por usuario) necesitaríamos:

$$20 \cdot 0.1Kbps + 20 \cdot 0.25 \cdot 35.6Kbps = 180Kbps \qquad (5.7)$$

que es menor que los 200 Kbps que hemos dicho antes que nos puede proporcionar el canal ascendente.

Desde los sitios donde la red de cable no es rentable de instalar se puede acceder por LMDS, que ya hemos dicho que es capaz de ofrecer los mismos servicios que las redes CATV.

5.2.4 Satélite: opción para las zonas rurales

Los satélites permiten acceder a zonas remotas carentes de infraestructura avanzada de comunicaciones, por lo que es interesante considerar su empleo no sólo como sistema de difusión de TV, sino también como sistema para servicios de datos. Además las ofertas de satélites y constelaciones de satélites capaces de dar bidireccionalidad en banda ancha en un futuro cercano son bastantes y siguen surgiendo otras nuevas.

Analicemos algunas de las posibilidades actuales y de un futuro próximo:

[31] Consideramos los 10 Mbps de la LAN suficientes como para que ésta no se convierta en un cuello de botella. Esta suposición es válida puesto que los 10 Mbps de la LAN son mucho mayores que la capacidad compartida que proporciona el módem de cable (1,5 Mbps).

- EUTELSAT lleva desde 1995 desarrollando plataformas digitales para servicios de acceso a Internet a alta velocidad y de difusión de datos a través del satélite. Su primer servicio comercial, **DirecPC** (http://www.direcpc.com), está operativo desde septiembre de 1996 y para ofrecer bidireccionalidad requiere el empleo de la línea telefónica como enlace ascendente.

EUTELSAT tiene tres frentes de satélites con posibilidades de bidireccionalidad vía satélite. Pero en todos los casos el enlace ascendente no está orientado al usuario final, sino más bien a operadores. Para los usuarios finales (usuarios residenciales y centros educativos, entre otros) se mantiene el canal de retorno por línea telefónica.

- INTELSAT también ofrece la posibilidad de canal de retorno, pero tampoco está destinado al usuario final.

BIBLIOTECA VIRTUAL

- HISPASAT, sistema español de comunicaciones por satélite, lidera dos proyectos europeos, **S3M** y **DIGISAT**, para el desarrollo de un canal de retorno por satélite, con el objetivo de dotar de interactividad a los usuarios de antenas colectivas [Hispasat-98].

- ASTRA, el sistema de satélites elegido por Canal Satélite Digital, antes de finalizar el año 1998 sumará a su flota cuatro nuevos satélites, uno de los cuales incorporará el instrumental necesario para la interactividad [Astra-98]. Así, el sistema **ASTRA-NET** permite un camino de retorno de alta velocidad vía satélite, pero de nuevo destinado a operadores y no al usuario final.

- Un ambicioso proyecto basado en satélites es **Teledesic** [Teledesic-98]. Se basa en una constelación de 288 satélites de órbita baja (están 50 veces más cerca de la Tierra que los satélites geoestacionarios, de forma que se obtienen menores retardos debidos a la propagación de la señal) que permitan conexiones de banda ancha. La Red de Teledesic está diseñada para soportar millones de usuarios simultáneos y es de cobertura mundial. La mayoría de los usuarios contará con conexiones bidireccionales que proporcionan un máximo de 64 Mbps en el enlace descendente y un máximo de 2 Mbps en el enlace ascendente. Los terminales de banda ancha ofrecerán 64 Mbps de capacidad bidireccional. Esto representa velocidades de acceso de hasta 2.000 veces superiores a las de

los modems analógicos estándares de la actualidad. Se espera que empiece a ofrecer servicios en el año 2003.

- **Skybridge** (Alcatel), también de cobertura mundial, soporta terminales de usuario de bajo coste. Proporciona velocidades ascendentes desde 16 Kbps hasta nx2 Mbps y descendentes desde 6 Kbps hasta nx20 Mbps. Estará operativo a partir del 2001.

- **Astrolink** proporciona una velocidad ascendente de 384 Kbps (para un usuario residencial), 2.3 Mbps (para una PYME) y hasta 9.2 Mbps (para una empresa grande) y una velocidad descendente de hasta 100 Mbps. Estará operativo, como el anterior, a partir del 2001.

- **Euro Sky Way** [ESW-98] es una red de satélites europea. La velocidad proporcionada para el enlace ascendente depende de la categoría de terminal de usuario empleado: 160 Kbps para uno portátil, 512 Kbps para el estándar y 2 Mbps para un terminal de alta capacidad. En el enlace descendente proporciona una velocidad de hasta 32 Mbps. El sistema estará operativo en Europa a partir del año 2001.

Por tanto, a la espera de la puesta en marcha de los sistemas que ofrecen la posibilidad de canal de retorno vía satélite para cualquier usuario (parece ser que esto ocurrirá a partir del año 2001), se va a considerar **DirecPC**, que es la tecnología más usada actualmente para servicios de datos bidireccionales por satélite.

DirecPC es un sistema basado en satélites que permite el acceso a Internet así como a otros servicios. En Estados Unidos está gestionado por *Hughes Network Systems*, y en Europa por *Hughes Olivetti Telecom*.

Para el canal descendente se utiliza un enlace vía satélite y proporciona una velocidad de unos 400 Kbps para cada usuario. Para el enlace ascendente cuenta con dos posibilidades, ya que pueden utilizarse estaciones VSAT o la línea telefónica. En general, un usuario normal no va a disponer de una VSAT[32], y por lo tanto utilizará la línea telefónica, lo que limita la velocidad en el enlace ascendente. En la figura 5.1 se

[32] No es económicamente adecuado para centros educativos o usuarios residenciales, ya que el precio del terminal ronda los 2 millones de pesetas [Parrilla-95]. Es rentable cuando el número de usuarios sea elevado.

muestra el funcionamiento del sistema DirecPC para el acceso a Internet cuando el retorno se realiza a través de una línea telefónica.

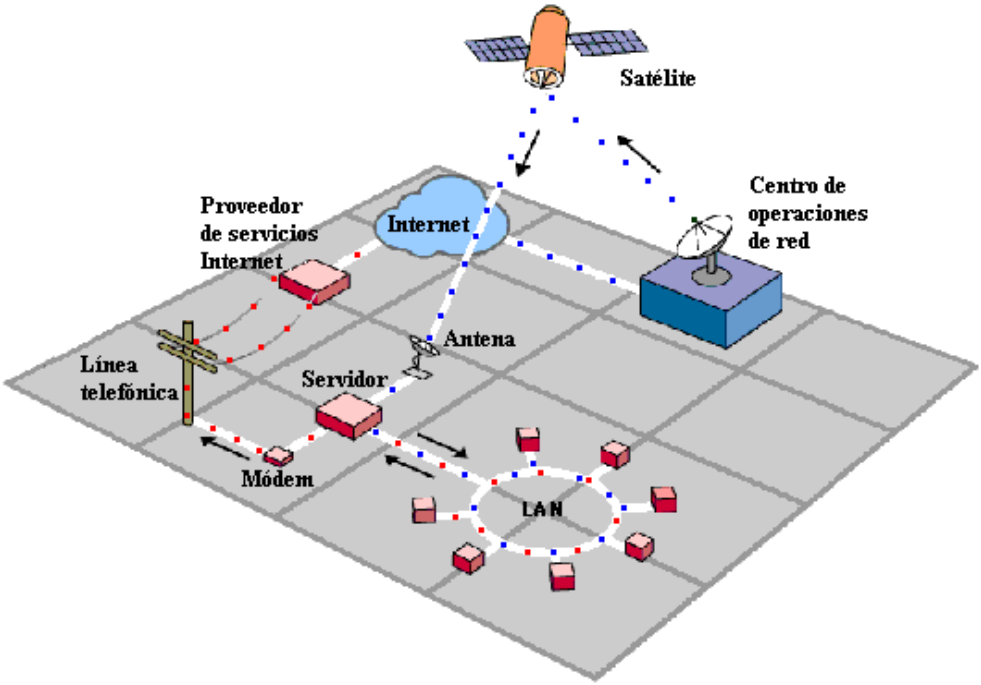


Figura 5.1: Funcionamiento del sistema DirecPC[33].

Debido a las características de este sistema es necesario contar además con componentes adicionales para acceder a Internet. Puesto que la transmisión se realiza a través de una línea telefónica hay que disponer de un módem, y como la recepción se realiza a través de satélite, es necesaria una antena parabólica que en el caso de DirecPC ronda los 60 - 80 cm para la Península.

Volviendo al caso bajo estudio, con DirecPC cada usuario cuenta en el canal descendente con 400 Kbps para descarga de páginas Web y servicio de voz sobre IP, que es más que suficiente. En el canal ascendente, necesitamos para un servicio de voz sobre IP una tasa binaria de 27.2 Kbps, como se ha visto en la sección 5.2.2.2. Si consideramos que además el tráfico debido a solicitudes de páginas Web, podemos intuir que un módem telefónico de 28.8 Kbps podría ser insuficiente. Con un retorno por RDSI sí que podemos garantizar el servicio con la calidad adecuada a los usuarios de zonas rurales. El acceso a la RDSI puede ser a través de cable o, en el caso de que no exista infraestructura de cable, vía radio con el estándar de comunicaciones sin

[33] Fuente: http://www.direcpc.co.kr/DirecPC/techdpc.htm (Octubre 1998).

hilos DECT [DECTForum-98], que permite introducir el servicio de forma rápida y barata.

En cualquier caso tenemos el problema del empleo de dos redes diferentes (la de satélite y la RDSI), y la de retorno tiene el problema del coste, ya que es necesario establecer una comunicación, no hay conexión permanente, como ocurre con los sistemas de satélite o con los sistemas de módem de cable. Por eso, aunque es una alternativa, nos decantamos por LMDS cuando esté un poco más madura.

5.3 Infraestructura de acceso para Intranet Educativa

El concepto de Intranet Educativa se fundamenta en el empleo del ordenador y las redes de telecomunicaciones como base para la docencia, produciéndose un cambio substancial en la organización y en los aspectos pedagógicos del proceso educativo.

Vimos en el capítulo anterior que el sistema educativo **SEK** es el caso de aplicación real que mejor describe la Intranet Educativa, por lo que parte del análisis lo vamos a hacer centrándonos en la infraestructura con la que cuentan en su *Aula Inteligente*. En ella cuentan con una red de área local Microsoft, con un servidor Windows NT y clientes Windows 95, con las siguientes posibilidades:

- Acceso al mundo audiovisual vía satélite: los estudiantes pueden acceder a más de 54 canales de televisión e incorporar a sus trabajos audio y vídeo procedentes de cualquier sistema audiovisual.
- Acceso a material multimedia: a través de CD-ROMs.
- Videoconferencia a través de la RDSI: para la comunicación entre centros SEK y con Universidades y centros de estudio e investigación nacionales e internacionales.
- Empleo de Infovía e Internet para disponer de correo electrónico, acceder al WWW, etc.

Por tanto la infraestructura de un centro SEK consiste en un aula dotada de ordenadores multimedia con acceso a Infovía y videoconferencia a través de RDSI,

así como acceso a televisión por satélite. Vamos a simplificar la infraestructura, de forma que diseñaremos un servicio típico para la posibilidad de Infovía junto con aula de ordenadores, que será del tipo de los servicios utilizados en SEK.

Después, a la vista de la infraestructura del nuevo operador de telecomunicación por cable en Castilla y León, RETECAL, diseñaremos servicios típicos para módem de cable junto con aula de ordenadores y satélite o LMDS para llegar a las zonas rurales, intentando mejorar aquellos similares a los del SEK.

5.3.1 InfoVía + Aula de Ordenadores

El escenario consiste en uno similar al del SEK. En cada centro educativo hay aulas de ordenadores con capacidad multimedia y conectados en red local y disponen de acceso a redes tipo InfoVía/Internet a través líneas RDSI o/y líneas de teléfono analógicas.

Vamos a suponer que hay una línea RDSI por aula y que para salir de la LAN hacia el exterior (InfoVía/Internet) todos los ordenadores de un mismo aula comparten el acceso básico RDSI.

Los dos canales B (64 Kbps) del acceso básico RDSI ofrecen un total de 128 Kbps, el mínimo ancho de banda requerido para una aplicación de videoconferencia en tiempo real de calidad aceptable [Bartsch-97, Dutta-Roy-98][34].

Por tanto, el contar con una línea RDSI en cada aula nos permite ofrecer un servicio de videoconferencia para el acceso a clases remotas, centros de investigación, etc.

Sin embargo, el acceso RDSI no es suficiente para un servicio de distribución de vídeo de alta calidad, ni para la transmisión de materiales multimedia residentes en un servidor remoto. Por ello los materiales multimedia están en soporte CD-ROM. Los CD-ROMs son baratos, pero la información es estática (no se puede actualizar). Pero con un enlace RDSI no tenemos capacidad suficiente para que el contenido

[34] Pero no vídeo de alta calidad.

multimedia viaje por la red, así que se accede a él de forma local, mediante CD-ROMs.

Por ejemplo, el curso multimedia de matemáticas descrito en el capítulo siguiente, tiene 62 MBytes de información, que tardarían en transferirse, a una velocidad de 128 Kbps, unos 68 minutos (sin considerar más retardo que el de transmisión por la línea RDSI), suponiendo que la línea RDSI sólo se estuviese empleando para esa transferencia. Es totalmente inviable, y eso que el curso no tiene nada de vídeo.

Por tanto, dentro de un escenario como el de SEK, un servicio típico de ***Intranet Educativa*** para un aula de ordenadores con InfoVía podría ser uno basado en páginas Web, con todas las aplicaciones de Internet (correo electrónico, grupos de noticias, IRC, …) todo ello accesible desde un mismo programa cliente o de aplicación. Es lo que se viene a llamar comúnmente como *Intranet*. A través de InfoVía y mediante un proveedor de servicio Internet, existe la posibilidad de salir a Internet (es lo que se denomina *Extranet*), compartiendo la línea RDSI. Muchos de los contenidos educativos residirán en el servidor local de la Intranet y además éste puede ser un proxy, donde se guarden los sitios Web recomendados por los profesores (biblioteca virtual) y con una caché para almacenar las páginas más accedidas, de forma que la capacidad de la línea RDSI no es crítica aunque se comparta para el acceso a las redes InfoVía/Internet.

La Intranet permite compartir los recursos informáticos del aula eficientemente, así como llevar a cabo proyectos colaborativos de trabajo, propios de un escenario de Intranet Educativa. El mecanismo de gestión de la Intranet permite a los profesores controlar el acceso a Internet por parte de los alumnos, así como supervisar el trabajo individual y cooperativo de sus alumnos en cada momento.

En un escenario como el propuesto no es necesario un canal de voz ya que los alumnos y profesores comparten un mismo espacio físico, el del aula.

Los contenidos de la Intranet se complementan con materiales multimedia en CD-ROM, para el autoaprendizaje guiado.

Para la realización de proyectos conjuntos con otros centros, así como para ofrecer la posibilidad de asistir a cursos de especialización, etc., se utilizará ocasionalmente la línea RDSI para sesiones de videoconferencia.

5.3.2 Módem de cable + Aula de Ordenadores

Ya hemos visto en el apartado 5.2.3 las grandes posibilidades de los modems de cable en cuanto a servicios de descarga de páginas Web y voz sobre IP, incluso cuando un módem de cable es compartido por varios usuarios de una red local.

También puede contratarse un servicio de videoconferencia. Para el servicio de videoconferencia se recomienda el estándar ITU H.323, que proporciona calidad bastante aceptable en un flujo de 384Kbps (410Kbps con cabeceras). El operador tiene que decidir cómo ofertar el servicio de videoconferencia, ya que la red tiene capacidad para ofrecerlo, pero influye de forma impactante en el dimensionamiento de la red [Parrilla-98]. En cualquier caso, la posibilidad está ahí y si contratamos el servicio tendremos la **QoS** garantizada.

El escenario en este caso es igual que en el apartado anterior, salvo por el hecho de que como red de acceso se utiliza la red de televisión por cable. Para ello, el PC que actúe como servidor de la red local estará conectado a un módem de cable, y este a su vez a la red de cable.

Hay un servidor en la cabecera de la red de cable, que sirve a todos los centros educativos conectados a la red de cable. En dicho servidor se encuentran los contenidos de la Intranet Educativa. También existe la posibilidad de acceder a Internet, aunque no para los contenidos educativos en sí.

Pero el empleo de la red CATV como red de acceso nos proporciona además la posibilidad de ofrecer otros servicios de forma integrada y económica:

1. **Servicios interactivos**: PPV (Pago Por Visión), NVOD (Vídeo Casi Bajo Demanda), teletexto interactivo, telecompra, videojuegos interactivos,... Están íntimamente relacionados con la TV y requieren una bidireccionalidad de baja capacidad. En nuestro caso sería interesante un servicio de distribución de vídeos educativos.
2. **Servicios de telefonía**: servicio telefónico básico o RDSI.

3. **Datos a alta velocidad**: interconexión de redes de ordenadores dentro de una misma ciudad, acceso a Internet a gran velocidad o a contenido local multimedia (distribución de cursos multimedia que antes había que distribuir en CD-ROM por la limitación de la capacidad de las líneas telefónicas).

Como ejemplo de servicios que se están ofreciendo a través de las redes CATV, tenemos *Cable in the Classroom* [CIC-96-98], que es una iniciativa que data de 1989 soportada por 38 redes de cable nacionales y unas 8500 redes de cable locales de Estados Unidos. Estas compañías proporcionan a los centros de primaria y secundaria del país una conexión gratuita al cable y 540 horas al mes de programación educativa. Los profesores graban la programación y utilizan más tarde lo que hayan seleccionado para sus clases, usando la televisión de una forma constructiva y altamente interactiva.

Y también en Estados Unidos tenemos la iniciativa *Cable's High Speed Education Connection* [NCTA-96], para conectar gratuitamente a las escuelas de primaria y secundaria a la red Internet a alta velocidad con al menos un módem de cable. Actualmente también van a conectar a las bibliotecas públicas [NCTA-98].

Por tanto, con un sistema de modems de cable tenemos la posibilidad de ofrecer un servicio educativo con las siguientes aplicaciones:

- Acceso a servicios educativos interactivos residentes en un servidor local (en la cabecera de la red de cable):
  - Páginas web
  - Correo electrónico
  - Grupos de noticias, etc.
- Distribución de contenidos multimedia a través de la red de cable desde la cabecera hacia los modems de cable de los centros educativos y las casas de usuarios residenciales que cuenten con módem de cable y contraten el servicio (los padres de alumnos podrían estar interesados).
- Distribución de vídeo educativo de alta calidad. Se aprovecha la propia red de cable, esta vez sin necesidad de módem de cable, para distribuir material audiovisual a centros y a usuarios residenciales. Para abonarse a este servicio educativo los padres no precisarían de módem de cable.

El servicio de distribución de vídeo educativo puede estar destinado para pasarlo en tiempo real o para que los profesores lo graben y pasen posteriormente el material seleccionado a sus alumnos. Esta diferenciación permite al operador de la red de cable distribuir el vídeo educativo que no se ha contratado en tiempo real a horas de poco tráfico en la red (de madrugada, por ejemplo), aprovechando los canales libres, en vez de distribuirlo en horas de más afluencia de tráfico (recordemos que el reparto de la capacidad del canal en la red de cable se realiza de forma dinámica, según la demanda en cada momento). Esto también permite el ofrecer los dos tipos de servicio de distribución de vídeo a diferentes costes, de forma que los centros educativos se pueden aprovechar de los costes más bajos por utilizar el vídeo educativo a posteriori. Los profesores pueden preparar una clase en torno a la proyección del vídeo educativo que sea participativa y dinámica, teniendo la posibilidad de parar la película, iniciar debates en torno a ciertos fragmentos, etc.

¿Qué mejoras se pueden apreciar en el servicio educativo con respecto al escenario anterior, tipo **SEK**?

1. Difusión de vídeo/TV educativa empleando la misma infraestructura (la red de cable).
2. Los materiales multimedia se encuentran en un servidor en la cabecera, en vez de en un CD-ROM al que se accede de forma local, como ocurre en un escenario tipo SEK.

La principal ventaja de que los materiales multimedia residan en un servidor es la flexibilidad que supone a la hora de actualizar los contenidos. Los alumnos siempre acceden a contenidos actualizados. Las redes de cable tienen capacidad suficiente para permitir este servicio.

3. El coste: por la propia naturaleza de las redes de televisión por cable la conexión de los usuarios a la red es permanente, a diferencia de lo que ocurre en las redes telefónicas, en las que se precisa establecer una comunicación. Esto repercute en el coste, ya que el usuario de una red de cable no paga por tiempo de conexión, como ocurre con las líneas telefónicas. Los operadores de cable ofrecen una *tarifa plana* al mes, con conexión permanente y no se paga por

tiempo de conexión, sino por servicio contratado o por información transferida. Otra causa de los bajos costes de los servicios de cable es que la red es una red de difusión, por lo que los servicios de distribución de TV, vídeo, material multimedia, etc., son baratos, ya que se comparte el coste entre los usuarios.

5.3.3 LMDS para las zonas rurales

Al igual que hemos hecho en el apartado 5.2.3, aquí debemos considerar que las redes de cable no llegan a todos los lugares de la región de Castilla y León y, por tanto, hay que llegar a las zonas rurales a través de otro tipo de sistemas para poder ofrecer un servicio educativo a todos los centros de la región, sin discriminación.

Habíamos hablado del sistema de radio LMDS para acceder desde las zonas rurales, ya que es capaz de ofrecer servicios comparables a los de las redes de cable. Quizás la mayor duda todavía se centre en la interactividad, ya que es algo que aún se encuentra en experimentación en los sistemas microondas [Carro-97].

¿Qué diferencias significativas se encontrarán los centros que accedan al servicio a través de LMDS con respecto a los que acceden a través de módem de cable?

Como ya hemos señalado, LMDS es un sistema de radio y, por tanto es un sistema de difusión claramente asimétrico, como el de los modems de cable. LMDS es capaz de ofrecer los mismos servicios que ofrecen las redes de cable, por lo que se puede afirmar que no habría ningún cambio significativo en los servicios recibidos.

5.3.4 Satélite para las zonas rurales

En este caso se utiliza como retorno la línea telefónica (RTB o RDSI, ya sea con cable o mediante el sistema DECT) en los servicios bidireccionales.

Se trata de un sistema de difusión claramente asimétrico, como el de los modems de cable, por lo que podemos afirmar que no habrá ningún cambio en los servicios de distribución de vídeo y materiales multimedia.

Donde puede haber diferencias es en los servicios bidireccionales, debido al retorno por línea telefónica.

El servicio de páginas Web es asimétrico, como el sistema que estamos considerando. La descarga de páginas Web se realiza por el canal descendente vía satélite, y las solicitudes irían por la línea telefónica. La tasa binaria requerida para solicitudes suele ser de unos 100 bps por usuario, por lo que no supone un problema su transmisión por la línea telefónica. El correo electrónico y servicios similares tampoco, a no ser que impliquen la transferencia de ficheros de tamaño considerable, lo que supondría un gran retardo para su transferencia.

Si no consideramos necesario el contar con un servicio de voz sobre IP ni por supuesto videoconferencia, el retorno por línea telefónica es totalmente factible.

Sin embargo, existen unas desventajas para estos usuarios con respecto a los de modems de cable, debidas al empleo de la línea telefónica para el retorno:

- se ocupa la línea telefónica mientras se utilicen servicios bidireccionales. El empleo de un módem de cable no supone que se tenga que interrumpir el servicio de TV o el telefónico que se reciba por la misma red de cable, para los servicios de datos.
- hay que establecer una llamada para el retorno, y además de la tarifa mensual y por servicio (de las dos redes en uso, la telefónica y la de satélite) deberán abonar el coste variable de la comunicación telefónica.

La posibilidad del retorno mediante el propio sistema de satélite para servicios en tiempo real eliminaría estas desventajas, pero dicha posibilidad todavía no está decidida, por razones de coste de los terminales y por el retardo.

Por eso, aceptando las posibilidades de interactividad de LMDS, ésta puede ser la opción más adecuada para las zonas rurales sin necesidad de establecer un canal de retorno por línea telefónica.

5.3.5 Conclusiones: la Intranet Educativa de Castilla y León

Hasta aquí hemos intentado ver las posibilidades de diferentes infraestructuras para una Intranet Educativa, que se resumen de forma comparativa en la figura 5.2, sin centrarnos demasiado en la situación actual de los centros educativos de primaria y secundaria de Castilla y León.

InfoVía por RDSI (cable/DECT)	**Módem de cable/LMDS**	**Satélite + Retorno por RDSI (cable/DECT)**
- Baja capacidad	- Alta capacidad	- Alta capacidad en el enlace descendente y baja en el ascendente
- Conexión no permanente	- Conexión permanente	- Conexión no permanente en servicios bidireccionales
- Tarifa dependiente del tiempo de utilización	- Tarifa plana dependiente del tipo de servicio contratado	- Tarifa dependiente del tiempo de utilización del canal de retorno
- Servicios Intranet Educativa: • Servicios tipo Internet (WWW, e-mail,…) • Multimedia en CD-ROM • Videoconferencia (ocasionalmente y sin utilización simultánea de otros servicios)	- Servicios Intranet Educativa: • Servicios tipo Internet • Multimedia *on-line* • Distribución de vídeo de alta calidad • Videoconferencia y voz sobre IP	- Servicios Intranet Educativa: • Servicios tipo Internet • Multimedia *on-line* • Distribución de vídeo de alta calidad

Figura 5.2: Cuadro comparativo de las alternativas de infraestructuras económicamente viables para una Intranet Educativa.

Si pretendemos introducir la Intranet Educativa en Castilla y León según un modelo tipo **SEK**, nos encontramos con dos dificultades principales:

- **Coste de las aulas informáticas de los colegios**: el número de ordenadores debe ser suficientemente grande como para que pueda ser empleado como instrumento básico en los procesos de aprendizaje. Además el empleo de materiales multimedia exige unas características mínimas a los ordenadores, de forma que no es posible aprovechar los ordenadores que pudiese haber de las viejas aulas. Se han quedado obsoletos.

- **Coste de las comunicaciones**: en Castilla y León los centros educativos que acceden a redes como Infovía/Internet lo hacen a través de las redes telefónicas, ya sea la RTB o la RDSI (la primera fundamentalmente). El coste de la línea telefónica por tiempo de conexión no suele tener sitio en los presupuestos escolares, por lo que la utilización por parte de los alumnos es mínima y por parte de los profesores bastante limitada. Esto es inadmisible para un modelo de Intranet Educativa como el que hemos definido. Una tarifa plana resolvería parte del problema, pero las redes telefónicas no admiten de forma natural ese tipo de tarifas (a diferencia de las redes de cable que como proporcionan conexión permanente, su propia naturaleza implica la tarifa plana sin coste por tiempo de utilización).

Típicamente esto es así en un modelo tipo SEK, al que pensamos que se debe tender en la escuela de la *Sociedad de la Información*. Sin embargo en este modelo el espacio educativo toma en cuenta el que los alumnos y profesores se concentren **a diario** en un **mismo espacio físico**.

Centrándonos en la problemática de las zonas rurales de Castilla y León este modelo no refleja bien lo que ocurre. El modelo de Intranet Educativa para una organización escolar como la de los *Colegios Rurales Agrupados*, descrita en el capítulo 3, es algo distinto. En este modelo los alumnos se concentran a diario en el aula correspondiente de su CRA, trabajando de forma individual o en pequeños grupos, siempre supervisados por un profesor/tutor. Pero los profesores no acuden a las aulas a diario, sino que sólo lo hacen algunos de esos días.

En este caso el coste del aula informática es perfectamente asumible, porque la propia organización escolar necesita de una organización de recursos y aulas que los alumnos utilizarán de forma rotativa y en función de qué tarea deban realizar. En este modelo, al ser la organización más complicada debida a al ausencia de los profesores muchos días, dicha organización de tareas no se deja a los alumnos, como en el modelo SEK, sino que es algo reflexionado y decidido por tutores, profesores y también por los propios alumnos.

La organización de las tareas y, por tanto, la planificación en la utilización de los recursos, permite dotar a los CRAs de aulas informáticas a un coste menor que en el

modelo SEK, en el que todos los alumnos y los profesores se reúnen a diario en el aula.

Sin embargo, la necesidad de comunicación en este modelo de Intranet Educativa es mayor (por lo menos en tiempo), debido a que el espacio educativo de los CRAs abarca más allá del espacio físico de las aulas, puesto que los profesores no están a diario con los alumnos.

Al ser mayores las necesidades de comunicación, serán mayores los costes de las comunicaciones, que actualmente aumentan con el tiempo de utilización del servicio de comunicación.

Sería deseable, en este caso, contar con un servicio de descarga de páginas Web desde un servidor a nivel local o provincial, un servicio de voz sobre IP (para la tutoría remota, en vez de simplemente correo electrónico) y distribución de materiales multimedia.

Los dos primeros servicios son factibles con un acceso básico RDSI, siempre que no se comparta el acceso por los usuarios de una red local. En este caso podríamos necesitar, para obtener respuestas adecuadas, más capacidad (más líneas u otros medios diferentes).

El segundo servicio puede ofrecerse en soporte CD-ROM. Los CD-ROMs son baratos pero la información es estática, no se puede actualizar. Un material multimedia para una Intranet Educativa debe distribuirse de una forma suficientemente flexible como para que los alumnos obtengan siempre material actualizado. Esto sólo es posible distribuyendo el material a través de las redes de telecomunicación.

El acceso por RTC o por RDSI a un servidor de contenidos multimedia es insuficiente incluso cuando el servidor está en la misma zona, debido a la insuficiente capacidad de las líneas.

Por lo visto anteriormente en este capítulo, las posibilidades que tenemos entonces son:

- Sistema de módem de cable + LMDS para las zonas donde no llegue la red de cable

- Satélite + retorno por RDSI (tanto con cable como con DECT)

La posibilidad de ofrecer servicios integrados es sumamente atractiva para cualquier operador [Gingold-96], porque le permite ofertar paquetes de servicios integrados a bajos precios para competir en el mercado, lo cual acaba beneficiando al usuario. El cable disfruta de una situación privilegiada para llevarlo a cabo con sus redes de gran capacidad. Ni el bucle telefónico tiene tanto ancho de banda ni el satélite viabilidad clara de bidireccionalidad (desde un punto de vista económico), y ninguno de ellos de momento puede prestar los servicios *simultáneamente* a través de un único acceso.

En este punto es importante considerar a RETECAL, el nuevo operador de telecomunicaciones por cable en Castilla y león. RETECAL ha planteado el concepto de *Intranet Regional* como servicio público de carácter universal.

Intranet Regional hace referencia a la idea de que las infraestructuras y servicios de la Sociedad de la Información deben ser entendidos como un todo, que se planifica y desarrolla de manera conjunta.

Las infraestructuras de la *Intranet Regional* son redes de comunicaciones de alta velocidad, basadas en el protocolo TCP/IP, y que son directamente accesibles por los ordenadores personales. Los servicios están basados fundamentalmente en la tecnología WEB. La extensión del servicio es regional aunque la naturaleza de redes y servicios es tal que su extensión a través de redes tipo Internet es natural.

La ***Intranet Educativa*** en Castilla y León puede ser parte de esa *Intranet Regional*, a la que se accederá mediante modems de cable desde los centros a los que llegue la red de cable y mediante LMDS desde aquellas zonas alejadas a las que no llegue, ya que es una tecnología que nos permite disfrutar de servicios similares a los de las redes de televisión por cable. La comunicación por satélite podría utilizarse en algunos casos.

Cada centro con posibilidad de conexión a la red de cable deberá abonarse al servicio y tener instalado en su toma un módem de cable compatible con el equipo de cabecera. Por esta razón y para favorecer el lanzamiento de estos nuevos sistemas, actualmente es el operador quien ofrece al usuario el módem en régimen de alquiler. Para el abonado esto resulta más sencillo y económico [Parrilla-96].

CAPÍTULO 6: Los Contenidos Educativos

Desde la aparición de la imprenta el soporte fundamental para los materiales educativos ha sido el libro de texto. Hemos visto en el capítulo 2 que precisamente su utilización fue lo que definió las características de una escuela que todavía sobrevive.

En las últimas décadas se han utilizado otros soportes como complemento a los libros de texto: cassettes de audio, cintas de vídeo y, más recientemente, los *multimedios*. Los cassettes se han empleado fundamentalmente en la enseñanza de idiomas, complementando a los libros de texto, los cuales son bastante pobres en los aspectos de pronunciación y entonación. Las cintas de vídeo han sido utilizadas en bastantes áreas, destacando su uso en materias de ciencias, dada la riqueza de información de las películas en movimiento.

Con los cassettes se añadía un medio: la voz. Las cintas de vídeo introducen, además del sonido, la imagen en movimiento. Ya se puede hablar de multimedia en su concepción básica.

Los materiales multimedia no sólo integran los anteriores medios: texto, imágenes, sonido y vídeo, sino que además introducen un nuevo elemento, la *interactividad*[35]. Este capítulo, entre otras cosas, tratará estos últimos, ya que son un soporte de contenidos básico para la nueva Sociedad de la Información.

[35] Es importante dejar claro que aquí se está utilizando el término *multimedia* en su aceptación más nueva, es decir, aquella que implica la integración y control de todas las formas de comunicar en un único medio: el ordenador, que añade la interactividad a esa integración de medios (frente a la definición de multimedia como la utilización de diferentes medios para presentar la información) [Moral-95].

También hemos visto en el capítulo 4 la importancia que tiene ofrecer unos contenidos (no sólo materiales multimedia, sino también servicios *on-line*) de calidad en la búsqueda de la utilización eficiente de las redes en el entorno educativo. Para conseguirlo hay que diseñar los contenidos en función de los usuarios y del fin al que van destinados y en función de las posibilidades de los medios y tecnologías al alcance.

En la actualidad los proveedores de servicios que ofrecen servicios educativos son escasos y en una gran mayoría responden a esquemas y modelos ya existentes, que no explotan las posibilidades de las redes [Salinas-96]. Otras veces se intentan adaptar servicios que no se diseñaron específicamente con fines educativos para su empleo en el entorno escolar.

La evolución hacia el nuevo espacio de formación de nuestros días supone el diseñar nuevos servicios, adaptándolos a las necesidades educativas actuales.

En éste capítulo se van a analizar algunos servicios educativos tanto desde el punto de vista pedagógico como técnico. Se estudiará qué herramientas son las necesarias para su implantación y las posibilidades de ofrecerlos sobre el *World Wide Web* (WWW). Los rasgos que hacen el Web interesante para propósitos educativos incluyen que es rápido, práctico, de múltiples usos, popular e interactivo [Penfield-96]. Además, es una tecnología que permite el acceso *integrado* a diferentes tipos de servicio [Flur-96]. Por todo ello le mostramos especial atención.

Después de dicho análisis se estudiarán dos casos concretos de contenidos educativos y se relacionarán con los conceptos de Internet en las Escuelas e Intranet Educativa definidos en el capítulo 4.

6.1 Análisis de servicios educativos

Para facilitar la enumeración de los posibles servicios educativos vamos a clasificarlos según cinco grupos:

- Servicios de **comunicación**: aquellos cuyo principal cometido es facilitar la comunicación entre usuarios (entre alumnos, entre profesores o entre alumnos y profesores).
- Servicios de **información**: ofrecen información genérica, estructurada y presentada de forma adecuada para un uso específico.
- Servicios para el **trabajo colaborativo**: aquellos servicios que, más allá de la comunicación, facilitan el trabajo en equipo y el intercambio *eficaz* de información.
- Servicios de **gestión**: para la gestión administrativa de alumnos, profesores, cursos, accesos y otras cuestiones estadísticas.
- Servicios de **entretenimiento**: aquellos servicios, educativos o no, destinados al ocio o pensados para su utilización durante el tiempo libre.

Habrá servicios que puedan englobarse dentro de varios grupos, pero se presentarán dentro de aquel que represente más, según nuestro criterio y definición del servicio. Por ejemplo, aunque hemos hecho un grupo específico de servicios de comunicación, vamos a encontrar la comunicación en servicios de todos los grupos.

Los diferentes servicios necesitarán de diversas implementaciones en función de varios factores, entre los que se encuentra el modo de interacción de los usuarios. Esta interacción puede ser **síncrona** o **asíncrona** [Ellis-91, Rodden-92]:

- **síncrona**: requiere de la presencia de todos los participantes, los cuáles actúan de forma simultánea (por ejemplo, todos pueden trabajar a la vez sobre el mismo objeto y en tiempo real) [Tou-94].
- **asíncrona**: no requiere una interacción simultánea por parte de los usuarios y tiene lugar a lo largo de un periodo de tiempo mucho mayor.

El modo de interacción precisado para cada servicio (e implementado en el sistema), dependerá de la naturaleza de las tareas que implique. Por ejemplo, un sistema de videoconferencia requiere una cooperación síncrona, mientras que un sistema de mensajería (como el correo electrónico, por ejemplo) es de naturaleza asíncrona.

En algunos sistemas se soportan ambas formas de interacción, como en *PENCACOLAS* [González-97b], un sistema de trabajo cooperativo soportado por ordenador para la enseñanza de la composición escrita. En este sistema alumnos y profesor interaccionan de forma síncrona en el proceso de la composición de un texto, quedando registrado todo el proceso para el posterior análisis por parte del profesor. La interacción asíncrona se produce, por ejemplo, cuando el profesor realiza dicho análisis del resultado (tanto individual como de grupo) de los alumnos [González-97c].

6.1.1 Servicios de Comunicación

La comunicación humana se puede producir a tres niveles distintos:

1. Comunicación ***Uno-a-Uno***: consiste en el intercambio de mensajes e información entre dos personas.

   El *correo electrónico* (si consideramos un único destinatario) es quizás el más claro ejemplo de este tipo de comunicación. El correo electrónico es una herramienta de comunicación asíncrona, ya que no precisa que el destinatario esté conectado simultáneamente al emisor del mensaje.

   El ejemplo más claro de comunicación *uno-a-uno* con interacción síncrona es la *conversación telefónica*. Otro ejemplo de herramienta de este tipo de interacción podría ser el *Talk*, ya que permite la conversación escrita en tiempo real: emisor y receptor deben estar conectados simultáneamente.

2. Comunicación ***Muchos-a-Muchos***: consiste en el intercambio de mensajes e información entre varias personas.

   Por ejemplo, entre las herramientas asíncronas tenemos los *tablones de anuncios* o *grupos de noticias*, y entre las síncronas están la *videoconferencia múltiple* y el *IRC* (*Internet Relay Chat*), que permite mantener un gran número de conversaciones, cada una de ellas con un número indefinido de usuarios.

3. Comunicación ***Uno-a-Muchos***: es una comunicación para la difusión de información.

El principal uso de este modelo es la publicación electrónica de documentos, por ejemplo, en el *Worl Wide Web*. Otro ejemplo de aplicación es la difusión de conferencias por *m-bone* o similar.

Ahora vamos a analizar las posibles necesidades de comunicación que pueden darse en un entorno educativo a nivel de Primaria y Secundaria, según los distintos tipos de comunicación definidos.

Por ejemplo, para una comunicación inter-personal que sea flexible, es fundamental la independencia del espacio y del tiempo. En principio, para conseguir estos objetivos e incluyendo el aspecto económico, una herramienta asíncrona como el correo electrónico es lo más adecuado. Y para las conversaciones entre varias personas, se pueden elegir los grupos de noticias.

Sin embargo, la aplicación a un campo concreto como el de la educación, nos sugiere el análisis de servicios *ad hoc* en función de los usuarios destinatarios.

6.1.1.1 Comunicación *Profesor-Alumno/os*

Uno de los aspectos claves en el entorno educativo es la *comunicación entre el profesor y un alumno*. Esta comunicación puede consistir en una atención personalizada sobre materias didácticas (tutoría) o en una orientación pedagógica, fundamentalmente. Esta última no tiene por qué ser función del profesor; puede ser un tutor, un psicólogo, etc. Por eso las estudiamos separadas:

- **Tutoría electrónica**[36] [Pérez-97a]: mediante el correo electrónico, un alumno puede consultar una determinada duda al profesor correspondiente. Esta es la implementación más sencilla de tutoría electrónica. Podríamos pensar en una tutoría más abierta y flexible.

Las redes de comunicaciones nos permiten comunicarnos fácil y rápidamente con

[36] La tutoría electrónica, así como otros servicios telemáticos, se está empleando tanto en cursos a distancia como en cursos presenciales, debido a que este modelo de tutoría *diferida* es menos espontánea, más reflexiva y reposada que la tutoría *en tiempo-real* [Bartolomé-95]. El fenómeno es análogo al que veíamos en el capítulo 2 con la aparición de la escritura (apartado 2.2.2): en las culturas lecto-escritoras el discurso formativo es más reflexivo, deliberado y estructurado que en las culturas orales.

personas de distintos lugares del mundo. Por tanto, la tutoría puede ser más abierta: los alumnos pueden consultar sus dudas a profesores distintos de los de su propio centro. En este caso, diferentes profesores de diversos centros se darían de alta como tutores electrónicos de una o varias materias, de forma que un alumno podría comunicarse con cualquiera de ellos.

- **Orientación pedagógica**: este servicio es un servicio de apoyo al alumno, totalmente personalizado, que puede ser materializado mediante el correo electrónico. Es un segundo nivel de consulta, más cerrado e inter-personal. Un pedagogo o psicólogo orienta al alumno en diversos aspectos o problemas distintos de los que implican los contenidos en sí.

Otro nivel de comunicación entre profesor y alumnos es el de *Uno-a-Muchos* para la difusión de conocimientos por parte del profesor a todos los alumnos. En este sentido, tenemos varias opciones:

- Sesiones magistrales a través de **videoconferencia**: es la alternativa más semejante a las clases magistrales tradicionales, y por tanto, tiene algunos de sus inconvenientes.

Por una parte, es una herramienta síncrona, lo que implica que alumnos y profesor deben estar conectados simultáneamente, con la consecuente falta de flexibilidad temporal. Por otra parte, permite cierta flexibilidad espacial, al no tener que encontrarse localizados en el mismo sitio profesor y estudiantes. Además, el carácter simétrico de la videoconferencia permite que los alumnos puedan también participar en la sesión (aunque de la misma forma pasiva que en las típicas clases tradicionales).

- **Cursos *en línea***: un profesor podría diseñar sus contenidos y publicarlos en el WWW para que los estudiantes puedan acceder a ellos cuando quieran y desde cualquier lugar.

  Esta alternativa es más flexible que la anterior, y permite que los alumnos accedan en todo momento a información actualizada. Además fomenta el autoaprendizaje guiado. El principal problema de estos cursos *en línea* se debe a que la velocidad de las redes de comunicación todavía no es lo suficientemente alta como para poder transmitir información multimedia y la falta de

interactividad tendría que ser compensada complementando los cursos con otro tipo de servicios o actividades.

- **Servicio de distribución de cursos** multimedia: siguiendo en la misma línea que con los cursos en línea, se podría cambiar esta opción por la del empleo de cursos multimedia interactivos, que se ejecuten localmente en los ordenadores de los alumnos. El profesor diseñaría los contenidos multimedia y los distribuiría a sus alumnos, pudiendo estar los elementos multimedia en un CD-ROM. A través de un servicio sobre Internet diseñado para tal fin, se podrían actualizar los cursos según las novedades o cambios introducidos por el profesor.

  Aunque el proceso de actualización no es tan sencillo como con los cursos en línea, los cursos multimedia interactivos permiten un aprendizaje mucho más activo.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

6.1.1.2 Comunicación *entre Profesores*

También es necesario ofrecer un mecanismo sencillo para la *comunicación entre los profesores*; lo que podríamos llamar una **sala de profesores**. En ella tendrían cabida diferentes áreas.

En lo que se refiere a las comunicaciones *uno-a-uno*, dos profesores se podrían comunicar a través del correo electrónico de forma asíncrona.

Además habría un área con grupos de discusión (para el intercambio de opiniones sobre temas pedagógicos).

Por último, podría existir un área para la resolución de incidentes críticos o para problemas urgentes. Se resolvería de forma asíncrona a través de un grupo de discusión, o se convocaría en un tablón de anuncios una reunión por videoconferencia para resolver el asunto urgente.

6.1.1.3 Comunicación *entre Alumnos*

Las relaciones entre los alumnos son vitales para el progreso del aprendizaje académico a través de la cooperación [Borrás-97].

Para la comunicación entre alumnos, el correo electrónico junto con los grupos de noticias son lo más adecuado, sin olvidar el incluir una herramienta de IRC, que supone gran atractivo para los alumnos. La utilización de estas herramientas habría que combinarla con un mecanismo sencillo para encontrar información sobre otro alumno y para formar grupos de amigos.

6.1.2 Servicios de Información

Dentro de esta categoría de servicios, existen muchas posibilidades. Veamos algunas de ellas:

- **Tablón de Eventos** [Hernández-98]: para informar a los alumnos de que van a tener lugar ciertos eventos, como una clase magistral, una prueba de evaluación, etc. La diferencia con los tablones de anuncios o grupos de noticias es que en éstos cualquiera puede publicar, mientras que en el tablón de eventos sólo puede hacerlo una persona autorizada, como el profesor.
- **Patio de recreo**: se les propone a los alumnos (de una forma clara, sencilla y atractiva) diversas opciones de ocio. Éstas pueden ser *en línea* o de otro tipo: lecturas recomendadas, sugerencias de espectáculos en las distintas provincias, etc.
- **Biblioteca Virtual**: se trata de facilitar la búsqueda de información a través del WWW[37], presentando enlaces de interés organizados jerárquicamente. Los profesores, como parte de su propia docencia, podrían proponer a los alumnos viajes por Internet diseñados por ellos mismos.

6.1.3 Servicios para el trabajo colaborativo

Este tipo de servicios ha despertado en los últimos años gran interés por parte de investigadores y empresarios, lo que ha causado la aparición de una nueva disciplina, el Trabajo Cooperativo Soportado por Ordenador (*Computer Supported Cooperative Work, CSCW*).

El término CSCW [Palmer-94, Robinson-91] fue acuñado en 1984 por Greif y Cashman como respuesta al crecimiento en la investigación sobre el uso del ordenador como soporte para el trabajo en grupo. Este crecimiento puede achacarse a la introducción de los ordenadores en el mundo laboral a partir de los años 80 y al posterior crecimiento masivo en telecomunicaciones, ya que una vez que los ordenadores estuvieron conectados a través de redes de área local o de área amplia, surgió el objetivo de *conectar a la gente* a través de esas redes.

Se define **Trabajo Cooperativo Soportado por Ordenador** o **CSCW** como el conjunto de personas que trabajan juntas sobre un producto, área de investigación o tópico con ayuda de un ordenador [Grudin-94].

El término *groupware* se usa frecuentemente como sinónimo de CSCW. Ellis, Gibbs y Rein [Ellis-91] dan la siguiente definición para *groupware*:

> *Sistemas basados en ordenador que soportan grupos de personas comprometidas en una tarea o meta común y que proporcionan una interfaz para un entorno compartido*.

Sin embargo, el **CSCW** va más allá que el *groupware*, ya que también estudia los aspectos psicológicos, sociales y de organización. La investigación dentro de la disciplina CSCW tiene ramificaciones diversas, en función del campo de aplicación. Así, el **Aprendizaje Cooperativo Soportado por Ordenador** o **CSCL** *(Computer Supported Cooperative Learning*) pretende adaptar los sistemas CSCW al caso concreto de la educación, en un esfuerzo por fusionar las actividades sociales de una clase tradicional y las redes de ordenadores como su soporte [Smith-95].

Cualquiera de las herramientas mencionadas en apartados anteriores pueden ser consideradas como herramientas CSCW, ya sean síncronas o asíncronas, puesto que

[37] El WWW mantiene almacenada y de forma distribuida una gran cantidad de información y se puede considerar como una enorme biblioteca a escala mundial.

proporcionan una comunicación entre personas mediada a través del ordenador. Sin embargo, en este apartado se van a tratar servicios específicos que faciliten, no sólo una comunicación, sino también un trabajo en grupo en el campo de la enseñanza. Veamos algunos ejemplos:

- **Editores de texto multiusuario** como GROVE [Ellis-91] o, más concretamente, **sistemas para la enseñanza de la composición escrita** como *PENCACOLAS (PEN Computer Aided Composing cOLlaborative System*).

  PENCACOLAS [González-97b] es un sistema CSCW basado en una interfaz de lápiz electrónico para la enseñanza y aprendizaje de la composición de textos, que permite la interacción entre alumnos (grupos de 2 ó 3) y la supervisión e interacción con el profesor a modo de pizarras compartidas y con potentes mecanismos de coordinación [González-97d]. Este sistema combina interacciones de naturaleza asíncrona con otras de naturaleza síncrona. Esta última es realmente interesante para el aprendizaje de la escritura [Blasco-96]. Es una aplicación cliente/servidor y propietaria, es decir, que precisa de un cliente específico, a diferencia de las aplicaciones sobre Web, que funcionan con un navegador como cliente (más adelante comentaremos la importancia de este aspecto y el por qué de los sistemas '*groupware*' propietarios).

- **Diseño cooperativo**: profesores de la misma institución pero distribuidos geográficamente o incluso de diferentes instituciones podrían diseñar de forma colaborativa y asíncrona un curso. Se trata de minimizar la duplicidad de información y reducir el trabajo y hacerlo de forma distribuida, a través del WWW, CDs, Bases de Datos,…

El diseño cooperativo supone la elaboración de documentos de forma colaborativa, pero cada profesor elaboraría y documentaría su parte, independientemente de lo que estén haciendo los demás (a diferencia de lo que ocurre con el sistema de aprendizaje colaborativo de la escritura visto en el punto anterior). Por supuesto este servicio tendría que complementarse con otros de comunicación, para la coordinación y revisión de los resultados finales y con herramientas de gestión de proyectos.

Hay algunos sistemas de este tipo para la gestión y soporte de los procesos de empresa de diseño y desarrollo colaborativo de software, como el *PROCESS **WEAVER*** [Le Brasseur-95].

- **Intercambio de material** entre alumnos y/o profesores: herramienta para facilitar el intercambio de material electrónico entre alumnos y profesores. Esta herramienta podría ser empleada en el servicio de diseño cooperativo.
- **Asistente de actividades**: proporcionarle a los profesores una base de datos de actividades, estructuradas según materias y temas, a la que puedan acceder a través de Internet. Adicionalmente un profesor podría sugerir a sus alumnos (de forma conjunta o personalizada) la realización de algunas de las actividades.

La mayoría de los sistemas *groupware* se desarrollan para plataformas particulares, que sólo pueden utilizarse en la organización correspondiente [Dix-96].

El Web ofrece una infraestructura independiente de la plataforma y accesible de forma global. El intercambio de material y el asistente de actividades son servicios que se pueden ofrecer de forma asíncrona, por lo que su soporte en el Web no es problemático. Lo mismo ocurre con el diseño cooperativo, que hemos definido como asíncrono. De hecho, muchos de los editores asíncronos de documentos compartidos, como ***Quilt***, adoptan un *modelo de anotaciones* que se suele basar en la *tecnología hipertexto* [Rodden-92]. Así tenemos editores cooperativos sobre Web, como Alliance [Decouchant-96].

Pero los servicios en los que se requiere una colaboración más estrecha (como el sistema de aprendizaje de la escritura) necesitan herramientas de colaboración síncronas (como las pizarras compartidas), que hasta el momento tienen más funcionalidad dentro de los sistemas propietarios. Surge el debate *Groupware* vs. *Webware (o GroupWeb)*.

En los últimos años ha habido una avalancha de programas, utilidades y herramientas para Internet, que facilitan el compartir todo tipo de información. El *World Wide Web* es el más popular de todos ellos. En el sentido débil de la palabra, se puede decir que el WWW es también una *tecnología colaborativa*, ya que permite a la gente compartir información [Dix-96].

No es raro pensar que las mismas tecnologías que han contribuido al éxito de Internet en los últimos años (navegadores Web, servidores Web, el lenguaje para documentos hipertexto HTML y el protocolo de transferencia de documentos hipertexto HTTP) puedan ser aplicadas para crear sistemas de información *corporativos* y aplicaciones de colaboración muy potentes. Es lo que se conoce popularmente con el nombre de **intranet** [PCMag-96], concepto que ya se describió en el capítulo 5.

La cuestión que aquí nos atañe es si pueden las tecnologías de intranet suplantar a los sistemas de 'tradicionales'. La respuesta no tiene que ser necesariamente una disyuntiva *groupware* o *intranet*, ya que los paquetes de tradicionales incluyen funciones de integración con Internet [Anido-95].

Vamos a ver qué *ventajas* ofrece una intranet como arquitectura para soportar herramientas de trabajo cooperativo:

- Los navegadores Web están disponibles para todo tipo de sistemas operativos, a diferencia del software cliente propio de algunos sistemas *groupware*.
- La intranet corporativa proporciona un acceso a la información que es independiente del sistema operativo.
- Los servidores Web no necesitan tanta potencia hardware ni espacio en disco como los paquetes clásicos de los productos *groupware*.
- El mercado de servidores Web es competitivo, no son soluciones propietarias de un solo fabricante. Todos los productos dialogan entre sí.
- Las intranet son relativamente baratas de instalar y administrar, en comparación con los sistemas de *groupware*, que pueden ser caros y pesados de instalar y gestionar, teniendo en cuenta que es necesario enfrentarse con las diferentes variantes de hardware, sistemas operativos y protocolos de red.
- La tecnología Web es escalable y se puede utilizar en redes de área local o extensa.
- Las herramientas de creación que complementan a las aplicaciones ofimáticas ayudan a los usuarios menos experimentados a crear páginas HTML para los servidores Web.

Aunque las ventajas de una intranet son claras, también tiene sus *inconvenientes*:

- Las aplicaciones para colaboración en intranet no son tan potentes como los productos tradicionales de *groupware*.
- Es necesario instalar y mantener aplicaciones independientes del correo electrónico y servidores Web, en lugar de un sistema unificado como en los productos de *groupware*.
- Las intranet no incluyen funciones de replicación para los usuarios remotos, que sí pueden ofrecer los productos *groupware*.
- HTML no es suficientemente potente para desarrollar aplicaciones cliente/servidor. Los estándares de programación para Web, como Java[38], están surgiendo ahora.

Todos estos puntos deben ser tenidos en cuenta a la hora de comparar la intranet corporativa con el *groupware* tradicional, si bien hay que ir mirando hacia el futuro para ver si las nuevas tecnologías de programación como Java dotan a la intranet de la potencialidad e interactividad necesaria en las aplicaciones de trabajo cooperativo.

Por el momento se están desarrollando y evaluando productos para trabajo cooperativo en el Web y, aunque hasta hace poco no llegaban a la altura de las aplicaciones de *groupware* tradicionales [PCMag-96], también funcionan y cada nuevo producto o versión que se lanza al mercado incorpora más características funcionales. Un ejemplo de ello es Radnet WebShare [Marshak-97], una plataforma para aplicaciones colaborativas sobre Web.

Otro ejemplo lo tenemos en [Bouras-98], que presenta una propuesta de plataforma para la implementación de los servicios de trabajo cooperativo (síncronos y asíncronos) de una red educativa sobre interfaz Web. Para asegurar la independencia de la plataforma, a nivel de programación se utiliza Java. El sistema se basaría en el modelo cliente/servidor. La parte cliente consistiría en *applets* Java que cooperen entre sí y la parte del servidor en un servidor Java que cooperase con el Servidor Web.

[38] **Java** es un lenguaje de programación orientado a objetos, de Sun Microsystems, para el desarrollo de aplicaciones distribuidas en el Web.

6.1.4 Servicios de Gestión

En este tipo de servicios administrativos estarían incluidos todos aquellos que requieran de aplicaciones para registro de cursos, profesores, alumnos, etc. La información suele estar mantenida en una base de datos a la que se accede mediante autentificación.

6.1.5 Servicios de Entretenimiento

Los servicios de entretenimiento y ocio pueden ser muy variados y deben ser atractivos y participativos. Además es deseable que supongan un reto en la creatividad, la imaginación y el razonamiento.

Dentro de este grupo nos encontramos servicios diseñados especialmente para el ocio (lo cual no supone en general que no sean educativos), como juegos, concursos, etc., y servicios diseñados con otro objetivo fundamental pero que dado su atractivo, pueden ser utilizados con fines ociosos.

En este punto es interesante tomar como referencia el servicio de **Anaya Educación** en Internet, denominado ***La Aventura Educativa*** (http://www.infoeduca.com).

Más que un servicio, ***La Aventura Educativa*** es un conjunto de servicios que, a través de la red Internet, pretenden apoyar y orientar los procesos educativos, tanto en el hogar como en los centros de enseñanza. Dada la escasez de propuestas diseñadas específicamente para niños y jóvenes en Internet, ***La Aventura Educativa*** ofrece una amplia gama de servicios adaptados a las necesidades de aprendizaje, información, comunicación y ocio, propias de estas edades.

Así, ***La Aventura Educativa***, está pensada como un entorno de comunicación y aprendizaje en Internet, adaptado a las necesidades y características de sus usuarios (niños, padres y profesores), y en el que la selección y variedad de actividades, los

modos de transmisión de los contenidos pedagógicos, el diseño gráfico y, en general, la interfaz de usuario están al servicio de los fines educativos del proyecto.

Aunque ***La Aventura Educativa*** incluye un servicio específico de "ocio educativo" (con juegos matemáticos y de lengua, música, concursos de fotografía, puzzles, etc.), el diseño y características de todos sus servicios, hacen de ***La Aventura Educativa*** un sistema muy atractivo para aprender, relacionarse y jugar desde casa y desde los centros educativos. Dichos servicios se orientan, además de en el "ocio educativo", en los siguientes aspectos:

- La comunicación, dentro de una gran comunidad mayoritariamente hispanohablante.
- Los procesos de enseñanza y aprendizaje de algunos contenidos curriculares (Lengua, Matemáticas, Ciencias, Inglés), mediante actividades para la práctica y la aplicación de los contenidos a diversos contextos.
- La información y la referencia, puesto que ofrece diversas herramientas de consulta, incluyendo documentos de referencia y la posibilidad de realizar una consulta directa a especialistas en las diversas materias.
- La participación activa del usuario por medio de la publicación de sus trabajos y aportaciones en las diversas actividades propuestas.

La Aventura Educativa contaba a mediados de Septiembre de este año (1998) con 2379 usuarios registrados (de 14 países distintos), de entre los cuales 2027 eran niños de entre 8 y 13 años. Las cifras son bastante buenas, y la realidad es que la participación de los usuarios, ya sean adultos o niños, es notable.

De lo que no cabe duda, haciendo un análisis de las opiniones de los usuarios, es que los niños se divierten, aprenden y sobre todo hacen muchos amigos con ***La Aventura Educativa*** y que los profesores la valoran positivamente. Sin embargo, se puede observar fácilmente que la participación se produce fundamentalmente fuera de los horarios de clase (desde casa o desde los centros) y, en ocasiones, en clases dedicadas especialmente al empleo de ***La Aventura Educativa***, limitando su uso a una hora. Por tanto, el acceso a estos servicios educativos se produce de forma ocasional e inflexible y no como parte fundamental de los contenidos educativos.

Por todo ello, englobamos a ***La Aventura Educativa*** dentro del concepto de ***Internet en las Escuelas*** definido en el capítulo 4, destacando su importancia y su validez como instrumento de preparación para la nueva escuela.

6.2 Casos de Estudio

Una vez analizadas las distintas alternativas de servicios para un entorno educativo, vamos a estudiar los dos ejemplos de contenidos educativos desarrollados como parte de este trabajo de investigación:

Caso 1: proyecto *Internet en las Escuelas*

Caso 2: CD-ROM multimedia y *Servidor Educativo*

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

6.2.1 Internet en las Escuelas

Como ya se comentó en el capítulo 4, ***Internet en las Escuelas*** [Verdú-97b, Verdú-97c, Verdú-98c, Rodríguez-98a] es un proyecto realizado por CEDETEL en colaboración con la Junta de Castilla y León, que comenzó a mediados de 1997.

Con el proyecto se buscaba aplicar las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (NTICs) en el área de formación de población infantil de Castilla y León. Se trataba de la creación de un *instrumento de apoyo* a la formación básica para población infantil ultradiseminada, con servicios que compensen la inaccesibilidad a esos mismos servicios culturales cuando se encuentran localizados en zonas urbanas. Nuestro objetivo era doble:

- Servir de prueba piloto para evaluar las posibilidades de la utilización de la red Internet en la enseñanza Primaria y Secundaria, haciendo gran hincapié en las posibilidades de Internet para mitigar las consecuencias de los desplazamientos de los estudiantes de las zonas rurales a centros educativos de mayor tamaño.

- Formación ocupacional para los estudiantes que participasen en esta prueba piloto, pues tendrán la oportunidad de aprender a generar contenidos para la red Internet, algo que ya empieza a ser valorado a la hora de buscar empleo. Con esta experiencia se introducirán en la nueva *Sociedad de la Información*.

El proyecto ofrece a profesores y alumnos de los centros de primaria y secundaria de Castilla y León, que dispongan de acceso a Internet, una serie de servicios accesibles a través de un navegador o cliente Web, mediante la dirección **http://www.intesc.cedetel.tel.uva.es**. Dentro de los servicios posibles (definidos en el apartado anterior) nos centramos en dos funciones: tutorial y de orientación.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

6.2.1.1 La Tutoría Electrónica

El servicio de ***Tutoría Electrónica*** tiene como objetivo poner en contacto a los alumnos con varios profesores de distintas especialidades. Los alumnos podrán consultar sus dudas a los profesores y obtener respuestas por parte de éstos.

Por tanto, es necesario que diferentes profesores de diversos centros se den de alta como tutores electrónicos de una o varias materias, de forma que un alumno pueda comunicarse con cualquiera de ellos.

Para facilitar y flexibilizar la tarea de los profesores así como para enriquecer el propio proceso de tutoría, se ha optado por lo siguiente: un alumno que tiene una duda la remite a un buzón destinado al área correspondiente. Todos los profesores suscritos a tal área podrán acceder a la consulta y contestarla si lo desean, de tal forma que pueden existir varias respuestas a la misma consulta. Por supuesto, los profesores pueden ver las respuestas de los otros colegas al alumno.

Estaríamos por tanto, en este caso, en lo que hemos llamado comunicación *muchos-a-muchos*. Pero la comunicación u*no-a-uno* entre un profesor y un alumno se puede mantener aún siguiendo este modelo de Tutoría Electrónica.

La idea de este modelo de tutoría electrónica tiene su origen en GNATS[39] (*GNU Problem Report Management System*). GNATS es una base de datos especializada, cuyo funcionamiento es el siguiente: si algún usuario tiene una duda rellena un formulario, indicando el tema (a escoger de entre los existentes en el lugar de soporte) y sin preocuparse de quién le va a responder. GNATS recibe el formulario y decide quién va a responder esa duda. El asignado por GNATS intenta responderla y GNATS avisa al usuario que formuló su pregunta cuando ésta haya sido resuelta o estudiada. Y le indicará que la consulte en la base de datos. La consulta queda almacenada para que cualquiera pueda acceder a ella (el estado de la pregunta cambia cuando ya ha sido contestada). Todo funciona básicamente por correo electrónico, aunque las consultas se pueden hacer también a través del Web.

GNATS resulta complejo para usuarios no especializados, pero tiene muchas ideas aprovechables en servicios más sencillos.

Para el almacenamiento de la información referente a la tutoría electrónica se creó una base de datos [Date-93, Elmasri-94], con una serie de tablas y relaciones entre ellas[40]. Antes de verlas, vamos a ver cómo es el funcionamiento del servicio de tutoría electrónica:

1. Un profesor que quiera colaborar en el proyecto rellena un formulario disponible en el WWW.
2. El administrador del servicio, debe dar de alta al profesor como *colaborador* de Internet en las Escuelas y, cuando haya obtenido los datos necesarios, dará de alta al profesor como *tutor electrónico*[41] en todas las áreas o asignaturas que él haya indicado.
3. Un profesor que ya ha sido dado de alta puede acceder al servicio introduciendo el nombre de usuario (*login*) y la contraseña (*password*) que le haya indicado el administrador.

[39] GNATS Copyright (c) 1993, Free Software Foundation, Inc.

[40] Aunque no se va a entrar en detalles, conviene decir que como *Sistema Gestor de Bases de Datos* o SGBD se emplea el sistema **Oracle**.

[41] El motivo de que haya dos entidades diferenciadas, *colaborador* y tutor o *profesor*, es que hay colaboradores que pueden participar en otros servicios, como el de orientación universitaria. Por tanto, la entidad *colaborador* será común a ambos servicios (mientras que la de *profesor* no), de forma que no se duplique información. En terminología de bases de datos, la tabla

Pulsando sobre las distintas asignaturas que tutoriza puede ver si hay preguntas hechas y en qué estado están, es decir, si ya han sido respondidas o no, como puede observarse en la figura 6.1. En cualquier caso, él puede enviar a la base de datos un nuevo comentario o respuesta, si se identifica de nuevo (por motivos de mayor seguridad a la hora de enviar las respuestas a las dudas). También puede enviar directamente un mensaje de correo electrónico al alumno que hizo la pregunta, si así lo desea.

4. La primera vez que un alumno entra en el servicio de Tutoría Electrónica, debe introducir su nombre, curso y su dirección de correo electrónico. Esta última le servirá las demás veces para entrar y realizar consultas o acceder a las respuestas.

   Para realizar una consulta debe seleccionar la asignatura o área correspondiente e introducir la pregunta a través de un formulario. La consulta es almacenada en la base de datos con estado *no-respondida*.

5. Cuando un alumno accede para ver si le han resuelto una duda, no tiene más que introducir su dirección de correo electrónico y le aparece un listado de las consultas que ha hecho y su estado.

Si ya le han contestado, puede acceder para ver la/s respuesta/s, así como el profesor o profesores que le han contestado. Puede ver su foto y comunicarse con ellos por correo electrónico.

Un ejemplo de esto se muestra en la figura 6.2.

6. Por último, los alumnos también pueden acceder a un listado de los profesores que están dados de alta, clasificados según las materias que imparten.

   A partir del listado, pueden acceder a algunos de los datos de un profesor, como su foto, colegio en el que da clase, dirección de correo electrónico, etc.

A continuación, en la figura 6.3, se muestra el *diagrama entidad-relación*[42] que modela el sistema anteriormente descrito.

COLABORADORES pertenecerá a las dos bases de datos (la de Tutoría Electrónica y la que se verá más adelante de Orientación Universitaria).

[42]El *modelo Entidad-Relación* [Cerrada-95, Elmasri-94] permite definir todos los datos que manejará un sistema junto con las relaciones que existan entre ellos. Es un modelo de datos muy empleado para definir la estructura de una base de datos.



Figura 6.1: Tutoría electrónica (profesor). Preguntas realizadas por diversos alumnos sobre una asignatura.



Figura 6.2: Tutoría electrónica (alumno). Respuesta a una pregunta.

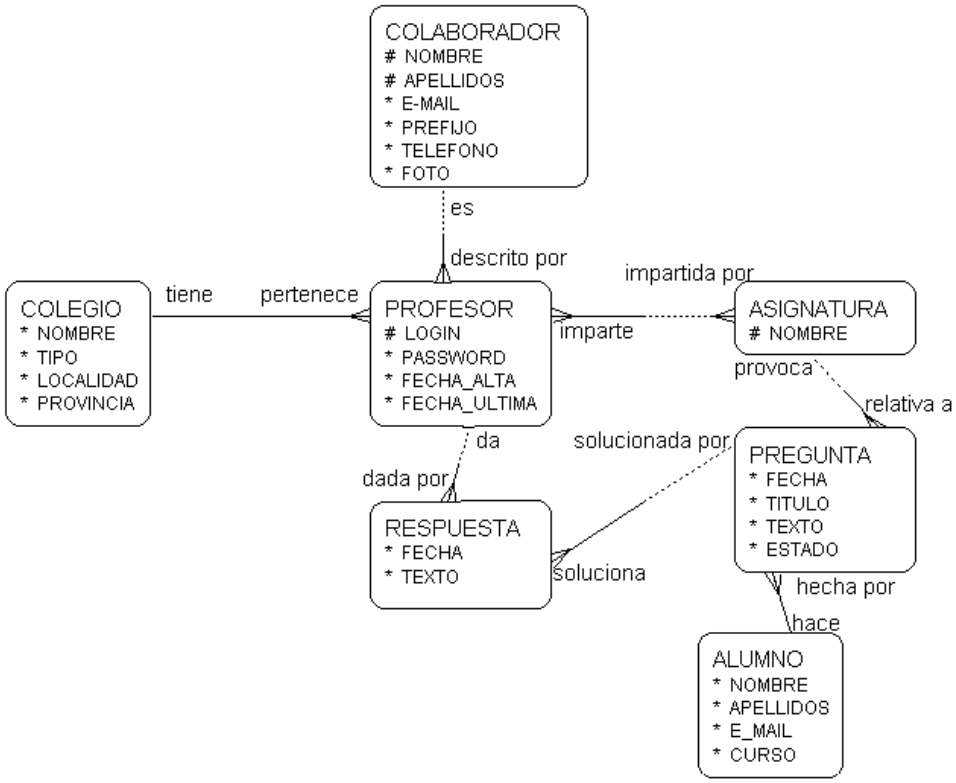


Figura 6.3: Diagrama Entidad-Relación de la aplicación Tutoría Electrónica.

6.2.1.2 La Orientación Universitaria

La Orientación Universitaria consiste en ofrecer información al alumno sobre las carreras que puede estudiar en Castilla y León y orientarles en la elección de una carrera universitaria.

La elección de una carrera universitaria es generalmente un paso difícil. La aplicación "Orientación Universitaria" pretende ayudar a los estudiantes a que su elección sea lo más sencilla posible. Así, los estudiantes podrán conocer de qué trata cada carrera, dónde puede estudiarse, las salidas profesionales y el plan de estudios de cada carrera. Toda esta información se presenta en una página Web como la que se muestra en la figura 6.4. Además, y como parte más significativa del servicio, se les ofrece a los estudiantes el contacto vía correo electrónico con universitarios, profesores y titulados para conocer las impresiones de éstos sobre las carreras que

cursaron. En la figura 6.5 se muestra el resultado de la consulta de los contactos disponibles para una carrera particular.



Figura 6.4: Orientación Universitaria. Información sobre una carrera.



Nombre	Apellidos	E-Mail	Titulacion	Tipo de Contacto
Conchi	Aller Tomillo	conall@etsi.tel.uva.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	ESTUDIANTE
Ignacio	De Miguel Jiménez	ignmig@cedetel.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	PROFESOR
Efrein	Gago Cerezal	efrein@cryogen.com	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	TITULADO
Ernesto	Gonzalo de Luis	erngon@casamaro.tel.uva.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	TITULADO
Rafael	Mompó Gómez	rmompo@cedetel.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	PROFESOR
Javier	Moral	jmoral@cedetel.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	TITULADO
María Ángeles	Pérez Juárez	mperez@tel.uva.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	PROFESOR
David	Rodríguez Alfayate	davrod@cedetel.es	INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN	TITULADO

Figura 6.5: Orientación Universitaria. Lista de contactos disponibles para una carrera.

Este servicio requiere de personas que colaboren como contactos de las diferentes carreras. La forma de dar de alta a estos 'contactos' es similar a la de dar de alta a los profesores. Primero se les debe dar de alta como colaboradores y luego como contacto de una o varias titulaciones, indicando si se trata de un estudiante, un profesor de la carrera o un titulado no profesor.

El acceso por parte de alumnos no requiere de identificación, por lo que cualquiera puede acceder a la información sobre las titulaciones y a la lista de contactos.

La base de datos de este servicio es más sencilla que la de la Tutoría Electrónica. En las figuras 6.6a, 6.6b y 6.6c podemos ver los diagramas entidad-relación que lo modelan.

BIBLIOTECA VIRTUAL

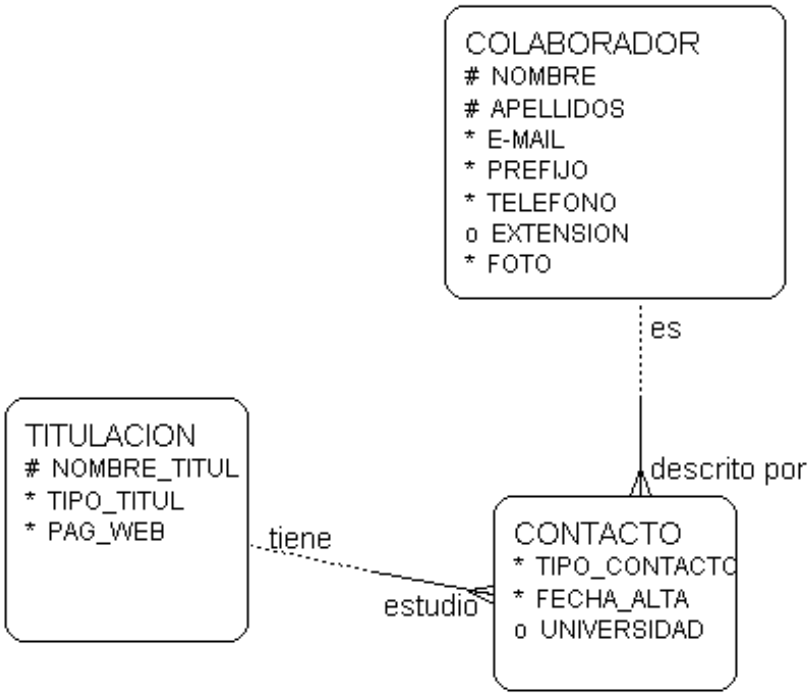


Figura 6.6a: Diagrama Entidad-Relación de la aplicación Orientación Universitaria (I). Contactos.

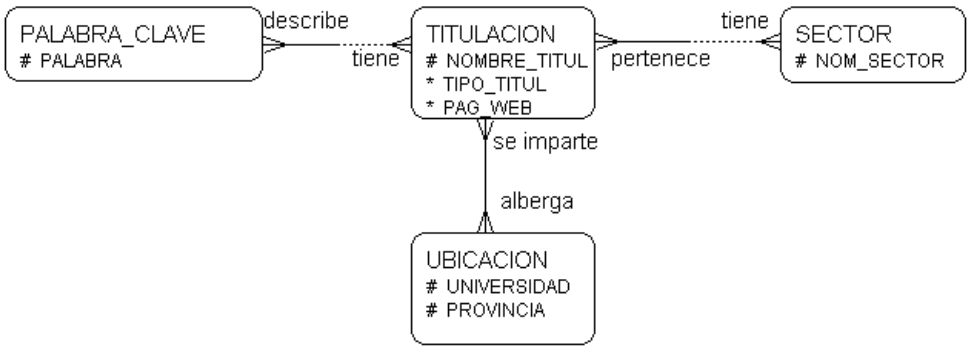


Figura 6.6b: Diagrama Entidad-Relación de la aplicación Orientación Universitaria (II). Titulaciones.

BIBLIOTECA VIRTUAL



Figura 6.6c: Diagrama Entidad-Relación de la aplicación Orientación Universitaria (III). Informadores sobre temas genéricos de la Universidad.

6.2.1.3 Otros servicios ofrecidos

El proyecto ofrece otros servicios, además de los anteriormente expuestos:

- "Navegación por Internet Orientada por el Profesor": les permite acceder fácilmente a puntos de interés didáctico para ellos, así como a páginas de entretenimiento recomendadas por profesores. También incluye una sección con enlaces a las páginas de los colaboradores de Internet en las Escuelas o a otros proyectos en los que participan (páginas Web de los centros de trabajo de los profesores, asociaciones de alumnos...).
- La "Revista de Trabajos": pretende ser un punto de encuentro donde alumnos y profesores publiquen sus proyectos e ideas, y los den a conocer a los demás. En esta sección podemos encontrar dibujos, poesías, redacciones, cómics y cartas.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

6.2.1.4 Espacio del proyecto *Internet en las Escuelas*

El proyecto, como ya se ha comentado anteriormente, ofrece servicios de apoyo a la formación básica facilitando el acceso a través de las redes telemáticas. Por ejemplo, con el servicio Orientación Universitaria, los alumnos pueden conocer opiniones diversas sobre cada carrera sin tener que asistir a sesiones especiales organizadas en el centro escolar o en el universitario. Pueden hacerlo desde casa o desde su propio centro cuando mejor les convenga.

El acceso a éste y a los demás servicios se puede realizar de manera esporádica y para ello basta con tener una conexión a Internet con capacidad suficiente para conseguir un acceso aceptable al World Wide Web (en principio bastaría con un módem de 14.400 bps, ya que no tenemos requisitos de tiempo real típicos de las aplicaciones síncronas).

Por todo esto, este proyecto (como su nombre indica) tiene lugar dentro de un espacio de formación del tipo **Internet en las Escuelas** (frente al de Intranet Educativa), que definíamos en el capítulo 4.

Siguiendo por este camino, podemos comentar otros posibles servicios de apoyo a ofrecer en el futuro:

- Orientación pedagógica para los profesores: siguiendo la misma línea de los servicios actuales, se podría formar un gabinete de orientadores pedagógicos para ayudar a los profesores en sus tareas de educar y enseñar.
- Sala de profesores, con diferentes secciones: grupos de discusión, información sobre materiales didácticos, su distribución, …
- Conferencias y chats para alumnos, profesores y padres, que quieran poner un tema en común.

BIBLIOTECA VIRTUAL

6.2.2 CD-ROM multimedia y *Servidor Educativo*

El segundo caso de estudio consiste en el empleo de materiales educativos multimedia junto con servicios a distancia. Parte de los contenidos se presentarán *on-line* y otra parte *off-line*.

Los materiales multimedia son, en general, bastante voluminosos, por lo que requieren bastante tiempo para cargarlos desde un servidor. Por otra parte, los soportes *off-line* (como el CD-ROM) pueden manejar muchos datos de forma efectiva pero no tienen el alto grado de flexibilidad que los *on-line* [Haga-98]. Aunque en el apartado 6.3.4 se expondrá con mayor detalle esta cuestión, podemos adelantar que en la actualidad, una buena integración de materiales *on-line* y *off-line* puede aportar un equilibrio entre efectividad y flexibilidad.

En este trabajo, y como caso particular de estudio, se ha diseñado un curso multimedia interactivo de matemáticas para educación primaria que puede ser utilizado de forma autónoma o en conjunto con un **Servidor Educativo** en Internet [Herrera-98]: el *Telecole*. Éste es el que vamos a tratar a continuación. El diseño del curso multimedia de matemáticas se expondrá dentro del apartado 6.3.

6.2.2.1 El Servidor Educativo

El objetivo del Servidor Educativo *Telecole* es ofrecer una serie de servicios educativos a través de Internet para que sirvan de complemento a la enseñanza basada en materiales interactivos multimedia. Veamos una breve descripción de dichos servicios:

- **Bibliografía**: los profesores pueden acceder, a través de Internet, a una base de datos bibliográfica con fuentes sobre diversas materias y de diferentes tipos (libros, artículos de revista y documentos disponibles en el Web). Además, para cada libro, artículo o documento Web, un profesor puede leer los comentarios hechos por otros profesores sobre dicha fuente así como añadir los suyos propios.
- **Gestión de alumnos**: una herramienta para que los profesores puedan acceder a los datos personales de sus alumnos y dar de alta a los nuevos alumnos.
- **Asistente de Actividades**: un profesor puede acceder a una base de datos de actividades complementarias a un material multimedia y seleccionar aquellas cuya realización quiera recomendar a sus alumnos, ya sea de forma general o individual (para cada alumno). De esta manera se puede ofrecer una herramienta adecuada para una enseñanza personalizada, dándole al profesor la oportunidad de proponer actividades de forma general (por ejemplo, 'los problemas del mes') y de una forma más selectiva y adaptada al nivel de cada alumno.

  Los alumnos podrán acceder a las actividades propuestas por su profesor para realizarlas. Además para cada actividad realizada, un alumno puede aportar una *reflexión* relativa a dicha actividad: qué pasos ha seguido para su ejecución, qué problemas le han ido apareciendo, cómo los ha solucionado, etc.

  De esta manera, los profesores tienen a su disposición una base de datos de r*eflexiones* de alumnos relativas a cada actividad, muy valiosa como elemento de análisis para pedagogos y profesores.

- Otras herramientas: enlaces a páginas de interés ('favoritos'), tablones de anuncios o grupos de noticias, intercambio de mensajes de correo electrónico,…

Para el almacenamiento de la información se crearon dos bases de datos, una para la parte de bibliografía y otra para la gestión de usuarios y el asistente de actividades. La primera de ellas es una base de datos muy sencilla para el almacenamiento de la información sobre las fuentes bibliográficas (título, autor, etc.). La segunda es algo más compleja, ya que existen relaciones diversas entre los datos. En la figura 6.7 se muestra el diagrama entidad relación que define su estructura:

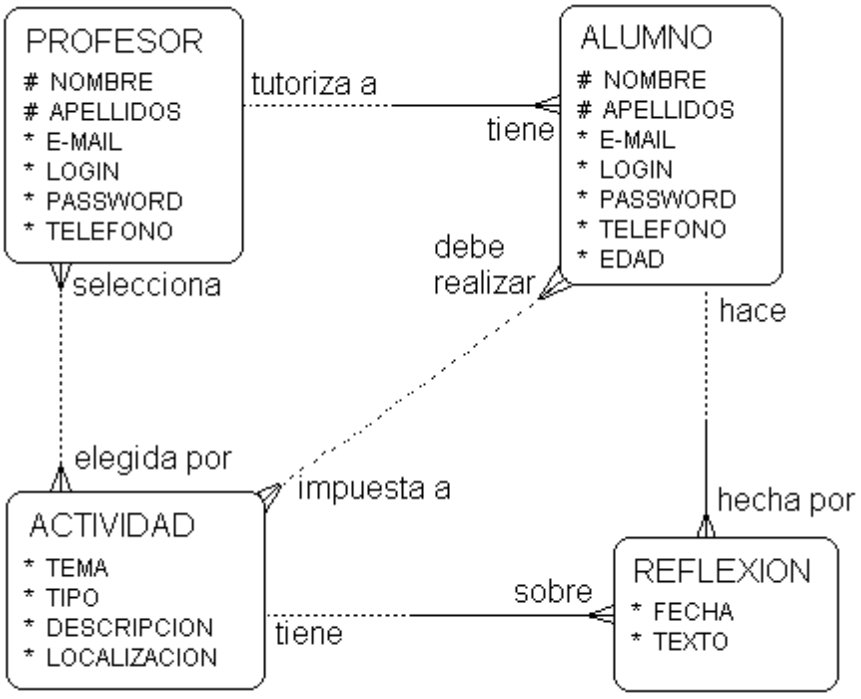


Figura 6.7: Diagrama Entidad-Relación de los servicios de gestión y de actividades del *Telecole*.

6.2.2.2 Espacio del Servidor Educativo + CD-ROM multimedia

En este caso tanto los materiales multimedia como los servicios a distancia han sido diseñados para ser utilizados como materiales básicos en el proceso de enseñanza. Son contenidos diseñados para lo que en el capítulo 4 llamamos **Intranet Educativa**.

El acceso a estos contenidos no va a ser esporádico, ya que es material fundamental dentro de clase. Por ello, la infraestructura de equipos debe ser tal que asegure que el funcionamiento de la clase y el proceso de aprendizaje no se va a ver trastocado por falta de recursos.

El empleo de un curso multimedia interactivo de calidad así como la aportación del asistente de actividades permite al profesor impartir de forma sencilla una enseñanza personalizada al alumno.

6.3 El material educativo multimedia

La Comisión Europea, en el informe sobre *Software Educacional y Multimedia* [EUCommission-96], destaca que uno de los obstáculos para la introducción de los materiales multimedia en las escuelas es la insuficiente cantidad y calidad del software educativo. A pesar de ello, añade que la eficacia pedagógica de la multimedia ha sido demostrada en numerosos experimentos pilotos.

El problema está, por tanto, en la dificultad de diseñar un material educativo de alta calidad técnica y pedagógica. La complejidad añadida por la múltiple 'dimensión' de los multimedios (se pondrá de manifiesto a continuación) dificulta esta tarea de forma especial.

Los materiales multimedia tienen tres aspectos importantes a destacar. Primero, como su nombre indica, pueden integrar diferentes medios, lo que conlleva mayor riqueza en la presentación de los contenidos. Segundo, debido al empleo del ordenador, permiten un aprendizaje interactivo, ayudando así a una mayor comprensión y adaptación al nivel del alumno. Y por último, suelen seguir una estructura hipermedial, rompiendo así con la estructura lineal típica de los libros de texto.

6.3.1 Características de los multimedios

6.3.1.1 La dimensión multimedia en los multimedios

Existe un cierto consenso en afirmar que la multimedia puede aumentar la motivación de los alumnos, así como en decir que un empleo inadecuado puede incluso distraer al alumno y disturbar el proceso de aprendizaje.

En principio, se puede afirmar que presentar la información utilizando varios canales aumenta la efectividad del proceso de aprendizaje [Moral-95]. Pero existen controversias al respecto.

Hay autores que afirman que el aprendizaje es más efectivo con interfaces que incorporan vídeo y audio [Blattner-94].

Sin embargo, otros no están totalmente de acuerdo con esto. Según Tiffin [Tiffin-97], no hay ninguna base técnica para apoyar que las imágenes animadas, música, etc., empleadas junto con el mensaje oral, mejore el proceso de aprendizaje. Es más, incluso pueden distraer y romper la concentración, a no ser que *exista una relación complementaria* entre la información en canales o modalidades diferentes. Tiffin afirma que quizás ese sea el problema del fracaso de la TV educativa. Y que a veces, de hecho, la comprensión es más fácil con imágenes fijas que con la secuencia en movimiento.

Sin embargo, existen algunos éxitos en la TV educativa, como *Barrio Sésamo*. Esto nos hace pensar en que la clave no está en el empleo de muchos o pocos medios, sino en hacer un buen uso de ellos. La información de los diferentes canales debe ser, en general, complementaria y el diseño de los contenidos debe hacerse en función de los usuarios a los que va dirigidos.

Un texto explicativo y escueto puede ser un buen complemento para el mensaje oral, así como una imagen significativa. Y una animación adecuada puede ayudar a la aclaración de ciertos conceptos. El vídeo, en general, se debe utilizar ocasionalmente, en aquellos casos en que la naturaleza de la materia a tratar (y de los usuarios destinatarios) lo haga recomendable.

Es obvio que un mal diseño de la utilización de los medios puede significar el fracaso del material generado. Pero no olvidemos que la TV es la tecnología de la conferencia. La propia naturaleza de ésta implica una pasividad en el alumno que no es recomendable para un buen proceso de aprendizaje, según como se entiende en el nuevo espacio de formación en el que nos encontramos (y al que se ha hecho referencia en el capítulo 2 y el 4).

Los multimedios rompen esa pasividad gracias a la interactividad proporcionada por el empleo del ordenador.

6.3.1.2 La dimensión de la interactividad en los multimedios

La interactividad que posibilita el ordenador es la característica que diferencia los multimedios de otros soportes como las cintas de vídeo o las transparencias. El alumno puede participar de forma activa, seguir su propio ritmo de aprendizaje, decidir qué camino recorrer, retroceder, repetir una explicación o pedir ayuda en un momento dado [Syllabus-93].

El ordenador, además, permite una comunicación interactiva, ya que posibilita el diálogo. Todo esto hace de los materiales multimedia una herramienta ideal para las fases de aprendizaje individualizado o para el aprendizaje guiado.

La interactividad es una de las claves para el aprendizaje activo y además es especialmente importante en la compresión por parte del alumno. Sin embargo, diseñar dicha interactividad no es una tarea fácil, si lo que se persigue es conseguir un material de alta calidad pedagógica.

Para hacer un análisis de la interactividad de los ordenadores en la enseñanza, José Armando Valente utiliza como base la distinción entre los conceptos de destreza y compresión debida a Piaget, que dice que el paso de la primera a la segunda se realiza gracias a la toma de conciencia. Según esta distinción, aunque el alumno puede hacer bien muchas actividades mediante el ordenador, podrá entender o no lo que ha hecho en función del tipo de programa. Pues bien, es *la calidad de la interacción* entre el

educando y el programa lo que determina si el educando será capaz de alcanzar la fase de comprensión de los conceptos que intervienen en la tarea [Valente-97].

6.3.1.3 La dimensión hipermedial de los multimedios

La naturaleza hipermedial de la mayor parte de los materiales multimedia, da lugar, en general, a una estructura no lineal del documento. El alumno debe *navegar* por un documento, eligiendo así él mismo el camino a tomar en el proceso de aprendizaje.

Los hiperenlaces son los elementos que hacen posible la navegación por los multimedia. Se puede tener acceso instantáneo a un elemento multimedia sin necesidad de volver hacia atrás de forma mecánica o sin rebobinar, como hay que hacer con los cassettes y las cintas de vídeo.

Esta forma no lineal de acceder a la información se acerca más a la forma en la que trabaja la mente humana, por lo que puede resultar eficaz en el aprendizaje, además de motivar y estimular el interés del estudiante [Cabero-96, Lee-96].

Sin embargo, a pesar de las ventajas que puede tener una estructura no lineal, tiene un inconveniente serio: la dificultad para crear un mecanismo de navegación lo suficientemente flexible y a la vez simple y orientativo, de tal forma que el alumno no se pierda en la navegación.

Estas dos características, flexibilidad y orientación, parecen encontrarse en relación inversa [Cabero-96]. Es por este problema por el cual muchos materiales multimedia utilizan los hiperenlaces para crear una estructura sencilla, prácticamente lineal [Rodríguez-98d, Cedetel-97].

Por supuesto, el compromiso entre la flexibilidad y la no desorientación no es siempre el mismo. En algunos casos, la naturaleza de los contenidos, así como la estructura diseñada de los mismos, permite crear una estructura sencilla. Otras veces no será así, y se tendrá que estudiar qué parte de cada característica sacrificar.

En cualquier caso, es un problema muy importante de diseño que tiene que ser estudiado para cada caso particular, en función de la materia a tratar, el fin al que se destina el material y el público al cual vaya dirigido.

6.3.2 Aspectos pedagógico-técnicos

Ha quedado clara la complejidad implícita en la naturaleza de los materiales multimedia. Este hecho dificulta, además del diseño de los materiales, su estudio y análisis.

Por ello, antes de pasar a describir las características del curso multimedia realizado y compararlo con otros materiales existentes, vamos a definir una serie de aspectos a considerar a la hora de estudiar la calidad pedagógica y técnica de los materiales educativos multimedia:

1. **Estructura de Contenidos**: diseño de la estructura de contenidos y calidad en su exposición. ¿Se emplean ejemplos? ¿Se proponen actividades? ¿Se intentan relacionar los nuevos conceptos con lo ya conocido?
2. **Elementos multimedia**: podemos distinguir principalmente elementos de voz, texto, imágenes, vídeo y animaciones. ¿Son suficientes? ¿Son demasiados? ¿Se utilizan correctamente? ¿Aportan algo a la explicación o son simples elementos decorativos?
3. **Técnicas de motivación**: hay diversas posibilidades, entre las que se encuentran los ejemplos reales, problemas de la vida cotidiana, competición, juegos, colaboración, etc. Podemos preguntarnos: ¿Se emplean elementos que distraen al alumno de la tarea particular? ¿Se emplean elementos entretenidos pero a la vez educativos?
4. **Estructura de navegación**: diseño de la estructura de navegación en función del público al que va destinado el curso y de la estructura de contenidos diseñada.
5. **Diseño de la interfaz de interacción con el alumno**: cómo es la interfaz de interacción entre el usuario y el ordenador. En muchas aplicaciones, el teclado sigue siendo el medio de entrada de datos más importante, pero el ratón, los digitalizadores e incluso los sistemas de reconocimiento de voz ya son alternativas eficientes.

6. **Adaptación al nivel del alumno**: elementos que capacitan la adaptación a cada usuario. ¿Hay diferentes niveles de aprendizaje? ¿Puede elegir el alumno su ritmo de aprendizaje?
7. **Técnicas de realimentación**: técnicas empleadas como reacción del ordenador a las respuestas o acciones del alumno. Estas técnicas influyen muchas veces en la motivación.
8. **Elementos de apoyo y herramientas adicionales**: cualquier tipo de herramienta adicional, que facilite o enriquezca en algún momento dado el proceso de aprendizaje: herramientas telemáticas, asistentes para actividades, diccionarios, calculadora, etc.

Estos puntos van a ser utilizados como referencia para analizar y comparar el material multimedia diseñado.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

6.3.3 Soluciones adoptadas y comparación con otros materiales

Se ha diseñado un curso multimedia interactivo de matemáticas monotemático [LopezF-98]. El material diseñado desarrolla un prototipo para la *enseñanza de fracciones* en la educación primaria, por lo que incorpora objetivos de varios cursos de Primaria.

La elección de las fracciones como tema del curso ha sido debida a la especial dificultad que tienen los niños en manejarlas y comprenderlas [Dickson-91, Hartung-58], ya que debido a la naturaleza de las fracciones, la construcción cognitiva del concepto no es simple y por ello supone un salto cualitativo importante en la evolución de las concepciones numéricas en el alumno. Es por ello por lo que las fracciones resultan complicadas de asimilar para los niños.

Vamos a ver la solución que hemos adoptado en cada uno de los aspectos definidos en el apartado anterior y en cada caso compararemos con las soluciones adoptadas en otros productos comerciales que abordan conceptos de matemáticas.

6.3.3.1 Estructura de Contenidos

Como ya se ha comentado, el tema a tratar en el curso ha sido el de las fracciones, dada su especial dificultad. El curso no está dirigido a un nivel educativo concreto, abarcando varios niveles del sistema educativo español vigente. En concreto, los contenidos introducidos sobre fracciones y expresiones decimales se programan secuencialmente a lo largo del segundo y tercer ciclo de la educación primaria[43].

La mayoría de los materiales multimedia educativos comerciales existentes sobre matemáticas se centran en un curso escolar pero abarcando temas diversos, como el producto *Mixmat* de Edelvives y CDE Systems [Edelvives-97] o *El Profesor Multimedia* de O.P.C. Software [OPC-97a, OPC-97b].

Edelvives y CDE Systems han producido un CD-ROM para cada curso de entre 3º y 6º de educación primaria, abarcando en algunos de ellos, por tanto, el tema de las fracciones. Las fracciones comienzan a estudiarse en el 4º curso, ampliándose en los dos siguientes. En el producto *Mixmat*, el resultado de la estructuración de contenidos y división en diferentes CDs en función de la división que existe en el currículo actual en unidades y cursos, supone una repetición de contenidos en los diferentes CDs. Por ejemplo, el tema de fracciones del CD correspondiente al 5º curso es el mismo que se introdujo en el CD de 4º pero añadiendo al final los nuevos conceptos sobre fracciones y lo mismo ocurre en el de 6º curso. Existe una redundancia en contenidos.

Además, muchos de los materiales existentes, aunque responden a los contenidos definidos en los currículos oficiales, no están configurados para ser autónomos y autosuficientes en el proceso de aprendizaje. Es decir, necesitan materiales de apoyo (libros, profesor, etc.) añadidos. Al contrario que nuestro curso de fracciones, estos CDs necesitan, para su comprensión, informaciones adicionales que no aporta el multimedia. En este sentido el guión no es bueno.

Aquí se ha diseñado y desarrollado un curso en el que se trata un tema central, *las fracciones*, en relación con otros contenidos, ya sean matemáticos o de ciencias o de la vida cotidiana. No se sigue la estructura en cursos del currículo, ya que éste se

[43] El segundo ciclo de Primaria comprende los cursos 3º y 4º y el tercer ciclo los cursos 5º y 6º.

diseña, como se comentó en la sección 2.2.4, con el objetivo de hacer un buen uso de los libros de texto en las escuelas.

Con el curso multimedia educativo desarrollado se pretende tener un prototipo de material de autoaprendizaje guiado. Para ello, además del curso multimedia destinado al alumno, se ha diseñado un 'libro' del profesor, con el cual se pretende aportar a éste una guía didáctica hipermedia para el seguimiento tutorial del aprendizaje del alumno.

La herramienta de desarrollo ha sido el sistema de autor **Toolbook II Instructor** [Álvarez-95, Asymetrix-96, Mota-96].

El diseño de contenidos se ha realizado en función de los contenidos afectados al desarrollo de unidades específicas para el aprendizaje de las fracciones que establece el Ministerio de Educación en el currículo oficial. Los contenidos desarrollados se estructuran en seis módulos:

1. Partes iguales - partes desiguales. Particiones.
2. Identificación de las particiones con su representación fraccional. Desde el 1/2 hasta el 1/10. Escritura y lectura de fracciones sencillas.
3. Fracciones más complejas con numerador distinto de 1.
4. Fracciones equivalentes.
5. Operaciones con fracciones.
6. Fracciones y expresión decimal de los números.

Cada módulo de contenidos se configura con una misma estructuración de la información:

- **Nodos de información teórica**. En ellos se explican de forma clara y con la ayuda de ejemplos los conceptos a desarrollar. Su contenido es autosuficiente, es decir, en principio no se precisa completar la información con un libro de texto.
- **Nodos de ejemplos prácticos**. Sirven de refuerzo a la teoría y tienen como objetivo afianzar conceptos. Para ello se utilizan desde figuras geométricas hasta situaciones de la vida cotidiana.

- **Nodos de actividades**. En ellas aparece destacada una de las características más importantes de un sistema multimedia: la *interactividad*. El niño comienza a tomar decisiones basadas en su razonamiento para solucionar los problemas que se le plantean. Es un aprendizaje *activo* [Schank-93, Schank-94].
- **Nodos de juegos** asociados a los conceptos, para que el niño aprenda jugando.
- **Nodos de autoevaluación**. Al final de cada unidad se proponen una serie de cuestiones para que el niño compruebe si ha entendido bien los conceptos.

Lo que se pretende es que los conceptos se refuercen con ejemplos y permitir posteriormente al alumno, mediante la práctica, comprobar si lo ha entendido. De esta forma la instrucción es más efectiva [Merill-94].

BIBLIOTECA VIRTUAL

6.3.3.2 Elementos multimedia

Como elementos multimedia fundamentales para apoyar al texto y a las imágenes se han empleado la voz y las animaciones. La combinación de ambos permite, entre otras cosas, evitar las grandes cantidades de texto de los libros.

El tema de las fracciones es uno de los más complejos dentro de las matemáticas de la educación primaria. Uno de los puntos clave es la asociación entre la lectura y la escritura de las fracciones. Para centrar la atención del alumno en esta asociación se diseñaron pantallas en las cuales se asocia la representación fraccional con la lectura de dicha fracción y a su vez con un ejemplo de lo que significa gráficamente. Además, como si de un 'karaoke' se tratara, el texto va cambiando de color a medida que la voz lee la fracción representada. Este es un caso en el cual la voz, la representación gráfica y el texto se complementan de forma adecuada, y para facilitar el seguimiento de la explicación al alumno se emplea esa animación similar a un 'karaoke'.

En *El Profesor Multimedia* no se emplea la voz, y las pantallas tienen mucho texto. Es muy probable que esto último sea consecuencia de lo primero. Un uso adecuado de la voz puede evitar que el resultado sea el de un libro de texto puesto en la pantalla.

En el curso de las fracciones la voz, en general, no repite el texto (salvo en aquellas ocasiones en que se considera necesario reforzar un concepto importante con la voz). Así, en bastantes ocasiones se invita al alumno a que lea el texto que aparece en pantalla, para que consiga una mayor comprensión y ejercite además la lectura (aunque el curso en sí sea de matemáticas).

En el producto *Mixmat* casi siempre la voz 'dicta' lo que dice el texto. Este hecho implica que el alumno no tenga que concentrarse en la lectura de los conceptos presentados, pudiendo así disminuir su comprensión.

En definitiva, los elementos multimedia empleados se han introducido para mejorar la calidad en las explicaciones y hacer ameno el seguimiento del curso, sin llegar a distraer al alumno de su aprendizaje.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

6.3.3.3 Técnicas de motivación

La motivación en el proceso de aprendizaje es muy importante, porque condiciona la forma de pensar y con ello el propio aprendizaje [Tapia-94]. Uno de los principales atractivos de los materiales multimedia es la capacidad de motivación. Por contra, existe el peligro de que en ocasiones se pueda llegar a distraer al alumno. Por ejemplo, en las actividades de *Mixmat*, hay una animación que nada tiene que ver con lo que se pregunta en la actividad, lo que puede resultar desconcertante.

Una técnica de motivación consiste en crear un personaje animado como *ADI*, el personaje extraterrestre del producto educativo de Coktel Vision [Coktel-95][44], que acompaña al alumno durante la realización del curso.

En nuestro caso, hemos implementado diversos juegos para *aprender jugando*. Al final de cada módulo los niños pueden jugar a unos divertidos juegos en los que tendrán que aplicar los conceptos aprendidos en dicho módulo. Los juegos son diversos, pero sencillos y de corta duración, a diferencia de lo que ocurre en *Matesblaster* de Anaya Interactiva [Anaya-95], donde los juegos, aunque son buenos y consisten también en la aplicación de los conceptos, son largos y complejos. En este

producto de Anaya no existe parte de conceptos ni ayuda teórica. Es un material únicamente de aplicación de conceptos mediante juegos. Por eso seguramente éstos son más largos y complejos. La calidad de las imágenes y las animaciones en este caso también es buena.

Otro producto que se basa prácticamente en su totalidad en el juego es el *Super Genios ¡NumEruditos!* de The Learning Company [Softkey-96]. Todo él consiste en una moderna y motivadora historia en la cual el Profesor Diabólez pretende apoderarse de una emisora de TV de Villa Neurona. El niño tiene que evitarlo, encontrando al Profesor Diabólez resolviendo para ello problemas de matemáticas. Es interesante, ya que se fomenta el desarrollo de estrategias de resolución de problemas con cosas de la vida cotidiana, como mapas, gráficas, listas,… Sin embargo, el juego no es sencillo en la faceta de realización del mismo, aunque sí lo es en cuestión de los problemas propuestos (sobre sumas, restas, multiplicación y división) y se repite mucho, por lo que puede llegar a cansar al niño. Además le permite al niño usar la calculadora, cuando en muchas ocasiones sería más conveniente que hiciese ejercicios de cálculo mental o usando lápiz y papel.

En nuestro curso sobre las fracciones, sólo se le proporciona al niño la opción de emplear la calculadora en los pocos casos en que se considera necesario, porque además no está mal que se acostumbre a su empleo para ciertos cálculos. Pero principalmente se fomenta el cálculo mental y en ocasiones se le propone al niño que emplee lápiz y papel y, en este caso, que utilice el ordenador sólo para comprobar si lo ha hecho bien.

Al final de los módulos de contenidos hemos incluido un último módulo con una serie de juegos algo más complejos y un cuento *matemático* sobre las fracciones a modo de conclusión.

Es importante resaltar la importancia de la aplicación de los conceptos en los juegos. Esto no se da en todos los productos comerciales. Por ejemplo, en *ADI*, existe un único juego al final, pero es un juego que no tiene relación con los conceptos explicados, simplemente sirve de diversión (como el típico juego de destrucción de naves o comecocos, etc.). No ocurre lo mismo con el producto de Edelvives, *Mixmat*.

[44] En este producto, la buena calidad de imágenes y animaciones se ve justificada con su buena

Pero en él, además de que sólo existe un juego por cada CD o nivel educativo, éste consiste en un laberinto en el que al avanzar el alumno cae en algunas preguntas de lengua o de tráfico, pero nunca de matemáticas. La idea de introducir conceptos de otras áreas es buena, pero no tiene por qué ser necesario excluir. En este sentido, nosotros hemos creado, por ejemplo, algunas actividades en las que se deben aplicar a la vez conceptos de lengua y de las fracciones.

6.3.3.4 Estructura de navegación

Como ya se ha comentado anteriormente, uno de los principales problemas a la hora de utilizar una aplicación multimedia es la desorientación que puede producir. En nuestro caso y para evitarla se ha diseñado un índice que muestra el contenido del curso. En el índice, que se muestra en la figura 6.8, aparecen las distintas unidades que forman el tema de las fracciones.

Es pertinente señalar que hemos querido facilitar la navegación del usuario (en este caso, niños entre 8 y 10 años) con un sistema de marcas sobre el índice que le va indicando cuáles son los nodos recorridos y su ubicación en el contexto del módulo. Por lo tanto, a su vez indica los nodos que aun faltan por visitar. Se trata de un instrumento habitual y útil para eliminar la sensación de pérdida en la red de nodos de información, que constituye uno de los problemas más importantes, desde una perspectiva didáctica, a la que se enfrenta el alumno cuando utiliza los distintos sistemas de navegación en estructuras hipermedia.

Los enlaces entre los nodos diseñados, y expuestos en el apartado 6.3.3.1, potencian el sentido modular e independiente de cada módulo. El análisis del índice manifiesta y expresa con claridad este criterio.

---

utilización.

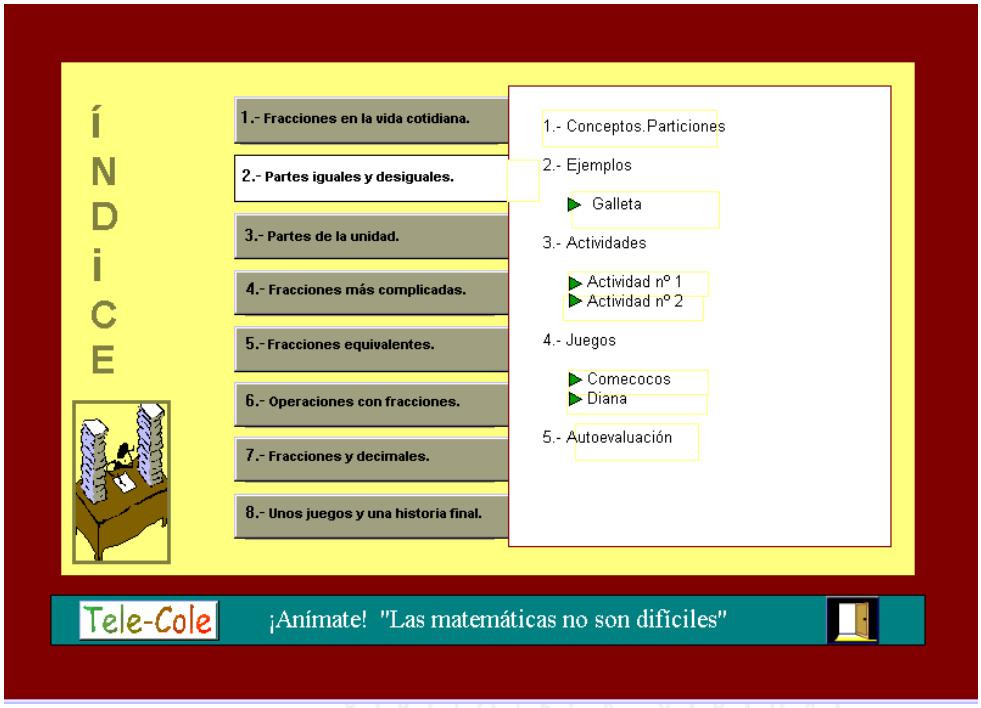


Figura 6.8: Índice del curso de las fracciones

El diseño de la navegación entre nodos y módulos ha sido uno de los aspectos más difíciles, debido a la problemática anteriormente expuesta. La dificultad ha aumentado al tener tanta diversidad de nodos (conceptos, ejemplos, actividades, juegos y autoevaluación). Por una parte, queríamos que el alumno en un momento dado pudiese, según su deseo, seguir de forma lineal los conceptos teóricos, sin pasar por otro nodos si no lo desea. En algunos productos, como *TRANSMETE Training*[45] [Transmete-97], no se puede seguir de forma continua un tema, sino que para ello hay que pasar por el índice o subíndice correspondiente. Esta obligatoria vuelta al índice puede perturbar la concentración en el aprendizaje.

Lo que sí es adecuado es que desde cualquier punto, el alumno pueda volver al índice para saber dónde se encuentra y qué camino ha recorrido hasta el momento. Esto es lo que nosotros hemos adoptado. Así, la estructura de navegación diseñada es la que se muestra en el diagrama de la figura 6.9.

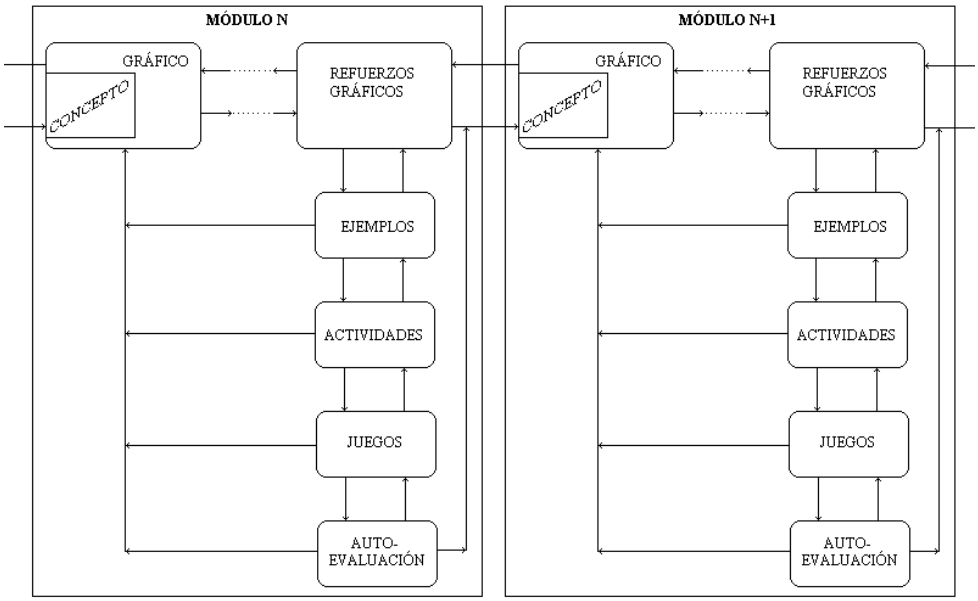


Figura 6.9: Diagrama con la estructura hipermedial de los módulos del curso de las fracciones.

Se ha optado por esa solución porque pensamos que es un diseño fácil de manejar, que permite gran movilidad a lo largo del libro y que aporta el índice como solución al problema de desorientación. Por otra parte, todas las unidades tienen la misma estructura: teoría, ejemplos, actividades... de forma que el niño se familiarice con la aplicación rápidamente y no se encuentre perdido.

6.3.3.5 Diseño de la interfaz de interacción con el alumno

Gracias a la interfaz, el alumno interacciona con el ordenador y accede a los contenidos de la aplicación. Una interfaz de difícil manejo en la que el alumno se encontrase perdido y tuviera que dedicar gran parte de su tiempo pensando en la acción que debe realizar a continuación, entorpecería el proceso de aprendizaje.

[45] No es un material educativo para primaria ni secundaria, ni es de matemáticas, sino que es para formación de PYMEs en el empleo de herramientas telemáticas. Sin embargo, a efectos de estructura de navegación, es válido como ejemplo.

Como ya se ha comentado anteriormente, la aplicación multimedia de las fracciones (y por tanto su interfaz de usuario) está dirigida a alumnos de educación primaria. Por este motivo se diseñó una interfaz de fácil manejo que motivase al alumno a seguir aprendiendo dentro de un entorno agradable y divertido [Fradejas-98].

Otras características importantes de la interfaz diseñada son:

- La interactividad está basada en una comunicación recíproca, en una acción y una reacción, es decir, una máquina que permite a un usuario hacerle una pregunta o pedir un servicio es una "máquina interactiva". Esta propiedad es una de las características educativas básicas muy potenciada con los sistemas multimedia y permite al usuario buscar información, tomar decisiones y responder a las distintas propuestas que ofrece el sistema.[Vidal-98].
- Los sistemas multimedia intentan aprovechar las ventajas de los sentidos humanos para facilitar la comunicación del usuario con el ordenador, presentando en la interfaz diferentes elementos: texto, gráficos, audio y vídeo [Blattner-94]. En este sentido, pensamos que se debía proporcionar al alumno una realimentación visual y auditiva. En la parte teórica la voz asociada al texto es fundamental. Se ha optado por que el alumno deba escuchar la voz antes de poder moverse a otra página. Se trata así de intentar centrar la atención del alumno, en vez de permitirle pasar de página rápidamente en busca de nuevos dibujos o animaciones.
- En los casos en que se ha considerado oportuno (conceptos complejos y conclusiones) la voz es una copia literal del texto que aparece en pantalla.
- En las pantallas de presentación de actividades y juegos también la voz acompaña al texto. En dichas actividades y juegos, en los que el alumno debe aplicar los conceptos aprendidos en la parte teórica y reforzados con los ejemplos, es donde la interactividad juega un papel fundamental.
- En el curso se siguen diferentes modelos de interacción con el ordenador, ya sea utilizando el *ratón*: haciendo 'click' con él sobre la solución que el alumno cree correcta en actividades de selección múltiple, o mediante la técnica de arrastrar y soltar el ratón, en actividades en las que el alumno debe agrupar objetos en

función de una determinada asociación[46]; o el *teclado*: controlando el movimiento con las flechas de desplazamiento horizontales y verticales del teclado o rellenando espacios en blanco.

- Se utilizó flujo interactivo para realzar diversas presentaciones dinámicas. Situar el texto solamente sobre las pantallas ignora el carácter dinámico de la pantalla del ordenador y las posibilidades de usar la salida del texto para aumentar la efectividad de la presentación. Las características dinámicas empleadas de forma relevante, pueden incrementar mucho la efectividad del aprendizaje [Merill-94].

6.3.3.6 Adaptación al nivel del alumno

La interactividad de la multimedia permite atender la diversidad de alumnos y de formas de aprender [Moral-95]. En el curso de las fracciones no hemos diseñado de forma explícita diversos niveles de dificultad, sino que se utiliza la interactividad como mecanismo para que el alumno decida qué camino recorrer y hasta dónde profundizar.

Una forma habitual de proporcionar diferentes niveles de profundidad es el empleo de botones o palabras activas, para enlazar a una nueva página o a un nuevo visor. Por ejemplo, se puede pulsar un botón para poder ver una explicación de refuerzo o una demostración del concepto presentado. El usuario decide si quiere verlo o pasarlo por alto. Así, en las páginas de teoría de fracciones equivalentes, existen varias páginas con un botón 'comprobación' de ese tipo. Un alumno puede ver la primera demostración y luego intentar comprobar el resto con lápiz y papel, o tal vez prefiera verlas todas y luego intentar buscar él sus propios ejemplos…; es decir, puede seguir su propio desarrollo. Esto es importante porque no todos los alumnos necesitan el mismo número de explicaciones.

Por tanto, gracias a la interactividad, el alumno desde que entra en la aplicación tiene la posibilidad de elegir el camino que crea más conveniente para su formación, pudiendo así evitar la lectura de temas que ya domine y centrándose en conceptos que

[46] Esta forma de interaccionar con la aplicación es entretenida y además fomenta el desarrollo motriz del niño. El niño debe soltar el objeto en un lugar determinado, sobre el cual aparecerá un símbolo de

le resulten desconocidos. A su vez, puede pasar por alto explicaciones que considere superfluas (como las que pueden ocultar algunas palabras activas) y ver otras que piense le puedan ser de utilidad para completar su comprensión de los conceptos que está intentando aprender.

6.3.3.7 Técnicas de realimentación

Con una realimentación adecuada se puede conseguir que el alumno se motive de tal manera que, antes que hacer atribuciones ante el fracaso, se centre en resolver el problema que tiene delante [Tapia-94]. En el caso particular que aquí se trata, la realimentación que recibe un alumno después de realizar una actividad va a condicionar en gran medida el seguimiento y actitud del mismo hacia el curso, por lo cual tiene especial importancia.

Por ejemplo, en *Mixmat* hay una parte de autoevaluación en la que si el alumno falla, toda la realimentación que recibe es que vuelva a repasar la teoría. Esta animación a repasar los conceptos es importante, pero puede resultar frustrante para el alumno.

En el curso de las fracciones se anima al alumno a repasar conceptos y a comprender por qué no ha resuelto bien el problema propuesto. Además se incluyen facilidades de ayuda sensibles al contexto [Fradejas-98]. Durante la realización de actividades o juegos el alumno puede pulsar en un botón de ayuda. Dicho botón establece un enlace con la parte teórica correspondiente, de manera que es posible revisar los conceptos que no han sido asimilados.

Otro tipo de ayuda es la que se ha introducido en los visores. En el caso de las actividades de selección múltiple (aquellas en las que se proponen varias soluciones y el alumno debe elegir una de ellas) se plantea la posibilidad de que la elección se realice al azar. Por este motivo, tanto si se acierta como si se falla aparece en pantalla un visor en el que se indican los pasos que se deben seguir para deducir la solución correcta.

---

permitido. Donde no puede soltarlo aparecerá el símbolo de prohibido. Así el niño también aprende símbolos muy utilizados en la vida diaria.

6.3.3.8 Elementos de apoyo y herramientas adicionales

El principal elemento de apoyo a los contenidos del curso, está en el servidor educativo definido en la sección 6.2.2. El alumno accede a él a través del botón *Tele-Cole*. El profesor también puede acceder a él desde el 'libro' del profesor.

De los materiales estudiados, el único que tiene elementos de apoyo es *Mixmat*. Tiene herramientas adicionales como un procesador de textos, una herramienta de dibujos y una calculadora. Además cuenta con un interesante "Asistente de Actividades" para profesores, tutores y padres, capaz de generar muchos ejercicios diferentes, así como de gestionar a los alumnos. El problema es que la interacción entre profesores y alumnos o padres es a través de disquetes, por lo que no es muy flexible.

Un servidor educativo accesible a través de Internet proporciona más flexibilidad y permite una actualización de la información y los servicios mucho más sencilla y eficaz.

6.3.4 Distribución de los contenidos multimedia

Una parte muy importante de una aplicación es el soporte elegido para su distribución, ya que éste condiciona multitud de aspectos, como la penetración en el mercado o la facilidad de ofrecer a los clientes de forma satisfactoria para ellos mejoras y actualizaciones del producto que han adquirido.

Las aplicaciones multimedia consumen gran cantidad de memoria de almacenamiento, lo que restringe la forma de su distribución. Hasta hace unos años los programas de aprendizaje se distribuían básicamente en disquetes, pero sin posibilidad de multimedia. Desde principios de los 90, la alta capacidad de almacenamiento de los CD-ROMs (hasta 650 Mbytes de datos en un disco de 12 cm de diámetro) ofrece la posibilidad de incluir imágenes, sonido y secuencias de vídeo[Hahn-95], si bien no admite mucho vídeo. Además, la capacidad ofrecida por

los CDs convencionales está siendo ampliamente superada por la tecnología de memoria óptica de alta densidad, alcanzado capacidades del orden del Gbyte [Asthana-95, Lubell-95]. Y los precios cada vez son más bajos.

Por todas estas características (barato, resistente, ligero y de gran capacidad) el CD-ROM tiene mucho éxito en la actualidad como soporte de almacenamiento masivo y distribución de todo tipo de materiales educativos [Mehta-96, Schodorf-96, Cedetel-97]. Para el curso de matemáticas diseñado también se ha elegido el CD-ROM como soporte [LopezF-98].

El soporte del tipo CD-ROM se puede definir como un soporte *off-line*, ya que el ordenador recibe la información directamente de él mismo (de uno de sus componentes o periféricos).

Cuando la información proviene de una localización remota, el soporte es de tipo *on-line*. Los soportes *on-line* proporcionan más flexibilidad, información más actualizada y que distintos usuarios accedan a la misma información sin que esta esté replicada. El principal problema que tienen en la actualidad es la baja velocidad, que sólo permite texto y sonido de baja calidad en tiempo real.

El sistema *on-line* abierto por excelencia es Internet, y dentro de esta red, el *World Wide Web* o WWW es el más utilizado. ¿Por qué no distribuir los contenidos multimedia a través de Internet? Esto reduciría los costes y permitiría que los alumnos accediesen a información actualizada. También se vería facilitado el intercambio de material multimedia entre centros educativos.

Ya existen muchos proyectos en los cuales se pone el material educativo en el *Web* para que los estudiantes puedan acceder a él por su propia cuenta [Schodorf-96, Sears-96]. En la mayoría de los casos el alumno accede a demostraciones o manuales multimedia en el Web (el *World Wide Web* no deja de ser un sistema hipermedia distribuido [DeRoure-96]). Pero sin la posibilidad interactiva multimedia que proporcionan los contenidos que se distribuyen en CDs. Por eso también es muy normal la combinación CD-ROM/Internet [Cedetel-97, Schodorf-96].

El CD como soporte de almacenamiento sobrevivirá durante mucho tiempo más (aunque seguirá evolucionando su tecnología), pero el avance en las redes de

telecomunicaciones puede resultar en una revolución en la distribución de los materiales multimedia.

6.4 Evaluación de los contenidos educativos

6.4.1 Evaluación de Internet en las Escuelas

Los servicios ofrecidos por *Internet en las Escuelas* han sido evaluados con la colaboración de profesionales de la educación. El principal resultado obtenido es que dichos servicios han permitido demostrar a profesores de centros de Primaria y Secundaria, incluidos los de zonas rurales, las grandes posibilidades del empleo de las NTICs en la educación.

Sin embargo, y a pesar del interés mostrado por todos los profesores participantes, pocas veces han tenido la oportunidad de involucrar a sus alumnos en el proyecto, por lo que la participación de niños no ha sido tan frecuente como hubiese sido deseable. Las causas se resumen en dos; por una parte la escasez de infraestructura informática de acceso a Internet y por otra las dificultades para dedicar tiempo escolar dentro del currículo a estas actividades de apoyo.

6.4.2 Evaluación del CD-ROM multimedia y el *Servidor Educativo*

En este caso las circunstancias son muy distintas. No hablamos ya de servicios de apoyo, sino de materiales básicos. El curso multimedia de las fracciones ha sido evaluado por pedagogos, que lo han considerado un producto de alta calidad pedagógica.

Este hecho supone la aceptación general del producto como material básico para el aprendizaje de la unidad de las fracciones en los cursos escolares que las tratan, así como material de repaso para los niños de cursos superiores.

Sin embargo en este caso la falta de medios es el principal problema. Para poder emplear los contenidos desarrollados como material básico en la docencia es necesario contar con unos recursos tecnológicos que sólo poseen algunos centros, generalmente de colegios privados no subvencionados, como los de la institución SEK.

6.5 Conclusiones

Existe en la actualidad una importante demanda de servicios y materiales educativos de alta calidad pedagógica.

Los pedagogos se quejan de la escasa cantidad de contenidos educativos y de la deficiencia de los existentes. Muchos de los materiales no han sido diseñados específicamente con fines educativos y bastantes de ellos son traducciones de productos ingleses o norteamericanos.

Los contenidos de la escuela de la *Sociedad de la Información* deben ser diseñados teniendo en cuenta los usuarios a los que van dirigidos y el espacio de formación en el que se encuentran, con todas sus connotaciones: espacio físico, espacio geográfico, marco temporal y contexto cultural, económico y tecnológico.

En este capítulo se han presentado dos ejemplos de contenidos educativos. El primero de ellos se corresponde con el concepto de ***Internet en las Escuelas***, descrito en el capítulo 4, y el segundo es un posible subconjunto de lo que serían los contenidos de una escuela definida por la ***Intranet Educativa***. Estos últimos contenidos, de alta calidad pedagógica, se emplean como material básico para la docencia, pero su utilización requiere que los centros educativos cuenten con importante infraestructura informática y telemática. En cambio el concepto ***Internet en las Escuelas***, requiere sólo infraestructuras más básicas.

A partir de estos dos ejemplos se ha llegado a una conclusión que adelantábamos en el capítulo 4:

> La nueva escuela, la de la *Sociedad de la Información*, tiene que converger hacia la ***Intranet Educativa***, ya que ésta define una escuela

moderna, donde el proceso de aprendizaje es más activo, se fomenta el trabajo en equipo y el autoaprendizaje guiado, y las NTICs se emplean para mejorar la calidad de la enseñanza y del mundo educativo.

Sin embargo el hecho es que en la actualidad dentro de Castilla y León los centros educativos no están todavía preparados para afrontar los cambios implicados ni los costes iniciales necesarios para la infraestructura tecnológica de la Intranet Educativa.

Por eso, los proyectos del tipo ***Internet en las Escuelas*** son más factibles hoy en Castilla y León y pueden servir como transición hacia la ***Intranet Educativa*** de la *Sociedad de la Información*. Además se consigue favorecer la comunicación oral, la comunicación escrita a través del medio y la comunicación social.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

CAPÍTULO 7: Conclusiones y Trabajos Futuros

En éste capítulo se presentan las conclusiones y las orientaciones que pueden servir para continuar en un futuro esta línea de investigación y desarrollo.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

7.1 Conclusiones

En el presente trabajo de investigación se ha definido un nuevo espacio de formación y comunicación y se ha ofrecido una visión sobre cómo pueden ser las nuevas escuelas en Castilla y León.

El objetivo fundamental que se perseguía era estudiar las posibilidades de las *Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación* en los centros de Primaria y Secundaria, como medio fundamental en el nuevo espacio así como elemento de equilibrio socioeconómico y regional en Castilla y León.

La colaboración dentro del Grupo interdisciplinar e interuniversitario *Canalejas* ha sido fundamental en el desarrollo de este trabajo de investigación, caracterizado por su naturaleza multidisciplinar y que se resume en los siguientes puntos:

- A partir de las diferentes concepciones de espacio, se hizo un estudio de la evolución de los espacios de formación y comunicación, desde las culturas orales hasta nuestros días. El hecho principal a destacar es que la escuela y el sistema educativo no evolucionan al mismo ritmo que otros aspectos de la vida. La escuela basada en el libro impreso, un símbolo de la Sociedad Industrial,

sobrevive todavía hoy en la Sociedad de la Información. Esta escuela divide la cultura en asignaturas y en años secuenciales, con el objetivo de hacer un buen empleo de los libros de texto. El resultado es una escuela igualatoria e inflexible, pero cuyas aulas son un espacio de comunicación muy adecuado para las relaciones sociales de los niños.

La escuela de la Sociedad de la Información está basada en la *tele-educación*, entendida como una *Educación a través de las telecomunicaciones y las Nuevas Tecnologías*. Las NTICs permiten ofrecer una educación integral de forma flexible, y fomentan el trabajo en grupo y el autoaprendizaje guiado. Los roles de profesores y alumnos cambian, tomando éstos un papel más activo.

Las aulas siguen siendo un elemento de comunicación e integración social muy importante en la vida de los niños, pero ésta se extiende más allá de las mismas a otros rincones de la región, del país e incluso del mundo, a través de las redes de telecomunicaciones, especialmente Internet.

- Con el fin de conocer las necesidades de la región de actuación, se hizo un estudio de la realidad demográfica y geográfica de Castilla y León, analizando sus consecuencias en la educación.

La comunidad de Castilla y León se caracteriza principalmente por una elevada dispersión de la población y por la existencia de un número excesivo de núcleos con reducida población. La necesidad de ofrecer unos servicios públicos mínimos económicamente viables ha llevado al Gobierno a aplicar una política de concentración y comarcalización escolar que pone en seria desventaja a los niños de zonas rurales, que se ven obligados a desplazarse de sus lugares de residencia desde edades muy tempranas.

Para solventar este problema se ha evolucionado hacia un modelo organizativo para las zonas rurales cuya característica fundamental es su deslocalización institucional. Así, actualmente la estructura básica de la formación elemental en el ámbito rural está constituida por los *Colegios Rurales Agrupados* (CRAs) y los *Centros Rurales de Innovación Educativa* (CRIEs), que complementan y refuerzan el papel de los CRAs.

Este modelo de escolarización en el mundo rural es un escenario ideal para la aplicación intensiva de las NTICs, por su gran necesidad de comunicación y coordinación. Las NTICs crean un espacio virtual abierto al conocimiento y muy comunicativo que potencia el desarrollo social e intelectual de los niños, aporta nuevos mecanismos de coordinación y organización y fomenta el autoaprendizaje guiado, dotando a las aulas de los CRAs de esa flexibilidad que tanto demandan. Es lo que hemos venido a llamar ***Intranet Educativa***.

- A partir de las características del nuevo espacio de formación se han definido los conceptos de ***Internet en las Escuelas*** e ***Intranet Educativa***:

  Internet en las Escuelas: *la integración de Internet (y los servicios que conlleva) en la enseñanza actual, basada en el currículo*.

  Intranet Educativa: *un* ***nuevo sistema educativo****, en el cual la utilización de ordenadores, redes, multimedios y servicios de telecomunicación se emplean como instrumentos* ***fundamentales*** *dentro de los* ***nuevos*** *métodos, que están basados en el autoaprendizaje guiado, el aprendizaje activo y el aprendizaje colaborativo*.

La ***Intranet Educativa*** define una nueva escuela, la de la Sociedad de la Información. La importancia del concepto ***Internet en las Escuelas*** radica en que no es posible llegar a la ***Intranet Educativa*** sin pasar por ***Internet en las Escuelas***. Éste es un proyecto más factible a corto plazo para los centros, y puede servir como fase de transición hacia la ***Intranet Educativa***, aportando el cambio de mentalidad que requiere ésta para su implantación con éxito en el mundo escolar.

- Se han evaluado las posibilidades de diferentes infraestructuras de red de acceso para servicios de tipo Internet en las Escuelas e Intranet Educativa.

Se ha realizado un análisis de las alternativas al acceso a las redes de comunicación a través de la línea telefónica: módem de cable con LMDS para las zonas rurales y satélite con retorno por RDSI (cable o DECT para las zonas rurales). La capacidad, el bajo coste y la posibilidad de conexión permanente que nos ofrecen las redes de televisión por cable hacen de éstas una seria alternativa para

la ***Intranet Educativa***, completando la red de acceso con LMDS o satélite, en las zonas donde sea más rentable que la instalación de cable.

En Castilla y León, la Intranet Educativa podría ser parte de la *Intranet Regional* de RETECAL, cuya infraestructura le permitirá lanzar una oferta de servicios educativos integrados a un coste competitivo. Dicha oferta puede incluir servicios tipo Internet (basados en el WWW), videoconferencia y servicio de voz sobre IP, cursos multimedia *on-line* y distribución de vídeo educativo de alta calidad.

- Por último se ha realizado una clasificación de servicios educativos y se han diseñado e implementado contenidos correspondientes a los dos conceptos definidos.

Para ***Internet en las Escuelas*** se han elegido unos servicios de apoyo a la formación accesibles mediante un navegador o cliente Web. Son principalmente servicios de comunicación basados en el WWW y en el correo electrónico. Destacan el servicio de Tutoría Electrónica y el de Orientación Universitaria.

Para la ***Intranet Educativa*** se ha diseñado un curso multimedia interactivo de matemáticas y un servidor educativo en Internet, con servicios a distancia complementarios al material multimedia. Estos servicios consisten principalmente en una base de datos bibliográfica y un asistente de actividades. Los servicios a distancia añaden flexibilidad al proceso de aprendizaje. El empleo de un curso multimedia interactivo de calidad así como la aportación del asistente de actividades permite al profesor impartir de forma sencilla una enseñanza personalizada al alumno.

El soporte elegido para la distribución del material multimedia ha sido el CD-ROM, debido a la imposibilidad de hacerlo a través de las redes telefónicas actuales, que son las que poseen la mayor parte de los centros educativos como red de acceso.

Las redes de televisión por cable sí que permiten la distribución de contenidos multimedia de forma rápida y económica, con lo que la información puede actualizarse dinámicamente, a diferencia de la contenida en los CD-ROMs, que

es estática. El operador de cable tiene en ésta una opción de servicio educativo muy atractiva, que puede ofertar a un bajo precio.

7.2 Aportaciones

Para resumir, se podrían destacar como aportaciones del trabajo de investigación las siguientes:

- El carácter multidisciplinar de esta Tesis ha permitido enfocar el trabajo de investigación desde un doble punto de vista, dando como resultado una visión completa de la tele-educación para enseñanza de Primaria y Secundaria. Así, el análisis de la memoria de esta Tesis será un punto de partida para muchos de los trabajos de investigación que se realicen a corto y medio plazo, en el *Grupo Canalejas*.
- Introducción de los conceptos ***Internet en las Escuelas*** e ***Intranet Educativa***, como elementos de conceptualización de las aplicaciones de NTICs para tele-educación. Así, se facilita el análisis de cualquier recurso, tanto desde el punto de vista técnico como pedagógico.
- El estudio de la situación en Castilla y León y la propuesta de soluciones técnicas basadas en las infraestructuras de nuestra Comunidad.
- Una discusión realista sobre los elementos que deberían tener los contenidos educativos para que sean de alta calidad pedagógica y se adapten a las necesidades de la nueva escuela.
- Propuesta de una oferta de servicios para la comunidad educativa factible a través de las redes de televisión por cable mediante un sistema de modems de cable, y redes alternativas.

Esta propuesta puede servir al nuevo operador de telecomunicaciones por cable de Castilla y León RETECAL, como punto de partida para la definición de sus servicios. En definitiva, se ha encontrado una demanda de servicios, que puede

beneficiar tanto al operador como al consumidor [Gingold-96], en este caso la comunidad educativa.

7.3 Trabajos Futuros

Como objetivo más inmediato, lo que se pretende es evaluar los contenidos educativos desarrollados para una ***Intranet Educativa*** en grandes proyectos piloto con usuarios reales y dentro de un entorno de aprendizaje real.

También es fundamental abrir un debate sobre las consecuencias de introducir las NTICs en un entorno rural y en un entorno urbano, que cuentan con modelos organizativos diferentes.

Otra línea de investigación totalmente necesaria es definir instrumentos viables para formar a los profesionales de la educación no sólo en el empleo instrumental de las NTICs, sino también en su utilización dentro del proceso de aprendizaje y en la creación de contenidos y servicios de calidad técnica y pedagógica.

Por último es muy importante el trabajo conjunto con RETECAL para poder poner en marcha cuanto antes una oferta de servicios educativos a través del cable (o a través de las redes sin cable para las zonas rurales) que permita hacer realidad la *Intranet Educativa* de Castilla y León.

APÉNDICE A: Glosario de términos

Ancho de Banda

Rango de frecuencias capaz de transmitirse por un canal de comunicación. Determina la cantidad máxima de información transmitida por unidad de tiempo, es decir, la **velocidad de transmisión** por dicho canal (en bits por segundo o bps, Kbps, donde 1 Kbps = 1000 bps, Mbps, donde 1 Mbps = 10^6 bps, etc.).

Applet

Formado por uno o varios programas Java compilados, realiza una funcionalidad completa tomando el carácter de módulo independiente.

Las applets Java se emplean en páginas Web interactivas.

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) o Modo de Transferencia Asíncrona

Sistema de transmisión de datos usado en banda ancha para aprovechar al máximo la capacidad de una línea.

Soporta velocidades de hasta Gbps. Es muy adecuado para aplicaciones multimedia de banda ancha. Permite que, utilizando el mismo cable, puedan convivir cientos de servicios en operación simultáneamente (voz, sonido, servicio de LAN y de RDSI). La calidad de servicio está garantizada.

Es el modo de transferencia de la futura RDSI de banda ancha [Prycker-95].

Backbone

Estructura de transmisión de datos de una red o conjunto de ellas en Internet. Literalmente significa columna vertebral.

Bit (*BInary digiT*) o **dígito binario**

Unidad mínima de almacenamiento en los ordenadores. Puede tomar dos valores, que normalmente se interpretan como 0 y 1.

Byte

Una unidad de información que en la mayoría de los medios de almacenamiento consiste en 8 bits.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Cable coaxial

Medio de transmisión constituido por dos conductores de cobre, donde uno de ellos discurre por el interior del otro que tiene forma cilíndrica.

Es el tipo de medio de transmisión por el que recibimos la señal en nuestros receptores de televisión. Y también se emplea en las redes de televisión por cable, que constituyen una alternativa seria para la futura *Red de Acceso*.

Caché

Una memoria de pequeño tamaño y muy rápida que sirve para almacenar los datos más frecuentemente utilizados. Así la CPU sólo tendrá que acceder a esta memoria (más rápida) en vez de ir a la memoria principal.

CD-ROM (*Compact Disk Read Only Memory*)

Dispositivo de almacenamiento óptico digital, utilizado para almacenar gran cantidad de textos, gráficos, vídeos y sonidos. Se graban y se leen utilizando un rayo láser.

Cliente/Servidor

En un modelo cliente/servidor [Tanenbaum-96] la comunicación se realiza básicamente mediante las peticiones que le envía el **cliente** al **servidor** solicitando algo. El servidor atiende la petición y envía la respuesta al cliente. Normalmente un servidor atiende las peticiones de varios clientes.

Las aplicaciones en Internet siguen con frecuencia este modelo de comunicación. Un ejemplo claro es el WWW.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

CSLIP (*Compressed SLIP*)

Método para comprimir las cabeceras de los paquetes TCP/IP con el fin de mejorar el rendimiento sobre enlaces serie de baja velocidad [RFC-1144].

DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*)

Estándar de comunicaciones de voz y datos sin hilos [DECTForum-98]. Como características cabe destacar la fácil interconexión con otras redes (RDSI, Ethernet, ATM, GSM,…), su alta capacidad de tráfico y sus múltiples aplicaciones, además de la gran calidad de voz y seguridad en la transmisión.

La aplicación más importante es el acceso vía radio del abonado a la red de telecomunicaciones, en aquellas situaciones sin infraestructura (zonas rurales, fundamentalmente).

La tecnología DECT fue diseñada para un entorno de interiores, pero actualmente se emplea en entornos de exteriores, con el objetivo de substituir el bucle de abonado de cobre por uno vía radio para acceder a la RTB o a la RDSI desde las zonas rurales [Casademont-96, Casademont-97].

Ethernet

Tecnología de Red de Área Local (LAN) muy utilizada que se basa en que todos los ordenadores de la LAN comparten un mismo medio o canal de transmisión. Aunque ahora se ha mejorado la tecnología y aumentado la velocidad, tradicionalmente estas redes tienen 10 Mbps de velocidad.

Fibra óptica

Medio de transmisión constituido por un material dieléctrico (que no conduce la electricidad) capaz de transmitir grandes volúmenes de información en forma de señales luminosas.

Las fibras ópticas se emplean para la interconexión de elementos de la infraestructura de comunicaciones. Es el elemento básico para la construcción de la denominada *Red de transporte*.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

GSM (*Global System Mobile comunications*)

GSM, o Sistema Global de Comunicaciones Móviles, es un sistema digital de telecomunicaciones principalmente usado para telefonía móvil.

Existe compatibilidad entre redes, por lo que un teléfono GSM puede funcionar teóricamente en todo el mundo.

Hipermedia

Extiende el concepto de hipertexto al incluir imágenes, sonido, animaciones, voz y vídeo.

Hipertexto

Se refiere a un tipo de texto electrónico, estructurado en una serie de bloques conectados entre sí. Esos bloques de información se almacenan en nodos, que se conectan mediante enlaces. El resultado es una red hipertextual, más o menos compleja, que el usuario puede recorrer con distintos itinerarios.

HTML (*HyperText Markup Language*) o Lenguaje de Marcas de Hipertexto

Lenguaje para elaborar páginas Web. Permite especificar al navegador la estructura o el formato de los documentos de hipertexto del WWW.

HTTP (*HyperText Transfer Protocol*)

Es el protocolo estándar para la transferencia de documentos en el WWW.

Es un protocolo con la simplicidad y rapidez necesaria para sistemas de información distribuida y multimedia.

Se basa en un sistema de pregunta/respuesta, ya que sigue el modelo cliente/servidor. La especificación de formato de las respuestas se basa en mensajes tipo MIME.

IETF (*Internet Engineering Task Force*)

Asociación de investigadores y técnicos que organizan las tareas de ingeniería, principalmente de telecomunicaciones, en Internet. Una de sus tareas, por ejemplo, es mejorar los protocolos o declarar obsoletos algunos de ellos.

InfoVía

InfoVía [Esebbag-96] es un servicio de Telefónica cuyo objetivo es brindar, a cualquier persona que disponga de un ordenador personal y un módem, un acceso directo a las autopistas de la información, allí donde esté, a través de la red telefónica básica (RTB), la RDSI o la red móvil GSM.

La red de comunicaciones InfoVía es una red de ordenadores basada en el protocolo TCP/IP y privada (a diferencia de Internet, que es pública), aunque el servicio InfoVía es público, por lo que sus usuarios pueden conectarse libremente sin alta ni cuota alguna. Además Telefónica ofrece a los usuarios de InfoVía el software de conexión de forma gratuita. Para conectarse como usuario de InfoVía sólo se necesita un ordenador, un módem o tarjeta RDSI y un acceso a línea telefónica. Cualquier conexión telefónica (RTB, RDSI, GSM)[47] sirve para conectarse, excepto los teléfonos móviles MoviLine.

InfoVía ofrece un acceso único a un amplio abanico de servicios existentes actualmente (y que surjan posteriormente) tales como:

- Servicios de información (noticias, información financiera...).
- Servicios de mercado electrónico (compras, reservas de vuelos...).
- Pasarela a otras redes (como Internet) y servicios (correo electrónico...).

Y el acceso se realiza de una manera uniforme, siempre con el número 055 y con una tarifa única (coste de llamada metropolitana), independientemente del lugar del territorio español en el que esté situado el Proveedor de Información.

Intranet

Básicamente una Intranet es una red tipo Internet pero de uso interno. Por ejemplo, una intranet podría ser la red corporativa de una empresa que utilizara protocolo TCP/IP y servicios similares como WWW para el intercambio de información y la comunicación interna [Khasnabish-97, Boutaba-97].

Las intranets pueden estar implementadas exclusivamente como redes internas o con una ventana al mundo exterior a través de un acceso a Internet. Esto se suele denominar actualmente como **Extranet**.

IP (*Internet Protocol*) o Protocolo de Internet

[47]Con un módem + RTB se tienen velocidades de línea normalmente de hasta 33600 bps (aunque ahora ya empiezan a aparecer modems de 56Kbps), con la red móvil GSM 9600 bps y con RDSI 64 Kbps.

Protocolo de Internet que define el **datagrama** IP como unidad de información que circula por una red o conjunto de redes interconectadas y provee información básica para su encaminamiento hacia el destino.

ITU (*International Telecommunication Union*)

Organización internacional para la estandarización de las telecomunicaciones.

Java

Lenguaje de programación orientado a objeto desarrollado por la empresa Sun Microsystems, que se emplea para la creación de aplicaciones distribuidas en el WWW.

LAN (*Local Area Network*) o **Red de Área Local**

Red que conecta ordenadores y recursos situados físicamente cerca, desde unos pocos metros a un kilómetro de distancia (por ejemplo, la red de un edificio o de una oficina). Se caracterizan por ser redes muy rápidas, desde 4 Mbps hasta 600 Mbps.

Las LANs son redes privadas que se emplean para compartir recursos (impresoras, por ejemplo) e intercambiar información.

LAPB (*Link Access Procedure, Balanced*)

Protocolo estándar para la comunicación por el enlace entre dos nodos adyacentes de una red de conmutación de paquetes.

LAPD (*Link Access Procedure, D Channel*)

Protocolo estándar para la comunicación a nivel de enlace de datos, empleado para el tráfico sobre el canal D de un acceso RDSI.

LMDS(*Local Multipoint Distribution System*)**: sistema sin cable**

LMDS o Sistema de Distribución Local Multipunto [Macarrón-96] es un sistema de comunicación celular (similar al sistema empleado en telefonía móvil) que utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias (microondas[48]), en torno a 28GHz.

En dichas frecuencias hay bandas de unos 2GHz conocidas como ventanas espectrales ya que presentan una atenuación mínima ante los agentes atmosféricos. Así pues, se dispone de una considerable anchura de banda que puede utilizarse para la prestación de servicios *bidireccionales*, aunque la red sea típicamente de difusión.

LMDS parece una buena alternativa para el acceso a servicios bidireccionales. Sin embargo, la legislación es restrictiva en relación a esta tecnología y la interactividad es algo aún en experimentación en los sistemas microondas [Carro-97].

MAC (*Medium Access Control*) o Control de Acceso al Medio

Nombre que reciben los protocolos cuyo objetivo es determinar quién será el próximo en acceder a un medio que es compartido.

MAN (*Metropolitan Area Network*) o **Red de Área Metropolitana**

Red que conecta ordenadores separados desde uno hasta 100 kilómetros (por ejemplo, la red del campus de una universidad).

MBone (*Multicast Backbone*)

Estándar de Internet que proporciona una forma de *multidistribución* de audio y vídeo en formato digital a un grupo de usuarios.

El Mbone puede ser usado como una red de vídeo digital dentro de Internet.

La *multidifusión* es una técnica de transmisión de datos a través de Internet en la que se envían paquetes desde un punto a varios simultáneamente.

MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*)

Mecanismos para especificar y describir el formato de los cuerpos de los mensajes en Internet, permitiendo que múltiples partes de texto y las partes no textuales (imágenes, vídeo, audio, aplicaciones,…) de un mensaje sean representadas e intercambiadas sin pérdida de información [RFC-2045-2049].

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Módem de cable (MODulador/DEModulador de cable)

Dispositivo que permite la conexión de un PC (o varios PCs) a la red de televisión por cable. Sirve para transmitir datos a alta velocidad a través de una red de cable [Parrilla-96, Kiniry-98].

Los modems de cable son más complejos que los telefónicos y ofrecen velocidades hasta 1000 veces superiores, sencillez de manejo, conexión permanente (no requieren marcado) y no ocupan la línea telefónica mientras se están utilizando.

En las figuras A.1 y A.2 se muestra respectivamente la conexión del módem de cable con la planta de cable y una visión gráfica del sistema de modems de cable dentro de la red CATV.

Los modems de cable están pensados para utilizar las redes de forma bidireccional, transmitiendo por un canal ascendente y recibiendo por uno descendente.

[48] Los sistemas de microondas trabajan a frecuencias muy elevadas, por lo que la señal sufre altas atenuaciones y, por tanto, el radio de cobertura es de unos pocos kilómetros. Por eso es necesaria una planificación previa de red celular.

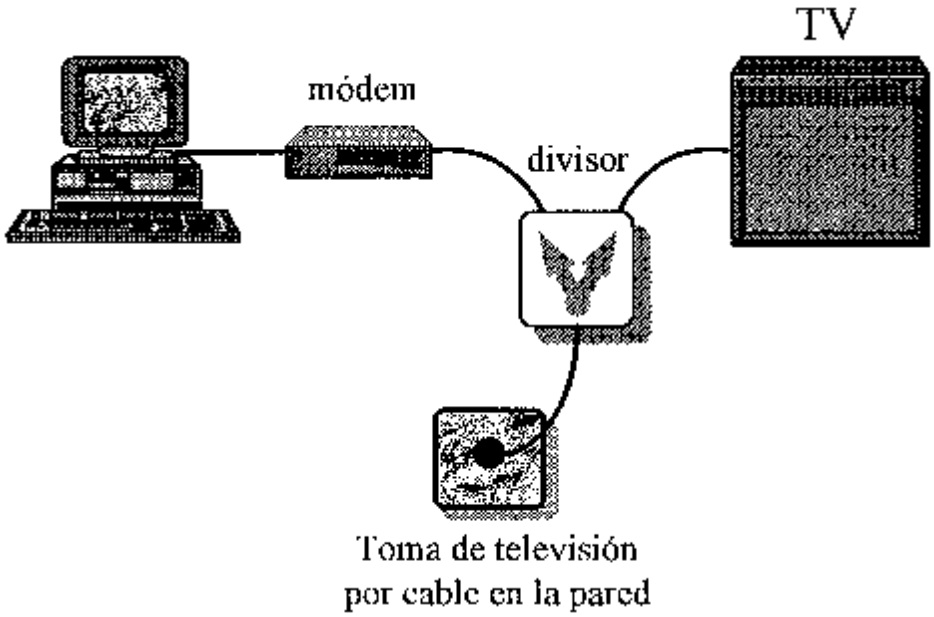


Figura A.1: Conexión del módem de cable a la toma de televisión por cable [Parrilla-96].

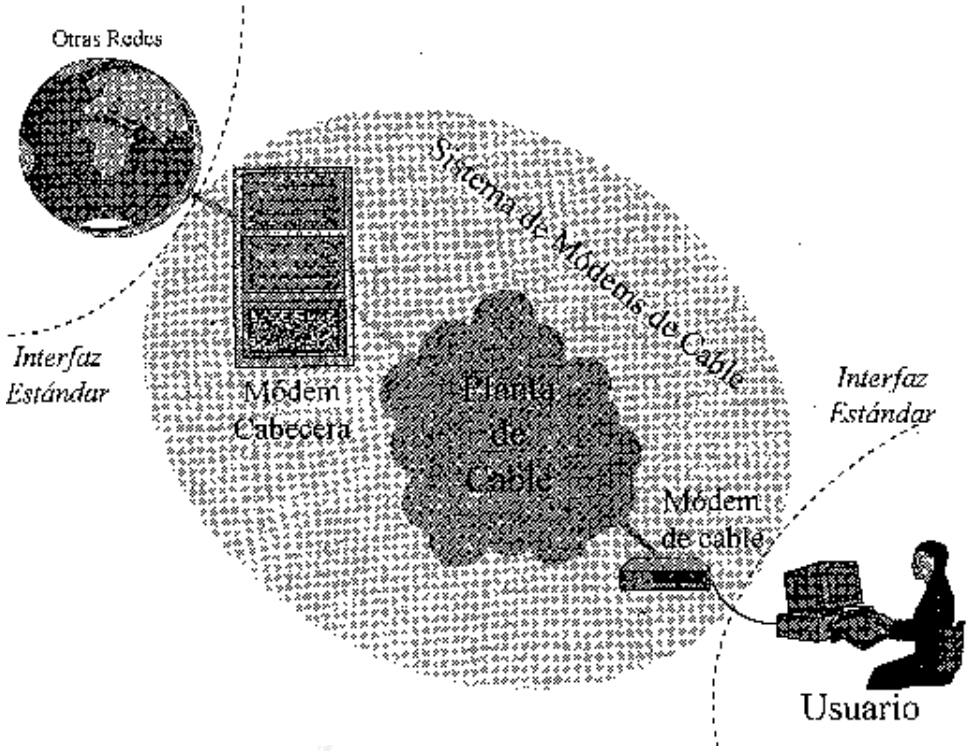


Figura A.2: Modems de cable en la red de CATV [Parrilla-96].

Módem telefónico (MODulador/DEModulador telefónico)

Dispositivo que se encarga de convertir información digital en información analógica y viceversa de forma que pueda ser transmitida y recibida por una línea telefónica analógica.

Modulación PCM (*Pulse Code Modulation*)

Técnica que se emplea en los modernos sistemas telefónicos para transmitir digitalmente la voz.

Multimedia

En principio multimedia significó la utilización de distintos medios (visuales y sonoros) en sus soportes tradicionales (libros, prensa, casetes, televisión,..) para comunicar un mensaje. Actualmente se entiende como multimedia un *modo de comunicación* que tiene como característica fundamental la *integración* de

textos, gráficos, sonido, animaciones y vídeo en un único medio, el ordenador, que aporta una capacidad *interactiva*.

Off-line

Modo de transporte de información en el cual el terminal recibe la información directamente desde un dispositivo local del mismo, donde reside la información normalmente en soporte magnético. Por ejemplo: el CD-ROM.

On-line

Modo de transporte de información en el cual la información proviene de una localización remota. Por ejemplo: el WWW.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Par de cobre

Medio de transmisión constituido por dos conductores paralelos de cobre, aislados entre sí y del entorno. Es el elemento básico de la *Red de Acceso* que actualmente conecta a los usuarios telefónicos con sus centrales locales.

PPP (*Point-to-Point Protocol*)

Protocolo que proporciona un método estándar para transportar datagramas multiprotocolo sobre enlaces punto a punto (o líneas serie dedicadas) [Tanenbaum-96, Stevens-94, RFC-1661]. PPP maneja detección de errores, soporta múltiples protocolos, permite autentificación y tiene otras muchas mejoras con respecto al protocolo SLIP.

Proxy

El Proxy es un servidor que va almacenando toda la información que los usuarios reciben de la Web. Así, si otro usuario accede a través del proxy a un

sitio previamente visitado, recibirá la información del servidor proxy en lugar del servidor real, obteniendo mayor velocidad.

Los servidores proxy son una buena forma de compartir conexiones en Internet vía módem entre varios usuarios (por ejemplo, el popular WINGATE). Un servidor proxy, además de recolectar y hacer caché de las páginas Web, previene que los intrusos entren a la red, permite acceso filtrando por dirección del remitente de la información, filtrado de virus, etc.

QoS (*Quality of Service*) o **Calidad de Servicio**

Concepto que se aplica a cualquier tipo de red en la que se debe garantizar al usuario que obtendrá del sistema un servicio con las características que ha contratado. Para ello se deberán tomar una serie de medidas con el fin de garantizar una respuesta adecuada del sistema en todo momento.

RDSI (*Red Digital de Servicios Integrados*) **de Banda Estrecha**

La Red Digital de Servicios Integrados [Stallings-88] fue definida en 1984 como una red que a partir de redes telefónicas digitales integradas, fuera capaz de proporcionar conectividad digital completa entre dos terminales de abonado y soportar un amplio número de servicios avanzados, no sólo relacionados con la voz. Precisamente por el hecho de proporcionar conectividad digital completa, esta red permite transportar de forma transparente información de muy distintos tipos, como pueden ser voz, datos, audio o vídeo.

Las dos posibilidades más comunes de la RDSI son el *acceso básico* y el *acceso primario*.

El acceso básico (2B+D) ofrece al usuario dos canales de 64 Kbps (canales B) más un tercer canal de 16 Kbps (canal D) para señalización. Puede utilizarse, por ejemplo, un canal B para transmisión de voz y otro para transmisión de datos, o bien usar ambos para transmisión de datos, en cuyo caso se consigue una velocidad agregada de 128 Kbps.

El acceso primario opera a 2048 kbps y ofrece 30 canales de 64 kbps. Está destinado a usuarios que requieran capacidades más grandes que las del acceso

básico. Éste suele ser suficiente para la mayoría de los usuarios individuales, que por otra parte, no encontrarían rentabilidad a un acceso primario.

Red de TV por cable o **red CATV**

Una red tradicional CATV de difusión de TV es una red en topología de árbol, que comienza en la cabecera y se ramifica sobre conexiones de cable coaxial y amplificadores que terminan en los *set-top boxes* de los usuarios. La cabecera recibe la programación a través de enlaces por satélite o por microondas y la adapta para su transmisión sobre la infraestructura CATV hacia los usuarios [Kiniry-98].

Las redes CATV más modernas no son redes sólo de coaxial, sino que incorporan además fibra óptica. Son redes *híbridas fibra-coaxial* o redes **HFC** (*Hibrid Fiber Coaxial*). En la figura A.3 puede observarse la topología de una red de este tipo, que suele estar basada en tres etapas:

1. *Cabecera*: es el lugar donde se recopilan los canales, normalmente provenientes de satélites, enlaces terrestres y estudios de producción propia.
2. *Red troncal*: se encarga del transporte de la señal desde la cabecera hasta los puntos de distribución. En las redes CATV tradicionales la red troncal era de coaxial. En las nuevas redes, las HFC, la red troncal es de fibra óptica, que es más efectiva técnica y económicamente dentro de este tramo de la red [Gingold-96].
3. *Red de distribución*: conjunto de ramificaciones de cable coaxial que llega hasta los abonados. En la actualidad la fibra óptica no resulta más eficiente desde el punto de vista económico en este tramo de la red, así que se mantiene el cable coaxial [Gingold-96].

Las redes de CATV fueron diseñadas pensando en la difusión de señales, por lo que la mayor parte del ancho de banda viaja desde la cabecera hacia los abonados (**enlace descendente**).

Equipando la red con amplificadores de retorno, se pueden transportar las señales provenientes de los usuarios hacia la cabecera (**enlace ascendente**) y tenemos una red bidireccional. Así, empleando un *módem de cable*, se pueden emplear estas redes para servicios de datos.

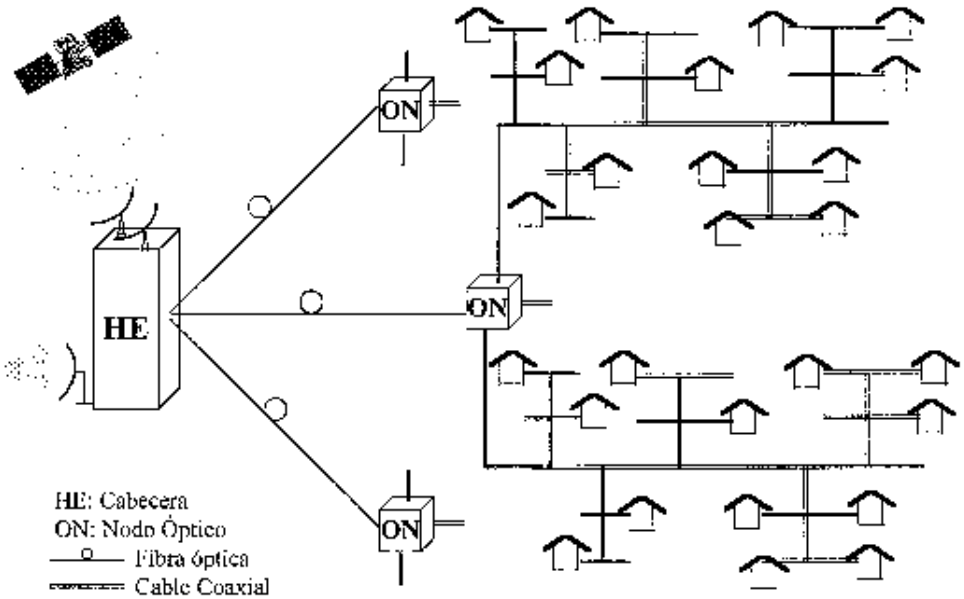


Figura A.3: Arquitectura en tres etapas para una red de CATV [Parrilla-96].

En una red HFC desde la cabecera se parte con varias ramas de fibra óptica en estrella. Cada una de ellas termina en un Nodo Óptico, donde la señal óptica pasa a ser eléctrica y comienza a hacerse la distribución por coaxial. Se estima que debe haber un nodo óptico por cada grupo de entre 500 y 2000 viviendas. Sacando del nodo óptico varias ramas de coaxial, se puede tener un buen canal de retorno, con no más de 100 ó 200 abonados por rama ni más de dos amplificadores en cascada. Estas condiciones aseguran, en principio, una calidad aceptable [Parrilla-96].

La topología descrita permite que el sistema vaya creciendo progresivamente en función de la demanda de utilización del canal de retorno. La fibra óptica se irá acercando más hacia los usuarios, disminuyendo el tamaño del nodo óptico y, por tanto, el número de abonados que comparten el canal de retorno [Bisdikian-96].

RTB o **Red Telefónica Básica**

Es la red telefónica cuyo servicio esencial es la transmisión de voz.

RFCs (*Request for Comments*)

Documentos que contienen las especificaciones de los protocolos de Internet.

RTP (*Real-time Transport Protocol*)

Protocolo que proporciona funciones de transporte de red extremo a extremo adecuadas para aplicaciones que requieren la transmisión de datos en tiempo real, tales como audio, vídeo o datos de simulación [RFC-1889]. RTP no gestiona reserva de recursos ni garantiza la calidad de servicio para los servicios en tiempo real.

RTP ha sido diseñado para ser independiente de las capas subyacentes de transporte y de red.

Set-top box (STB)

También llamado Receptor Decodificador Integrado o IRD, consiste básicamente en un equipo decodificador. Puede ser analógico o digital.

En una red de televisión por cable, es el equipo que permite al usuario conectar su televisor a la red de CATV.

SLIP (*Serial Line IP*)

La familia de protocolos TCP/IP corre sobre una gran variedad de redes: redes locales (como *Ethernet*), enlaces por satélite, líneas serie, etc. Hay estándares para el encapsulamiento de paquetes IP definidos para muchas de esas redes, pero no lo hay para líneas serie.

SLIP [Tanenbaum-96, RFC-1055] es actualmente un estándar de hecho, usado frecuentemente para las conexiones serie TCP/IP punto a punto, pero no es un estándar de Internet. Es simplemente un protocolo de entramado de paquetes: SLIP define únicamente una secuencia de caracteres que entraman los paquetes IP sobre una línea serie. Es tan simple que es muy fácil de implementar.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Sistema de Colas

Sistema con uno o más servidores que atienden solicitudes de clientes que llegan al sistema procedentes de una población. Si todos los servidores están ocupados los nuevos clientes que lleguen tendrán que esperar en una cola. Cuando un servidor queda libre pasará a atender la solicitud del primer cliente de la cola según la disciplina de servicio de cola establecida.

TCP (*Transmission Control Protocol*)

Protocolo de Internet para la conexión extremo a extremo, que garantiza la fiabilidad, secuenciamiento, control de flujo, prioridades, etc. de la conexión [Tanenbaum-96].

Es, junto con UDP, uno de los dos protocolos que ofrecen servicio a las aplicaciones de red de los usuarios.

TCP se usa en la aplicaciones de red que necesitan garantizar la entrega fiable.

TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*)

Conjunto de protocolos utilizados en Internet que incluye el conjunto de estándares que especifican la comunicación entre ordenadores a través de una red de ámbito mundial.

UDP (*User Datagram Protocol*)

Protocolo de Internet que no es fiable ni garantiza la entrega de paquetes en orden [Tanenbaum-96]. UDP es simplemente un servicio de entrega de datagramas sin conexión.

Es, junto con TCP, uno de los dos protocolos que ofrecen servicio a las aplicaciones de red de los usuarios.

UDP se usa en aplicaciones que no necesitan secuenciamiento o control de flujo porque lo realizan ellas mismas o también en aplicaciones *cliente/servidor* donde la comunicación se basa en solicitud/respuesta y en aquellas aplicaciones donde es más importante la rapidez que la exactitud en los datos, como en la transmisión de vídeo o voz.

VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) o Terminal de Pequeña Apertura

Los VSATs son terminales pequeños y de bajo coste para las comunicaciones por satélite.

Las redes VSAT son redes privadas de comunicación de datos vía satélite. Estas redes resultan mucho más económicos para un número de usuarios elevado que una línea alquilada.

Un ejemplo de utilización de una red por satélite con terminales VSAT es la extensión de la RDSI (en su *acceso primario*) a lugares remotos [Parrilla-95]. En aquellos lugares donde sólo se disponga de *acceso básico* por la red terrestre, se puede ofrecer un servicio de difusión con características de *acceso primario*. La red VSAT será unidireccional para la difusión y el *acceso básico* RDSI se utilizaría como camino de retorno.

Esta tecnología tiene un elevado coste para un usuario medio, por lo que hasta ahora sólo se ha utilizado en entornos de negocios.

WAN (*Wide Area Network*) o **Red de Área Extensa**

Red que conecta equipos situados a más de 100 kilómetros de distancia (por ejemplo, una red que conecte distintas ciudades o países).

WWW (*World Wide Web*) o **Telaraña Alrededor del Mundo**

Es una forma de organizar y acceder a la información multimedia *on-line* distribuida en Internet. Soporta los protocolos tradicionales de Internet.

Desde el punto de vista del usuario es una interfaz gráfica que sirve como punto de entrada a todo tipo de información que es presentada mediante hipermedia (en forma de páginas Web) y que es accesible a través de hiperenlaces.

En el WWW los documentos, formados por textos, imágenes y sonidos, que están almacenados en ordenadores dispersos por todo el planeta, se interconectan entre sí. Para acceder a ellos hay que contar con un programa navegador, que sabe cómo interpretar los contenidos de las páginas Web.

Bibliografía

[Abdulla-96] G. Abdulla, M. Abrams y E. A. Fox, *Scaling the World Wide Web*, Department of Computer Science, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, USA, 1996. <http://ei.cs.vt.edu/~succeed/96ieeeAAF/> (3 de Junio 1998).

[Abdulla-97] G. Abdulla, E. A. Fox y M. Abrams (Computer Science Department, Virginia Tech), *Shared User Behaviour on the World Wide Web*, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), USA, 1997. <http://ei.cs.vt.edu/~chitra/docs/97webnet/> (3 de Junio 1998).

[Adell-97] J. Adell, *Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información*, EDUTEC Revista Electrónica de Tecnología Educativa, no. 7, Noviembre 1997. <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html> (3 de Marzo 1998).

[Aguerrondo-97] I. Aguerrondo, *¿Es posible impartir educación de calidad con menores costos?*, Perspectivas, vol. 27, no. 2, pp. 335-348, Junio 1997.

[Alonso-94] C. Alonso Cano, *El ordenador y el tratamiento de la información,* Cuadernos de Pedagogía, no. 230, pp. 14-18, Noviembre 1994.

[Álvarez-95] E. Álvarez y J. I. Álvaro, *ToolBook, crear multimedia con PC*, Paraninfo, Madrid, 1995.

[Anaya-95] Anaya Interactiva, **CD-ROM** de demostración de *Matesblaster*, Anaya Educación, 1995, y Davidson, 1994.

[Anido-95] J. L. Anido, *Ami Pro avanza un paso con Lotus Word Pro: Diseñado para red*, PC Actual, pp. 98-102, Septiembre 1995.

[Apple-97] Apple Computer Inc., *Welcome to ACOT*, 1997. <http://www.research.apple.com/go/acot/> (Junio 1998).

[Apple-98] Apple Computer Inc., *Descripción del proyecto Grimm*, 1998. <http://www.apple.es/educacion/proyectogrimm/Descripcion.html> (Junio 1998).

[Assche96] F. Van Assche,*The Web for Schools Project*, Context 15, 1996. <http://wfs.eun.org/about/context/wfs/projectframe.html> (19 de Junio 1998).

[Asthana-95] P. Asthana y B. Finkelstein, *Superdense Optical Storage*, IEEE Spectrum, vol. 32, no. 8, pp. 25-31, Agosto 1995.

[Astra-98] Astra, *The ASTRA Satellite System*, 1998, <http://www.astra.lu/system> (1 de Septiembre 1998).

[Asymetrix-96] Asymetrix, *A Guide to Creating Interactive Courses. ToolBook II Instructor*, Asymetrix, Madrid, 1996.

[Baecker-93] R. M. Baecker (editor), *Readings in Groupware and Computer-Supported Cooperative Work: Assisting human-human collaboration*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 1993.

[Ball-96] L. L. Ball, *Multimedia Network Integration and Management*, McGraw-Hill (Series on Computer Communications), USA, 1996.

[Barajas-94] M. Barajas y N. Simó, *Multimedia en la Escuela. ¿Para qué y Cómo?,* Cuadernos de Pedagogía, no. 230, pp. 23-27, Noviembre 1994.

[Bartolomé-95] A. R. Bartolomé, *Algunos modelos de enseñanza para los nuevos canales*, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Universidad de Barcelona, 1995. <http://www.doe.d5.ub.es/te/any95/bartolome_cera/> (22 de Abril 1997).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[Bartolomé-96] A. R. Bartolomé, *Preparando para un nuevo modo de conocer*, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Universidad de Barcelona, 1996. <http://www.doe.d5.ub.es/te/any96/bartolom_pineda/> (22 de Abril 1997).

[Bartsch-97] F.-R. Bartsch y E. Auer, *Lessons Learned from Multimedia Field Trials in Germany*, IEEE Communications, vol. 35, no. 10, pp. 40-45, Octubre 1997.

[Bisdikian-96] C. Bisdikian, K. Maruyama, D. I. Seidman, y D. N. Serpanos, *Cable Access Beyond the Hype: On Residential Broadband Data Services over HFC networks*, IEEE Communications, vol. 34, no. 11, pp. 128-135, Noviembre 1996.

[Blasco-96] M. T. Blasco, L. Barrio, O. M. González, M. J. Verdú, E. García y Y. A. Dimitriadis, *Study of collaborative writing supported by an informatique pen-based system*, En Proceedings of the third European Conference on Educational Research ECER' 96, pág. 249, Sevilla, Septiembre 1996.

[Blasco-98] M. T. Blasco, J. L. Barrio, Y. A. Dimitriadis, C. A. Osuna, O. M. González, M. J. Verdú y D. Terán, *From Cooperative Learning towards the virtual Class. An experience in Composition Techniques*, En Webcasting of "The Future of the Humanities in de Digital Age", International Conference, "Abstracts and Speeches", Bergen, Noruega, Septiembre 1998. <http://www.futurehum.uib.no/> (Octubre 1998).

[Blattner-94] M. M. Blattner, *In Our Image: Interface Design in the 1990s*, IEEE Multimedia, vol.1, no. 1, pp. 25-36, Primavera 1994.

[Borrás-97] I. Borrás, *Enseñanza y aprendizaje con la Internet: una aproximación crítica*, San Diego State University, EE.UU., 1997. <http://www.doe.d5.ub.es/te/any97/borras_pb/> (22 de Abril 1997).

[Bouras-98] Ch. Bouras, A. Gkamas, V. Kapoulas, P. Lampsas y Th. Tsiatsos, *A Platform for the Implementation of the Services of an Educational Network*, En [Davies-98a, pp. 159-168].

[Boutaba-97] R. Boutaba, K. El Guemhioui y P. Dini, *An Outlook on Intranet Management*, IEEE Communications, vol. 35, no. 10, pp. 92-99, Octubre 1997.

[Bronfrenbrenner-87] U. Bronfrenbrenner, *Ecología del desarrollo humano*, pág. 25, Paidós, Barcelona, 1987 (v.o. 1979).

[Bujedo-97] D. Bujedo Regueiro, *Diseño de una Intranet Educativa*, Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, Noviembre 1997.

[Cabero-96] J. Cabero, *Navegando, construyendo: la utilización de los hipertextos en la enseñanza*, Universidad de Sevilla, 1996. <http://www.doe.d5.ub.es/te/any96/cabero_hipertext/> (22 de Abril 1997).

[Carro-97] B. Carro Martínez, *Viabilidad de los sistemas vía radio para ofrecer los servicios de las redes CATV*, Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, Julio 1997.

[Carroll-96a] J. M. Carroll y M. B. Rosson, *Developing the Blacksburg Electronic Village*, Communications of the ACM, vol. 39, no. 12, pp. 69-74, Diciembre 1996.

[Carroll-96b] J. M. Carroll y M. B. Rosson, *Grassroots Technology: The Blacksburg Electronic Village*, CSCW 96, Tutorial Notes (Community Networks), Boston, USA, Noviembre 1996.

[Carvajal-98] R. Carvajal y G. Gómez, *Diseño de Redes a Bajo Costo y su Impacto en la Educación Colombiana*, En el CD-ROM de COMDEX/INFOCOM Argentina '98, Anales del congreso, Sección "Educación", Buenos Aires, Argentina, Mayo 1998.

[Casademont-96] J. Casademont, J. Paradells, S. Sallent, J. Ferrer y J. Oriol, *Técnicas de incremento de capacidad para un bucle de abonado con el estándar DECT*, Telecom I+D'96, pp. 73-83, Madrid, Noviembre 1996. <http://maite71.upc.es/~teljcs/telecom96.htm> (26 de Octubre 1998).

[Casademont-97] J. Casademont, J. Paradells y S. Sallent, *Radio Local Loop based on DECT. Enhancements to increase capacity*, En *The Local Loop: Access Technologies, Services, and Business Issues*, International Engineering Consortium, pp. 335-340, 1997. <http://maite71.upc.es/~teljcs/llibre97.html> (26 de Octubre 1998).

[Cedetel-97] Varios Autores, CD-ROM *Curso de Iniciación a las Telecomunicaciones para Pequeñas y Medianas Empresas*, Cedetel; depósito legal: VA-666-97; Valladolid, 1997.

[Cerrada-95] J. A. Cerrada y M. Collado, *Introducción a la Ingeniería de Software*, primera edición, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 1995.

[CIC-96-98] Cable in the Classroom, *What is Cable in the Classroom?*, 1996-98. <http://www.ciconline.com/abthom.htm> (Septiembre 1998).

[Coktel-95] Coktel Vision, **CD-ROM** *ADI 2.0 Acompañante Escolar "Matemáticas" (2º ciclo de secundaria: 3º y 4º de secundaria)*, Coktel Educative, 1995.

[Date-93] C. J. Date, *Introducción a los Sistemas de Bases de Datos*, vol. 1, quinta edición, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington Delaware, USA, 1993.

[Davies-98a] G. Davies (editor), *Teleteaching'98: Distance Learning, Training and Education*, Part I and Part II, Proceedings of the XV. IFIP World Computer Congress, Austrian Computer Society (OCG), Viena, Austria, 1998.

[Davies-98b] G. Davies (editor), *Teleteaching'98: Distance Learning, Training and Education*, Part III, Short Papers XV. IFIP World Computer Congress, Austrian Computer Society (OCG), Viena, Austria, 1998.

[Decouchant-96] D. Decouchant y M. R. Salcedo, *Alliance: A Structured Cooperative Editor on the Web*, En Proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the Web, Sankt Augustin, Alemania, Febrero

1996. <http://orgwis.gmd.de/W4G/proceedings/alliance.html> (6 de Julio 1996).

[DECTForum-98] DECT Forum Marketing Working Group, *DECT Forum. Technical Information*, DECT Forum, Solothurn, 1998, <http://www.dect.ch> (26 de Octubre 1998).

[DeRoure-96] D. de Roure, W. Hall, H. Davis y J. Dale, *Agents for Distributed Multimedia Information Management*, En Proceedings of the PAAM'96, 1996. <http://bedrock.ecs.soton.ac.uk/TNG/papers/paam96.html> (25 de Septiembre 1996).

[Dickson-91] L. Dickson, M. Brown y O. Gibson, *El Aprendizaje de las Matemáticas*, Labor, Barcelona, 1991.

[Díez-94] E. M. Díez, *Medios de Comunicación y Nuevas Tecnologías (aplicados a Personas Adultas con o sin discapacidad)*, En Actas del Congreso 'La Educación de Personas Adultas en Castilla y León', Tomo 1, pp. 257-262, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Valladolid, Octubre 1994.

[Disney-98] Disney Educational Productions, *Edu-Station*, 1998. <http://www.disney.com/EducationalProductions> (Octubre 1998).

[Dix-96] A. Dix, *Challenges and Perspectives for Cooperative Work on the Web*, En Proceedings of the ERCIM workshop on CSCW and the Web, Sankt Augustin, Alemania, Febrero 1996. <http://orgwis.gmd.de/W4G/proceedings/challenges.html> (25 de Abril 1997).

[Dutta-Roy-98] A. Dutta-Roy, *Virtual meetings with Desktop Conferencing*, IEEE Spectrum, vol. 35, no. 7, pp. 47-56, Julio 1998.

[Edelvives-97] Edelvives, **CD-ROM** *Matemáticas Interactivas. Mixmat 3 curso (segundo ciclo de primaria)*, Edelvives y CDE Systems; depósito legal: Z-1107-96; España, 1996.

[Ellis-91] C. A. Ellis, S. J. Gibbs y G. L. Rein, *Groupware: Some issues and experiences*, Communications of the ACM, vol. 34, no. 1, pp. 38-58, Enero 1991, (también impreso en [Baecker-93, pp. 9-28]).

[Elmasri-94] R. Elmasri y S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, segunda edición, Addison-Wesley, World Student Series, USA, 1994.

[Esebbag-96] C. Esebbag, J. Martínez y J. Dato, *InfoVía*, Anaya Multimedia, 1996.

[ESW-98] EuroSkyWay, *EuroSkyWay System Concept*, 1998, <http://www.euroskyway.alespazio.it/sconcept.htm> (Octubre 1998).

[EUCommission-96] European Commission, *Educational Software and Multimedia*, Report of the Task Force, SEC (96) 1426, Julio 1996. <http://www.wcho.lu> (Julio 1996).

[EuropeanC-97] European Communities, *First Evaluation of NETD@YS EUROPE 1997*, Diciembre 1997. <http://europa.eu.int/en/comm/dg22/netdays/eval-en.html> (Junio 1998).

[EuropeanC-98] European Communities, *Welcome to NETD@YS EUROPE 1998*, Febrero 1998. <http://europa.eu.int/en/comm/dg22/netdays/home.html> (Junio 1998).

[Ferraté-97] G. Ferraté, C. Alsina y F. Pedró, *Internet como entorno para la enseñanza a distancia*. En J. Tiffin y L. Rajasingham (editores), *En busca de la clase virtual. La educación en la sociedad de la información*, epílogo, Paidós, Barcelona, 1997.

[Flur-96] P. W. Flur, J. B. Lockhart y S. Yalamanchili, *Integrating Academic Services in a Modern Networked Environment*, IEEE Transactions on Education, vol. 39, no. 3, pp. 409-414, Agosto 1996.

[Fradejas-98] E. Pérez Fradejas, *Diseño de la interfaz de usuario de un curso multimedia para la enseñanza de las matemáticas*, Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, Mayo 1998.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[Fuinca-96] Fuinca, *Multimedia 1996/Tendencias (Informes anuales de Fundesco)*, Fundesco, Madrid 1996.

[Fundesco-94] Fundesco, *Libro Blanco de las Telecomunicaciones de Castilla y León*, Junta de Castilla y León, Madrid, Octubre 1994.

[García-97] J. García Carrasco, R. Mompó y M. A. Pérez, *La Educación: de Gutenberg a Internet. Los Cambios en las Tecnologías de la Comunicación y los Cambios en los Espacios de Formación*, En Ponencias de las Jornadas Regionales de Educación de Personas Adultas, pp. 55-85, Oviedo, Diciembre 1997.

[GASI-96] Grupo de Análisis de la Sociedad de la Información, *España en la Sociedad de la Información*, Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, Madrid, 1996.

[Gingold-96] D. Gingold, *Integrated Digital Services for Cable Networks*, Master Thesis, Massachusetts Institute of Technology, USA, Septiembre 1996.

[González-97a] O. M. González, M. J. Verdú, Y. A. Dimitriadis, L. Barrio, M. T. Blasco y J. López, *Pen-Computing and Groupware: A chance to improve collaborative writing*, Advances in Human Factors/Ergonomics, Vol. 21B: Design of Computing Systems: Social and Ergonomic Considerations, pp.463-466, Ed. Elsevier, USA, 1997.

[González-97b] O. M. González, M. J. Verdú, Y. A. Dimitriadis, C. A. Osuna, C. A. Iglesias y J. López, *PENCACOLAS: Groupware for Learning*, En Proceedings of Third International Workshop on Groupware CRIGW '97, E. Pastor y D. Fernández (editores), Servicio de publicaciones ETSI de Telecomunicación, UPM, pp. 71-80, Madrid, Octubre 1997.

[González-97c] O. M. González Rodríguez, *Sistema CSCW para la enseñanza de composición escrita basada en una interfaz de lápiz electrónico*, Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid, Departamento de Informática, Valladolid, Diciembre 1997.

[González-97d] O. M. González, M. J. Verdú, Y. A. Dimitriadis, L. Barrio y M. T. Blasco, *Sistema de Trabajo Cooperativo Soportado por Ordenador para la Enseñanza de Escritura usando el Paradigma de Papel Electrónico*, En Comunicaciones de las Jornadas de Ingeniería Telemática JITEL 97, pp. 397-408, Bilbao, Septiembre 1997.

[González-98] O. M. González, Y. A. Dimitriadis, M. J. Verdú, C. A. Osuna, A. Grande, M. T. Blasco y J. L. Barrio, *Intregrating Cooperative Learning in a Virtual Class: A case Study*, En [Davies -98a, pp. 373-382].

[Grudin-94] J. Grudin, *Computer-supported cooperative work: History and focus*, IEEE Computer, vol. 27, no. 5, pp. 19-26, Mayo 1994, (número especial de IEEE Computer sobre CSCW).

[Gutwin-95] C. Gutwin, G. Stark y S. Greenberg, *Support for Workspace Awareness in Educational Groupware*, En Proceedings of CSCL'95, Indiana University y ACM, Bloomington, Indiana, 1995. <http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/gutwin.html> (6 de Julio 1996).

[Haga-98] H. Haga, *Integration of On-Line and Off-Line Teaching Materials in Distance Education System*, En [Davies-98a, pp. 383-392].

[Hahn-95] H. Hahn, *El gran libro del CD-ROM*, Marcombo, Barcelona, 1995.

[Hartung-58] M. L. Hartung, *Fractions and Related Symbolism in Elementary School Instruction,* Elementary School Journal, no. 58, pp. 377-384, 1958.

[Heras-98] P. de las Heras, *'Educación en la red' generalizará el uso de Internet en las escuelas*, El Norte de Castilla, pág. 49, Valladolid, 14 de Julio, 1998.

[Hernández-98] F. Hernández, R. Lorenzo, M. A. Pérez, M. J. Verdú, B. Rodríguez, I. De Miguel y R. Mompó, *El aula virtual y los nuevos servicios telemáticos: Proyecto para el desarrollo de un sistema de educación a distancia*, Demostración, En Actas del IV Congreso Ibero-Americano

de Informática en la Educación RIBIE 98, Ribie, Cyted, pág. 50, Brasilia, Brasil, Octubre 1998.

[Herrera-98] D. Herrera López, *Diseño de un Servidor Educativo Interactivo en Internet*, Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, Octubre 1998.

[Hispasat-98] Hispasat, *Programas I+D*, 1998, <http://www.hispasat.com/prog_eu> (4 de Septiembre 1998).

[HLGroup-94] The High-Level Group on the Information Society, *Europe and the global information society. Recommendations to the European Council*, Bruselas, 1994.

[ISPO-96] Information Society Project Office, *La Sociedad de la Información... y el Ciudadano, Informe sobre la disponibilidad y la utilización de los sistemas de información y comunicaciones*, ISPO, Bruselas, 1996.

[JCyL-89] Junta de Castilla y León, *Castilla y León*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar Social, 1989.

[JCyL-97] Junta de Castilla y León, *Datos Estadísticos de los Municipios de Castilla y León. 1997*, Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Hacienda. Servicio de Estudios, 1997.

[Jurema-95] A. C. Jurema, M. E. Costa Lima, M. C. Dalmau y M. Jurema Filho, *Towards a Pedagogy of Informatics*, En Proceedings of CSCL'95, Indiana University y ACM, Bloomington, Indiana, 1995. <http://www-cscl95.indiana.edu/cscl95/jurema.html> (6 de Julio 1996).

[Khasnabish-97] B. Khasnabish y R. Saracco, *Intranets: Technologies, Services, and Management*, IEEE Communications, vol. 35, no. 10, pp. 84-91, Octubre 1997.

[Kiniry-98] J. Kiniry y C. Metz, *CABLE MODEMS: Cable TV Delivers the Internet*, IEEE Internet Computing, vol. 2, no. 3, pp. 12-15, Mayo-Junio 1998.

[Kleinrock-76] L. Kleinrock, *Queueing Systems*, vol. 1 y 2, John Wiley, 1976.

[Le Brasseur-95] M. Le Brasseur et al, *PROCESS WEAVER: from CASE to Workflow Applications*, Colloquium on CSCW (Computer Supported Co-operative Working) and the Software Process, IEE, Savoy Place, London, UK, Febrero 1995.

[Lee-96] P. M. Lee y W. G. Sullivan, *Developing and Implementing Interactive Multimedia in Education*, IEEE Transactions on Education, vol. 39, no. 3, pp. 430-435, Agosto 1996.

[López-94a] V. López, *La Educación de las Personas Adultas en el Medio Rural y Urbano: Modelos Educativos Presencial y a Distancia*, En Actas del Congreso 'La Educación de Personas Adultas en Castilla y León', Tomo 1, pp. 235-246, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Valladolid, Octubre 1994.

[López-94b] V. López, C. González, M. F. Arias y L. Gutiérrez, *La Educación de Personas Adultas en Castilla y León: Ruralidad, Formación y Desarrollo*, En Actas del Congreso 'La Educación de Personas Adultas en Castilla y León', Tomo 2, pp. 199-209, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Valladolid, Octubre 1994.

[López-98] F. López Rupérez, *Presente y Futuro de la Escuela Rural*, Documento en relación al proyecto Aldea Digital, 1998. <http://www.pntic.mec.es/adigital/docs/aldea1htm> (16 de Septiembre 1998).

[LopezF-98] R. López Fernández, M. J. Verdú Pérez, Eva Pérez Fradejas y Patricia Vidal Ramos, CD-ROM *¡Aprende y diviértete con las fracciones!*, Cedetel; depósito legal: VA-670-98; ISBN: 84-605-8075-X; Valladolid, 1998.

[Lubell-95] P. D. Lubell, *The Gathering Storm in High-Density Compact Disks*, IEEE Spectrum, vol. 32, no. 8, pp. 32-37, Agosto 1995.

[Macarrón-96] A. Macarrón y J. F. Plaza, *LMDS: Tras las autopistas, las aeropistas de la información*, BIT, no. 99, Julio-Agosto 1996.

[Marshak-97] D. Marshak y G. Bock, *Radnet WebShare. A platform for Collaborative Web Applications for Any Environment*, Patricia Seybold Group, Prepared for Radnet Inc., Enero 1997.

[Martín-97] J. Martín de la Rosa, *La Educación en el siglo de las luces.* En *Recuerdos de un olvido. Los libros que aprendimos*, Fondo bibliográfico, documental y material de Javier Carbonero Domingo, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Valladolid, 1997.

[Martínez-95] F. Martínez, *Redes y Servicios de Interés Educativos*, EDUTEC 95, II Congreso de Nuevas Tecnologías de la Información para la Educación, Universidad de las Islas Baleares, 1995. <http://www.uib.es/depart/gte/martinez.html> (3 de Marzo 1998).

[McClintock-91] R. O. McClintock, M. J. Streibel, y G. Vázquez, *Comunicación, tecnología y diseño de instrucción: La construcción del conocimiento escolar y el uso de los ordenadores*, Universidad Complutense de Madrid y CIDE, Noviembre 1991.

[MEC-98] Ministerio de Educación y Cultura, *Aldea Digital*, Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y la Comuniación, Proyectos, 1998. <http://www.pntic.mec.es/aldea/> (16 de Septiembre 1998).

[Mehta-96] S. I. Mehta y S. M. Gronhovd, *Instrumentation and Communication Modules on CD-ROM's for Enriching Engineering Education*, IEEE Transactions on Education, vol. 39, no. 3, pp. 304-308, Agosto 1996.

[Merill-94] M. D. Merill, *Don't Bother Me with Instructional Design, I'm busy Programming!. Suggestions for More Effective Educational Software*, Educational Technology Publications, New Jersey, USA, 1994.

[Minoli-96] D. Minoli, *Distance Learning Technology and Applications*, Artech House, Norwood, MA, USA 1996.

[Monreal-82] J. Monreal (editor), *Población y Estructura Educativa*, Secretariado de Publicaciones, Universidad de Murcia, Murcia 1982.

[Moral-95] J. M. Moral, A. Esteruelas, D. Ezpeleta y A. Martínez, *Sistemas multimedia en la enseñanza*, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Universidad de Barcelona, 1995. <http://www.doe.d5.ub.es/te/any95/varis_aula/> (22 de Abril 1997).

[Moreno-98] J. Moreno, *El medio rural rechaza la jornada continua por falta de actividades extraescolares*, El Norte de Castilla, Valladolid, 30 de Marzo, 1998.

[Mota-96] J. C. Mota, *Introducción a ToolBook y Multimedia ToolBook 3*, Rama, Madrid, 1996.

[Mülhäuser-95] M. Mülhäuser (editor), *Cooperative Computer-Aided Authoring and Learning*, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA, 1995.

[NCTA-96] National Cable Television Association, *Cable's High Speed Education Connection*, Local Launch Kit, 1996.

[NCTA-98] National Cable Television Association, *Cable Industry's On-Going Commitment To Education And America's Children & Families*, Public Affairs Department, 1996. <http://www.ncta.com/education.html> (Septiembre 1998).

[Nielsen-94] J. Nielsen, *Response Times: The Three Important Limits*, <http://www.useit.com/papers/responsetime.html> (29 de Mayo 1998), extracto de J. Nielsen, *Usability Engineering*, Capítulo 5, AP Professional, Boston, MA, USA, 1994.

[Nielsen-97a] J. Nielsen, *Size Limits for Web*, The Alertbox: Current Issues in Web Usability, Marzo 1997. <http://www.useit.com/alertbox/sizelimits.html> (29 de Mayo 1998).

[Nielsen-97b] J. Nielsen, *The Need for Speed*, The Alertbox: Current Issues in Web Usability, Marzo 1997. <http://www.useit.com/alertbox/9703a.html> (29 de Mayo 1998).

[Norman-96] D. A. Norman y J. C. Spohrer, *Learner-Centered Education*, Communications of the ACM, vol. 39, no. 4, pp. 24-27, Abril 1996.

[OPC-97a] O.P.C. Software, **CD-ROM** *El Profesor Multimedia. Matemáticas, 3º E.S.O.*, O.P.C. Software; depósito legal: M-10725-97; España, 1997.

[OPC-97b] O.P.C. Software, **CD-ROM** *El Profesor Multimedia. Matemáticas, 4º E.S.O.*, O.P.C. Software; depósito legal: M-10726-97; España, 1997.

[Palmer-94] J. D. Palmer y N. A. Fields, *Computer-supported cooperative work*, IEEE Computer, vol. 27, no. 5, pp. 15-17, Mayo 1994, (número especial de IEEE Computer sobre CSCW).

[Papert-93] S. Papert, *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*, New York: Basic Books, 1993.

[Parrilla-95] E. Parrilla Escobar, *Extensión de la RDSI a lugares remotos mediante una red por satélite con terminales de pequeña apertura (VSAT)*, Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, Julio 1995.

[Parrilla-96] E. Parrilla, J. Redoli y R. Mompó, *Acceso Veloz a Internet por las Redes de Televisión por Cable*, Serie Breve de Ciencia y Técnica, Universidad de Valladolid, 1996.

[Parrilla-98] E. Parrilla Escobar, *Estudio de los Sistemas de Modems de Cable como Infraestructura para los Servicios de la Sociedad de la Información en las nuevas Redes de Televisión por Cable*, Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid, Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática, Valladolid, Mayo 1998.

[PCMag-96] *Plataforma internet: ¿un cliente universal?*, PC Magazine, no. 93, pp. 127-134, Junio 1996.

[Penfield-96] P. Penfield Jr. y R. C. Larson, *Education Via Advanced Technologies*, IEEE Transactions on Education, vol. 39, no. 3, pp. 436-443, Agosto 1996.

[Pérez-82] A. Pérez, *Investigación en el aula y paradigma ecológico*, Ponencia en el I Congreso Internacional de Didáctica, Murcia, 1982.

[Pérez-97a] M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, B. Rodríguez, J. Redoli, R. Mompó, J. García y R. López, *La Tutoría Electrónica*, En Actas de las I Jornadas Sobre la Función Tutorial en la UNED: Su Presente y Su Futuro 1997, Madrid, Noviembre 1997.

[Pérez-97b] M. A. Pérez, M. J. Verdú, B. Rodríguez, M. A. Navazo y R. Mompó, *Capital Humano: Necesidades y Soluciones en Formación Permanente en la Nueva Sociedad*, En A. Alaminos, E. Bas y M.A. Mateo (editores), Nuevas Tecnologías, Nuevas Sociedades. Extractos de la Sociedad del Futuro, pp.70-71, I Encuentro de Jóvenes Investigadores: Nuevas Tecnologías, Nuevas Sociedades, Universidad de Alicante, Octubre 1997.

[Pérez-97c] M. A. Pérez, M. J. Verdú y R. Mompó, *Formación a Distancia mediante CDRoms Multimedia que integran herramientas Telemáticas*, En Actas del XII Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio URSI 97, Vol. I, pp. 431-434, Bilbao, Septiembre 1997.

[Pérez-97d] M. A. Pérez, M. J. Verdú y R. Mompó, *Formación en las PYMEs utilizando Herramientas multimedia*, En Comunicaciones de las Jornadas de Ingeniería Telemática JITEL 97, pp. 485-493, Bilbao, Septiembre 1997.

[Pérez-98a] M. A. Pérez, M. J. Verdú, F. Hernández, B. Rodríguez, B. Carro, M. A. Navazo, J. Redoli, R. Mompó, J. García y R. López, *Distance Education and Long-Life Learning*, En [Davies-98a, pp. 807-813].

[Pérez-98b] M. A. Pérez, M. J. Verdú, F. Hernández, B. Rodríguez, B. Carro, M. A. Navazo, J. Redoli, R. Mompó, J. García y R. López, *An Instrument for SMEs Workers Long-Life Learning in Castilla-León*, En Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 98, Vol. 2, pág. 1958, 10th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia and World Conference on Educational Telecommunications, ED-MEDIA & ED-TELECOM 98, Freiburg, Alemania, Junio 1998.

[Pérez-98c] M. A. Pérez, M. J. Verdú, F. Hernández, B. Rodríguez, B. Carro, M. A. Navazo, J. Redoli, R. Mompó, J. García y R. López, *Hacia una Formación Permanente constructivista del capital humano de las PYMES en Castilla y León*, Demostración, En Actas del IV Congreso Ibero-Americano de Informática en la Educación RIBIE 98, Ribie, Cyted, pág. 66, Brasilia, Brasil, Octubre 1998.

[Plomp-97] T. Plomp, A. ten Brummelhuis y W. J. Pelgrum, *Nuevos enfoques para la enseñanza, el aprendizaje y el empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación*, Perspectivas, vol. 27, no. 3, pp. 461-478, Septiembre 1997.

[Poelchau-97] H.-W. Poelchau, *Nuevas Tecnologías de la Información: La Cooperación Internacional vista desde Alemania*, Perspectivas, vol. 27, no. 3, pp. 421-431, Septiembre 1997.

[Power-97] C. N. Power, *Aprender: ¿medio o fin? Una ojeada al informe Delors y a sus consecuencias para la Reforma Educativa*, Perspectivas, vol. 27, no. 2, pp. 203-215, Junio 1997.

[Prycker-95] M. de Prycker, *Asynchronous Transfer Mode: Solution for Broadband ISDN*, tercera edición, Ellis Horwood, New York [etc.], 1995.

[RFC-1055] J. Romkey, *A Nonstandard for Transmission of IP Datagrams over Serial Lines: SLIP*, Request For Comments 1055, Network Working Group, Junio 1998.

[RFC-1144] V. Jacobson, *Compressing TCP/IP Headers for Low-Speed Serial Links*, Request For Comments 1144, Network Working Group, Febrero 1990.

[RFC-1661] W. Simpson (editor), *The Point-to-Point Protocol (PPP)*, Request For Comments 1661, Network Working Group, Julio 1994.

[RFC-1662] W. Simpson (editor), *PPP in HDLC-like Framing*, Request For Comments 1662, Network Working Group, Julio 1994.

[RFC-1889] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick y V. Jacobson, *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*, Request For Comments 1889, Network Working Group, Enero 1996.

[RFC-2045-2049] N. Freed y N. Borenstein, *Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME)*, Request For Comments 2045-2049, Network Working Group, Noviembre 1996.

[Robinson-91] M. Robinson, *Computer Supported Cooperative Work: Cases and Concepts*, Proceedings of Groupware'91, Utrecht, The Netherlands, 1991. También impreso en [Baecker-93, pp. 29-49].

[Rodden-92] T. Rodden, *A survey of cscw systems*, Interacting with Computers, 1992.

[Rodríguez-98a] B. Rodríguez, M. J. Verdú, M. A. Pérez, M. A. Navazo, R. López, R. Mompó y J. García, *Internet for School: educational Web for Children Living in Rural Areas in Castillia y Leon Spanish Region*, International Journal on Information Theories & Applications, vol. 5, no. 3, pp.84-88, FOI-COMMERCE, Sofia, Bulgaria, 1998.

[Rodríguez-98b] B. Rodríguez, J. Moral, M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, R. Mompó, R. López y J. García, *Nuevas Tecnologías en la formación para los ciudadanos de la sociedad de la información*, En Libro de Actas del II Congreso Nacional de Ingeniería de Telecomunicación, pp. 349-354, Palacio de Exposiciones y Congresos de Madrid, Madrid, Junio 1998.

[Rodríguez-98c] B. Rodríguez, M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, R. López, R. Mompó y J. García, *Experiencias de Tele-educación en la Región Española de Castilla y León*, En Resúmenes de las ponencias de la III Feria de Informática y Tecnología Educativa, pp. 1-3, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela, Abril 1998.

[Rodríguez-98d] B. Rodríguez, M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, R. López, R. Mompó y J. García, *Distance Learning for Small and Medium Sized Enterprises on a CD-ROM*, International Journal on Information

Theories & Applications, vol. 5, no. 3, pp.89-95, FOI-COMMERCE, Sofia, Bulgaria, 1998.

[Rodríguez-98e] B. Rodríguez, M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, R. López, R. Mompó y J. García, *Aula Virtual: Una Herramienta Telemática para la Formación Continua de Trabajadores de Pequeñas y Medianas Empresas*, En el CD-ROM de COMDEX/INFOCOM Argentina '98, Anales del congreso, Sección "Educación", Buenos Aires, Argentina, Mayo 1998.

[Rodríguez-98f] B. Rodríguez, M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, R. Mompó, R. López y J. García, *Virtual Class: a Long-Life Learning Telematics Tool for SMEs*, Technologies for the Information Society: Developments and Opportunities, Part IV, pp. 691-697, J-Y Roger, B. Stanford-Smith y P. T. Kidd (editores), IOS Press, Holanda, 1998.

[Rodríguez-98g] B. Rodríguez, M. A. Pérez, M. J. Verdú y J. García, *Las Nuevas Tecnologías: una Vía para llegar a la Universalidad del Acceso Educativo*, En Actas del I Congreso Internacional "Educación y Diversidad ante el Tercer Milenio", pp. 36-37, Murcia, Febrero de 1998.

[Rodríguez-98h] B. Rodríguez, M. A. Pérez, M. J. Verdú, M. A. Navazo, R. López, R. Mompó y J. García, *Virtual Class: Distance Learning for Small and Medium Sized Enterprises in the Spanish Region of Castilla y León*, Proceedings of the WebNet 98, World Conference on the WWW, Internet, & Intranet, Orlando, Florida, USA, Noviembre 1998.

[Sáinz-97] C. E. Sáinz de la Maza y M. L. Pérez, *Legislación sobre Educación de Adultos (1857-1996)*, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 1997.

[Salinas-96] J. M. Salinas, *Telemática y educación: expectativas y desafíos*, Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de las Islas Baleares, 1996. <http://www.doe.d5.ub.es/te/any96/salinas_chile/> (22 de Abril 1997).

[Sampietro-97] A. Sampietro, *Llegan los módems de cable, el acceso a Internet de alta velocidad*, La Revista de la Telemática y la Información, Octubre 1997.

[Sancho-94] J. M. Sancho Gil, *Hacia una tecnología crítica,* Cuadernos de Pedagogía, no. 230, pp. 8-12, Noviembre 1994.

[Schank-93] R. C. Schank, *Learning via Multimedia computers*, Communications of the ACM, vol. 36, no. 5, pp. 54-56, Mayo 1993.

[Schank-94] R. C. Schank, *Active learning through Multimedia*, IEEE Multimedia, vol.1, no. 1, pp. 69-78, Primavera 1994.

[Schank-96] R. C. Schank y A. Kass, *A Goal-Based Scenario for High School Students*, Communications of the ACM, vol. 39, no. 4, pp. 28-29, Abril 1996.

[Schodorf-96] J. B. Schodorf, M. A. Yoder, J. H. McClellan y R. W. Schafer, *Using Multimedia to Teach the Theory of Digital Multimedia Signals*, IEEE Transactions on Education, vol. 39, no. 3, pp. 336-341, Agosto 1996.

[Sears-96] A. L. Sears y S. E. Watkins, *A Multimedia Manual on the World Wide Web for Telecommunications Equipment*, IEEE Transactions on Education, vol. 39, no. 3, pp. 342-348, Agosto 1996.

[Siguan-92] M. Siguan Soler (coordinador), *La Escuela y la Migración en la Europa de los 90*. XV Seminario sobre 'Educación y lenguas' (Sitges, Barcelona, 1990). Colección Seminarios no. 23, primera edición, Universidad de Barcelona, Instituto de Ciencias de la Educación, Barcelona, 1992.

[Smith-95] K. A. Smith, *Cooperative learning: Effective teamwork for engineering classrooms*, IEEE Education Society Newsletter, pp. 1-6, Abril 1995.

[Softkey-96] Softkey Multimedia, **CD-ROM** *Super Genios ¡NumEruditos!*, The Learning Company, Softkey Multimedia, 1995-1996.

[Sosa-89] M. Sosa y otros, *Educación ambiental. Sujeto, entorno, sistema*, Amarœ, Salamanca, 1989.

BIBLIOTECA VIRTUAL

[Stallings-88] W. Stallings, *Integrated Services Digital Networks (ISDN)*, IEEE Computer Society, 1988.

[Stevens-94] W. R. Stevens, *TCP/IP Illustrated, Volume 1*, Addison-Wesley, Professional Computing Series, USA, 1994.

[Sullivan-96-98a] T. Sullivan, *How Much Is Too Much?*, All Things Web, 1996-1998. <http://www.pantos.org/atw/35654.html> (29 de Mayo 1998).

[Sullivan-96-98b] T. Sullivan, *SOWS II - the Lurid Details*, All Things Web, 1996-1998. <http://www.pantos.org/atw/35654-a.html> (29 de Mayo 1998).

[Syllabus-93] Syllabus European Edition, *Teaching With Multimedia*, Syllabus, Europe's Education Magazine, no. 2, pp. 2-5, Otoño 1993.

[Tanenbaum-96] A. S. Tanenbaum, *Computer Networks*, tercera edición, Prentice-Hall, USA, 1996.

[Tapia-94] J. Alonso Tapia, *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar*, Santillana, Madrid, 1994.

[Techno-Z-98] Techno-Z FH Forschung & Entwicklung, *The Netd@ys 1997 Experience,* Pre-Evaluation Report presented to the European Commission, Febrero 1998.

[Teledesic-98] Teledesic, *The Teledesic Network*, Teledesic LLC, 1998, <http://www.teledesic.com> (21 de Octubre 1998).

[Tiffin-97] J. Tiffin y L. Rajasingham, *En busca de la clase virtual. La educación en la sociedad de la información*, Paidós, Barcelona, 1997.

[Tou-94] I. Tou, S. Berson y G. Estrin, *Prototyping synchronous group applications*, IEEE Computer, vol. 27, no. 5, pp. 48-56, Mayo 1994, (número especial de IEEE Computer sobre CSCW).

[Transmete-97] Transmete, **CD-ROM** *TRANSMETE Training (Seminars for Training SMEs in the Use of Telematics)*, Proyecto Transmete; EUROCOM Expertise S. A., Kemi Tornio Polytechnic, CENTEK y CARSA; apoyado por la DGXIII-C de la Comisión Europea bajo el programa de Aplicaciones telemáticas para Educación y Formación, Junio 1997.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[UexkŸll-61] T. von UexkŸll, *El hombre y la naturaleza. Fundamentos de una filosof'a de la naturaleza*, pág. 234, Zeus, Barcelona, 1961 (v.o. 1933).

[Vaca-94] J. M. Vaca, *Contexto Sociodemográfico y Cultural de Castilla y León: Hacia una Educación Integral de las Personas Adultas*, En Actas del Congreso 'La Educación de Personas Adultas en Castilla y León', Tomo 1, pp. 81-98, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, Valladolid, Octubre 1994.

[Valente-97] J. A. Valente, *La función de los ordenadores en la Educación: Destreza y Comprensión*, Perspectivas, vol. 27, no. 3, pp. 433-445, Septiembre 1997.

[Verdú-97a] M. J. Verdú, O. M. González, E. García, Y. A. Dimitriadis, L. Barrio, M. T. Blasco y J. López, *Groupware for Learning: Design and implementation of a distributed pen-based system*, En Proceedings of the 7th Mini EURO Conference on Decision Support Systems, Groupware, Multimedia and Electronic Commerce, pág. 110, Bruges, Bélgica, Marzo 1997.

[Verdú-97b] M. J. Verdú, M. A. Pérez, B. Rodríguez, M. A. Navazo, R. Mompó, R. López y J. García, *Internet en las Escuelas de Castilla y León*, En Actas del I Congreso Internacional de Formación y Medios 1997, Segovia, Julio 1997.

[Verdú-97c] M. J. Verdú, M. A. Pérez, B. Rodríguez, M. A. Navazo y R. Mompó, *Internet en las Escuelas: un acercamiento a la igualdad entre comunidades urbanas y rurales*, En Nuevas Tecnologías, Nuevas Sociedades. Extractos de la Sociedad del Futuro. A. Alaminos, E. Bas y M.A. Mateo (editores), Alicante, Octubre 1997, pp.149-150, I Encuentro de Jóvenes Investigadores: Nuevas Tecnologías, Nuevas Sociedades, Alicante, Octubre 1997.

[Verdú-97d] M. J. Verdú, M. A. Pérez y R. Mompó, *Una Intranet Educativa*, En Comunicaciones de las Jornadas de Ingeniería Telemática JITEL 97, pp. 429-435, Bilbao, Septiembre 1997.

[Verdú-98a] M. J. Verdú, M. A. Pérez, B. Rodríguez, M. A. Navazo, R. Mompó, R. López y J. García, *Internet: nuevo espacio de formación, nueva Escuela*, En el CD-ROM de COMDEX/INFOCOM Argentina '98, Anales del congreso, Sección "Educación", Buenos Aires, Argentina, Mayo 1998.

[Verdú-98b] M. J. Verdú, M. A. Pérez, I. de Miguel, B. Rodríguez, M. A. Navazo, R. Mompó, R. López y J. García, *Internet for Schools: a New Way of Learning and Working*, En Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 98, Vol. 2, pp. 1859-1860, 10th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia and World Conference on Educational Telecommunications, ED-MEDIA & ED-TELECOM 98, Freiburg, Alemania, Junio 1998.

[Verdú-98c] M. J. Verdú, M. A. Pérez, I. de Miguel, B. Rodríguez, M. A. Navazo, R. Mompó, J. García y R. López, *Internet for Schools*, En [Davies-98b, pág. 131].

[Verdú-98d] M. J. Verdú, M. A. Pérez, I. de Miguel, F. Hernández, B. Rodríguez, M. A. Navazo, R. Mompó, R. López y J. García, *Internet para la enseñanza obligatoria: Una nueva forma de aprender y trabajar*, Demostración, En Actas del IV Congreso Ibero-Americano de Informática en la Educación RIBIE 98, Ribie, Cyted, pág. 83, Brasilia, Brasil, Octubre 1998.

[Vial-79] J. Vial, *La escuela rumbo al 2001*, NARCEA, Madrid, 1979.

[Vidal-98] P. Vidal Ramos, *Diseño de la interactividad de un curso multimedia para la enseñanza de las matemáticas*, Proyecto Fin de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid, Valladolid, Mayo 1998.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES