

# UNA INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS MULTIMEDIA

**José Antonio Gallud Lázaro**  
**Pascual González López**  
**Jesús García-Consuegra**

*José Antonio Gallud Lázaro, Pascual González López y Jesús García-Consuegra son Profesores del Departamento de Informática en la Escuela Universitaria Politécnica de Albacete de la Universidad de Castilla-La Mancha.*

## RESUMEN

Un conjunto de acontecimientos ocurridos a finales de 1995 dentro del mundo de las telecomunicaciones han despertado la incertidumbre entre las empresas del sector. Paralelamente, los recientes avances en el campo de las tecnologías de la información han contribuido a aumentar los servicios que los computadores venían ofreciendo a los usuarios, en particular mediante la amplia difusión de las redes de comunicación, en especial Internet. La unión de estos mundos, es decir, la unión de los servicios de telefonía, televisión e informática está dando lugar a conceptos como *autopistas de la información* y *sistemas multimedia*, entre otros, que anuncian una revolución en el campo de las nuevas tecnologías.

## 1. ¿QUÉ SE ENTIENDE POR MULTIMEDIA?

Los avances que experimentan las tecnologías de la información, esto es, la informática y las redes de comunicaciones, han provocado un aumento notable del interés por diseñar aplicaciones con posibilidades multimedia. Hoy en día no es presentable un sistema basado en computador que no ofrezca herramientas multimedia bien como una realidad, o bien como posibilidad de futuro.

Desgraciadamente, los términos y las actividades que rodean al mundo Multimedia están llenos de confusión. Estamos ante uno de los impactos comerciales informáticos de mayor acierto de los últimos tiempos. Es difícil encontrar en la historia de los computadores un entusiasmo de estas dimensiones ante un producto informático. Ni siquiera la aparición del popular PC levantó tan vacías expectativas como las que suscitan los llamados sistemas multimedia. La imagina-

ción apenas puede abarcar el inmenso campo de posibilidades que se abren con los nuevos sistemas de informáticos. Pero la realidad es otra bien distinta.

Por ejemplo, multimedia se suele asociar con las *superautopistas* de la información, con la televisión interactiva o con los así llamados dispositivos hipertexto o también hipermedia. En la prensa cada vez es más frecuente la aparición de anuncios de instaladores o representantes de estos productos, al tiempo que el hipertexto se instaura en la mayoría de los programas informáticos (véase el World Wide Web). Incluso la presentación de las noticias del día en la cadena norteamericana CNN incorpora una serie de tópicos con menús seleccionables al modo que se puede encontrar en las interfaces típicas de las aplicaciones hipermedia.

Muchos ven el mundo multimedia como el esfuerzo por reunir texto, imágenes y sonido en los computadores para permitir a los usuarios el manejo más sofisticado de una información más completa. Otros lo ven como la necesaria alianza entre los computadores, la televisión y los servicios telefónicos. Y aun hay otros que creen que se trata de una nueva generación de computadores caracterizada por la incorporación del vídeo, y que está necesitada de nuevas aplicaciones y nuevas arquitecturas. En definitiva, todas estas visiones se podrían reunir en una sola que presentase en su verdadera dimensión lo que es y lo que puede llegar a ser este fenómeno que vamos a tratar de estudiar.

Progresivamente y a medida que se reduzcan los costes y se aumente la potencia de los productos gracias a la presión de la competencia, la multimedia llegará a tener una influencia en nuestra vida mucho más grande que la que representa el PC en la actualidad. El mundo multimedia ha evolucionado y se está expandiendo sobre un terreno en el que necesitamos una metodología rigurosa, conceptos claros, delimitar competencias, establecer objetivos, etc. Precisamente por la ausencia de todo ello, se puede comprender la situación de inseguridad de muchas empresas que desconocen la línea a seguir para no quedarse en una posición de desventaja.

Con ese objetivo se están desarrollando diferentes e importantes tecnologías que intentan resolver los problemas asociados con las aplicaciones multimedia y los servicios de la TV interactiva en el hogar. Estas tecnologías incluyen servidores de video, cajas set-top, multimedia groupware, manejo de recursos de redes e hipermedia. De todos ellos hablaremos brevemente a lo largo de este tema.

Compañías como Scientific-Atlanta Inc, que proporcionan sistemas de comunicación de banda ancha, TV por cable, redes de comunicación e instrumentación para las telecomunicaciones, están respondiendo a la era del video digital con sistemas de compresión de video en tiempo real (real-time video-compression systems) basados en el estándar MPEG (Moving Pictures Expert Group). Estos sistemas capaci-

tarán la transmisión de diferentes señales de video mediante una señal transportadora de satélite.

Los terminales caseros ó cajas digitales set-top (también llamadas terminales de comunicaciones caseras ó simplemente STB) incorporan muchas de las facilidades de los computadores, con lo que se añaden nuevas características y se ofrecen nuevos servicios. Por ejemplo incluyen guías de programas interactivos sobre la pantalla, la posibilidad de solicitar una película, y los canales de información personalizados. Estos terminales caseros de comunicación se caracterizarán pronto por ser gráficamente robustos y totalmente interactivos y dispondrán de video basado en el estándar MPEG, todo ello controlado y gestionado por un sistema operativo de una arquitectura abierta ejecutándose sobre una caja set-top como la desarrollada por la empresa Power TV.

Así pues, a lo largo de este artículo vamos a estudiar los aspectos más importantes que la actualidad del multimedia contiene y que hemos dividido en dos partes: la primera tratará cuestiones generales sobre el mundo cambiante de las telecomunicaciones (primera sección), en la segunda abordaremos aspectos técnicos sobre los sistemas multimedia que explicarán la tecnología, los sistemas y las aplicaciones (el resto de secciones). Estas grandes líneas nos pueden ayudar a conocer la manera en que la multimedia irá apareciendo en nuestro día a día. En especial, nos gustaría conseguir que el lector se interese por este campo de manera que elimine la indiferencia con la que habitualmente comentamos las noticias relacionadas con las tecnologías de la información.

Vamos a comenzar con una panorámica sobre el estado actual de las telecomunicaciones y de las empresas del sector. Esto nos permitirá comprender mejor la incertidumbre de tantos directivos de empresas del sector ante el cariz que se perfila según los acontecimientos. El apartado sobre los aspectos técnicos nos permitirá analizar por encima los estudios sobre la TV interactiva. Como la multimedia consume gran cantidad de recursos, en especial memoria, veremos en qué consisten los Servidores de Almacenamiento Multimedia. Un paseo, en el siguiente apartado, por el mundo de las autopistas de la información se hace también necesario.

## 2. EL COMIENZO DE LA REVOLUCIÓN

Muchas personas no lo admitirían pero el hecho es que estamos asistiendo a una auténtica revolución de las tecnologías de la información que se ha extendido como una epidemia en nuestra sociedad y ha provocado grandes movimientos de capital en empresas de sectores tan diversos como las telecomunicaciones, informática, cine, televisión,

telefonía, productoras de vídeo, empresas de entretenimiento, parques temáticos, etc.

El momento es realmente especial y para caer en la cuenta de la situación actual que estamos viviendo, basta con repasar algunas de las últimas noticias –locales e internacionales– sobre el posicionamiento de los grandes grupos de los sectores mencionados anteriormente, como reacción ante la vertiginosa evolución de los sistemas multimedia.

Por empezar con lo más próximo, es decir, con lo que se refiere a nuestra ciudad, podríamos recordar el conflicto entre la Administración Central y la Corporación Local sobre la reglamentación de las televisiones –locales– por cable. Solamente a los incautos se les escapa la importancia que la nueva Ley, que en el momento de redactar este artículo se encuentra pendiente de aprobación en la Cámara Alta, representa en el futuro de los nuevos sistemas multimedia hacia los que se dirige la sociedad. Sin entrar a discutir los distintos posicionamientos políticos que rodean al planteamiento de cualquier reglamentación, podríamos preguntarnos el porqué de esa lucha de intereses entre las distintas administraciones, es decir, se puede contemplar ese acontecimiento como una manifestación más del nerviosismo que produce el temor a quedarse rezagado en el nuevo mundo de las telecomunicaciones. De modo anecdótico cabe destacar en esa nueva ley la disposición por la que se obligaría a todos los operadores de cable –nacionales, regionales o locales– a reservar un canal para la empresa Telefónica. Esto no tendría más trascendencia si no fuera por la existencia del acuerdo entre dicha empresa y Canal +. El revuelo que esta noticia provocó entre los empresarios del sector es otro de los síntomas de ese nerviosismo generalizado que hemos ido comentando. Existe un natural miedo a quedar en una posición de desventaja, al margen de las consideraciones sobre el problema que conlleva un intento de monopolizar las telecomunicaciones. Esto solamente es una muestra a nivel local-nacional de una serie de acontecimientos que también están alcanzando importantes cotas a nivel internacional.

Grandes grupos –principalmente norteamericanos– de la información, del espectáculo, de las telecomunicaciones y de la informática han protagonizado en estos últimos meses de 1995 una carrera de compras, fusiones y acuerdos de una magnitud sin precedentes. La mayoría de estos grupos pretende prepararse para la nueva era multimedia que se avecina.

Primero fue el acuerdo de fusión entre Walt Disney Co. con la cadena de televisión de mayor audiencia, ABC/Capital Cities. Poco después, Westinghouse anunciaba la compra de CBS, que ocupa el tercer lugar en el ranking de audiencia. Más recientemente, Time Warner y Turner Broadcasting System (propietaria de la CNN) decidieron intercambiar acciones para formar un único grupo, el de mayor ingresos de

los existentes. Otros ejemplos de esta fiebre fusionista lo tenemos en el pacto entre News Corporation, de Robert Murdoch, con MCI que es la segunda compañía norteamericana de telefonía internacional. Incluso Microsoft, de Bill Gates, estableció una alianza con Dream Works, el nuevo estudio cinematográfico de Steven Spielberg. Microsoft, como ya es sabido, ha formado su propia empresa de servicios on line Microsoft Network. Además esta empresa estableció un acuerdo con la segunda cadena de mayor audiencia, NBC, de unos 4.000 millones de dólares.

La estrategia que están siguiendo la mayoría de grupos es cubrir todo el ciclo productivo, desde la gestación de la idea, la producción de una película o un programa de televisión, la distribución en salas o en cadenas televisivas, la edición de libros con la novela o de revistas con artículos sobre esos temas, la edición de la banda sonora, la venta de artículos relacionados con los personajes, hasta alcanzar su explotación en los diferentes parques temáticos. No acaba de estar claro el éxito de esas fusiones en una época que se caracterizaba por la diversificación pero también por la subcontratación.

Todo ello apunta a una nueva configuración del mundo de las comunicaciones a la que se añade el potencial de las nuevas tecnologías de la información, de los nuevos sistemas multimedia, en definitiva, de lo que se ha dado en llamar autopistas de la información. Ese nuevo orden vendrá definido por el establecimiento de una única red de distribución común para los servicios tradicionales de televisión, teléfono e informática. Muchas personas ven en la red Internet, en especial el servicio WWW, un embrión de lo que deberán ser las autopistas de la información de la sociedad del futuro.

La industria multimedia, desde el punto de vista de la explotación de los nuevos sistemas, se organizará en una serie de etapas desde la obtención hasta la venta del nuevo producto:

- Elaboración del contenido: la «materia prima» para distribuir, elaborada por los estudios de televisión y de cine (como Disney, Warner o Paramount), o por órganos informativos (agencias de noticias, de ámbito internacional o especializado), etc.
- Oferta de servicios: selección de contenidos entre la oferta disponible, y su confección para el usuario. Es lo que ya hacen empresas de servicios *on line* como America On Line, CompuServe y Prodigy, o grupos como Time Warner.
- Redes de transmisión: se trata del elemento físico, del que luego nos ocuparemos en detalle, propiedad de las grandes compañías telefónicas y de las empresas de televisión por cable.

Estas etapas pueden servir de referencia para observar los movimientos de las distintas empresas del sector, que tratarán de orientar su

trabajo en alguno de los servicios descritos evitando así quedarse desmarcados en esta vertiginosa evolución de las nuevas tecnologías.

Todo los acontecimientos mencionados aportan una información muy valiosa desde muchos puntos de vista; permiten comprender mejor el papel que se pretende para las nuevas tecnologías en el marco de los servicios de información, y sirven de punto de partida esencial para empezar a discutir los aspectos técnicos de los nuevos sistemas multimedia. Finalizada la exposición sobre las diferentes estrategias empresariales del sector, podemos pasar a estudiar los principales elementos de un sistema multimedia tal y como lo conciben los expertos en la materia.

### 3. LOS SISTEMAS DE TV INTERACTIVA.

Las comunicaciones, la computación y otros avances tecnológicos son los culpables de que millares de personas puedan disfrutar desde sus propios hogares de los servicios y aplicaciones que ofrecen grandes sistemas multimedia distribuidos.

Los servicios que deben incluirse son, entre otros, los siguientes:

- TV ya sea normal, por suscripción o de pago.
- Servicio de navegación.
- Entretenimiento interactivo.
- Sonido digital.
- Video a la carta.
- Servicio de compras del hogar.
- Transacciones bancarias.
- Juegos interactivos individuales o multiusuario.
- Librerías digitales multimedia.
- Versiones electrónicas de periódicos, revistas, teleprogramas y páginas amarillas.

Como se puede observar es necesario rediseñar los tradicionales sistemas de televisión para que sean capaces de soportar toda esa clase de servicios. Las empresas de TV por cable y la compañía de teléfonos (en un futuro podremos hablar de compañías), como suministradores de infraestructura y del material, se han dado cuenta de que potenciar las tecnologías de las redes de comunicación, junto con la mejora de las técnicas de comprensión y de computación, permitirán pronto la emisión de los servicios interactivos.

Recientemente, las compañías de entretenimiento, de TV por cable, de telefonía y las compañías de computadoras se han aliado para diseñar una amplia variedad de infraestructuras multimedia. Consecuentemente, las universidades y los laboratorios de investigación industriales han estado trabajando intensamente para definir una arquitectura

adecuada, de hecho, numerosos grupos han desarrollado estándares aplicables.

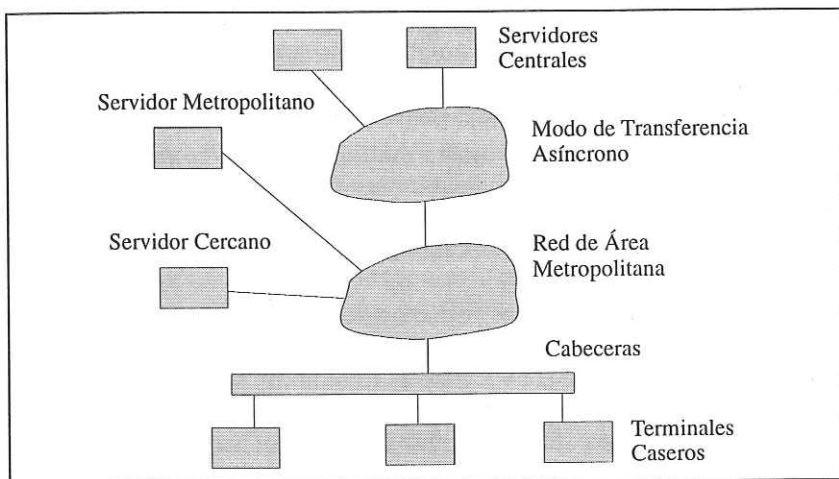
La arquitectura de un sistema multimedia distribuido que pueda soportar aplicaciones de TV interactiva y de TV a la carta, exige una estructura jerárquica de los servidores multimedia y los conmutadores de red. En este sistema, los datos deben ser comprimidos, almacenados, recuperados, transmitidos a través de la red a su destino, una vez allí deben ser descomprimidos y sincronizados para que sean manipulados en el lugar de recepción.

Vamos a describir algunos aspectos de la arquitectura general, actualmente en estudio, en términos de su posible utilización para los sistemas de TV interactiva (ITV). Este es uno de los principales aspectos de los sistemas ITV, aunque no el único (habría que hablar de la topología, los STB, los servidores, etc). Por problemas de espacio no discutiremos aquí otras cuestiones de interés sobre los sistemas de TV interactiva.

En la arquitectura de un sistema ITV podemos distinguir tres importantes componentes: los servidores de la información, la red y los terminales caseros (set-top boxes). Los servidores de información se conectan a los terminales caseros según los requerimientos de la suscripción mediante una red de comunicaciones que consta de unos conmutadores y un medio de transmisión. El medio de transmisión puede ser cable coaxial o canales de fibra óptica. La tecnología del cable hertziano (en la terminología militar) es también motivo de investigación.

Las compañías de TV por cable ya tienen una gran red de cable coaxial, habilitada para la transmisión de la tradicional señal de video. Aunque las compañías de teléfonos están cambiando la transmisión de larga distancia al incorporar fibra óptica, los cables de los teléfonos que permiten la conexión en cada casa siguen siendo de par trenzado, la fibra todavía es cara. La tecnología a emplear hoy en día, es una red de cable híbrido coaxial y de fibra óptica (HFC), de modo que cualquier conexión a un servidor cercano se realiza con fibra y las conexiones a cada casa utilizan cable coaxial.

En una arquitectura general para el desarrollo de los servicios multimedia interactivos, los servidores se conectan a las cabeceras (head ends, se trata de otros computadores a los que se conectan redes de usuarios) de los árboles de la red de cable CATV (Antena de Televisión Comunitaria) por medio de una red de área ampliada. Una cabecera realiza diferentes funciones según el contexto. En la TV por cable, una cabecera es el lugar donde se recibe la programación procedente de las compañías a través de las emisiones vía satélite, por cable o por la antena de TV. En las redes de telefonía, la cabecera debería ser una centralita; en los servicios en línea, serían los suministradores del servicio de bases de datos.



**FIGURA 1**

La arquitectura que se propone es la mostrada en la fig.1. En último término tenemos una serie de terminales caseros (usuario final) que se conectan mediante una red metropolitana o local a las cabeceras (computadores que hacen de pasarela de una serie de servicios).

En el sistema podemos tener suministradores –casas de entretenimiento, estaciones de TV, etc.– que ofrecen diferentes servicios, los suministradores de la red que transportan la información por medio de las redes integradas, y varios niveles de suministradores de almacenamiento que manejan la información con servidores multimedia.

Como podemos observar en la figura, se pueden distinguir tres niveles diferentes

- a) Nivel de redes de área metropolitana.
- b) Nivel de cabeceras.
- c) Nivel de los terminales caseros (computadores sofisticados).

Por ejemplo, en un sistema de video a la carta basado en el modo de transferencia asíncrono, podrá soportar hasta 100 redes de área metropolitana. Cada una de ellas podrá dar servicio a unas 800 cabeceras, cada una de las cuales podrá suministrar servicio a unas 1000 terminales caseras, llegando a un total de 80 millones de suscriptores.

#### **4. SERVIDORES DE ALMACENAMIENTO MULTIMEDIA**

Una de las consecuencias de los recientes avances en las comunicaciones y en la computación es posibilitar el acceso on-line a la infor-



mación, es decir, facilitar al usuario acceder a revistas, periódicos, libros, videos, etc., con un coste bajo en cuanto al precio y al tiempo de servicio.

La arquitectura clásica para lograr este tipo de servicios consiste en disponer una serie de servidores de almacenamiento multimedia a los que se conectan los clientes mediante una red de comunicaciones de alta velocidad. Los clientes deben poder obtener los objetos multimedia en tiempo real. Además el acceso es interactivo pues los clientes pueden parar, tomar una pausa, hacer un resumen de las últimas acciones y, en algunos casos, realizar operaciones de reenvío rápido y de vuelta atrás.

Algunos medios, tales como el video o el sonido, se consideran dispositivos continuos ya que consisten en un conjunto de elementos (cuanta) de secuencias de sonido o de imágenes, con significado solamente en función del tiempo. El diseño de los servicios que soporten dispositivos continuos (CM) difiere significativamente del utilizado en los dispositivos tradicionales preparados para contener datos de tipo numérico y alfabético. Podemos distinguir dos razones fundamentales de esta diferencia:

- El almacenamiento y la recuperación en tiempo real: los dispositivos de grabación CM, como las cámaras de video, generan un flujo continuo de secuencias que deben almacenarse en tiempo real. El playback CM se almacena a la inversa: las secuencias del medio deben ser presentadas utilizando la misma secuencia de tiempo con la que fueron almacenadas. Cualquier desviación respecto de la secuencia de tiempo puede provocar las alteraciones en el video, los ruidos en el sonido, o hacerlos completamente ininteligibles. Además, los componentes de los medios pueden ser combinados de modo que requieran sincronización. Por ejemplo una presentación mediante transparencias puede requerir sincronización de sonido e imágenes.
- Una elevada capacidad de transmisión de datos y un espacio de direcciones grande: Los medios de video y sonido digital necesitan transferencias de datos de alta velocidad, por lo que el espacio de almacenamiento se llena con facilidad. Por lo que los servicios multimedia deben almacenar, recuperar y manipular los datos de modo eficiente, en grandes cantidades y a velocidades elevadas.

Consecuentemente, los componentes críticos en el diseño de servicios multimedia son básicamente dos:

1. Los servidores multimedia de almacenamiento que soporten almacenamiento de medios continuos (CM).

2. Subsistemas de red que envíen sincronizadamente la información en tiempo real hasta los terminales de los clientes.

## 5. MANEJO DE LOS RECURSOS DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA EN RED

Los sistemas multimedia de red (NMS's) son una nueva generación de sistemas que se basan en las Redes Digitales de los Servicios Integrados de Banda Ancha, en las estaciones de trabajo multimedia de altas prestaciones y en los ordenadores personales. Su primer objetivo es la adecuada integración de todos los componentes –aplicaciones, sistemas operativos y redes– de modo que se asegure la portabilidad a diferentes plataformas, se acomode a los distintos cambios de los recursos y se garantice el envío de la información adecuada en el momento oportuno.

Las aplicaciones multimedia distribuidas, como el correo multimedia, video-conferencia, la pantalla compartida, los almacenes virtuales, están imponiendo nuevos requerimientos a la transmisión de datos. En particular podemos enumerar los siguientes:

- Datos de alto rendimiento. El comportamiento de los flujos de datos de las secuencias de video y sonido requieren que sean de alto rendimiento. Incluso cuando se comprimen, los flujos de datos pueden alcanzar un rango desde 4 Mbits/segundo hasta 100 Mbits/segundo....
- Rangos elevados de transferencias. Las diferentes aplicaciones que coexisten en el mismo sistema imponen una serie de requerimientos en las transmisiones que van desde conseguir que sean libre de errores hasta las limitaciones de tiempo.
- Garantías de tiempo y espacio. Los usuarios juzgarán las nuevas aplicaciones con los estándares de alta calidad impuestos por los servicios de TV, radio y teléfono.

Estos tres requerimientos implican un manejo cuidadoso y multidimensional –tiempo, espacio y frecuencia– de los recursos para producir estándares de calidad y para prevenir problemas como el retraso de los paquetes o su pérdida. Los actuales sistemas operativos y los protocolos de comunicación imponen demasiadas restricciones a las transmisiones multimedia.

La transmisión de medios continuos es limitada por la arquitectura del sistema final, es decir, los datos son normalmente obtenidos mediante una fuente (cámara, micrófono, adaptador de video, etc.) y reenviados a un generador del medio (altavoz, pantalla, adaptador de red). Una primera propuesta para satisfacer los requerimientos es lograr que

los datos recorran el camino más corto a través del sistema, esto puede ser rápido pero se pierde control sobre los recursos.

Este es uno de los aspectos que deberán mejorarse en los futuros sistemas multimedia en red. Existen una serie de propuestas cuya explicación se escapa de los objetivos de este artículo.

## 6. CONCLUSIONES

En este artículo hemos querido acercarnos al mundo Multimedia ofreciendo los últimos temas de investigación, evitando el conjunto de frases vacías que suele ser habitual en los anuncios publicitarios relacionados con el tema. Multimedia actualmente no es más que un conjunto de ambiciosos propósitos en los que se integran mundos tan variados como la televisión, el video, el sonido digital y la hipermedia, entre otros.

No obstante, no es posible dudar del protagonismo que el mundo multimedia tendrá en el futuro, incluso podría llegar a suponer una auténtica revolución como la que se inició con la era del computador personal. De hecho, hemos podido comprobar síntomas de esa revolución en los movimientos de las grandes empresas de sectores de las telecomunicaciones, de la informática y del entretenimiento. Tales acontecimientos reflejan el interés de muchos empresarios por no perder la apuesta de futuro que se llama multimedia.

Hemos podido tomar el pulso a los recientes esfuerzos de investigación en la mejora de las tecnologías de estos nuevos sistemas. Se trata de sistemas ambiciosos aunque humildes por ser realistas, que tratan de mejorar y aunar los servicios actualmente dispersos de la televisión, las aplicaciones informáticas, el video, la radio, las bases documentales, etc. En definitiva se trata de reunir los servicios de televisión, teléfono y transmisión de datos informáticos en nuevo concepto conocido como *autopistas de la información*.

Tales investigadores y expertos no dudan en afirmar que estamos muy en los albores de los que serán verdaderos sistemas multimedia. Como en otros aspectos de la informática, el problema es semántico, lo difícil es dar con el sentido apropiado del término que se utiliza, en este caso del término multimedia. Así pues, después de todo lo dicho, podríamos preguntar al lector «¿qué significa multimedia?», con la certeza de haber contribuido mediante estos párrafos a que el interpelado pueda responder con precisión.

## REFERENCIAS

CONTRERAS, D. 1995: «¿Más grande el mejor?», Agencia *Acepremsa*, nº 34, (Servicio 128/95).

- FURHT, B., KALRA, D., KITSON, F. L., RODRÍGUEZ, A. A., WALL, W. E.: «Design Issues for Interactive Television Systems», *IEEE COMPUTER Magazine*, May 1995, Vol. 28, n° 5, pp. 25-39.
- GEMMELL, D. J. et al.: «Multimedia Storage Servers: A Tutorial», *IEEE COMPUTER Magazine*, May 1995, Vol.28, N° 5, pp. 40-49.
- GALLUD, J. A., GALDÓN, M.A., GONZÁLEZ, P. 1995: «Informática de Gestión», Albacete, Departamento de Informática.
- NAHRSTEDT, K., STEINMETZ, R.: «Resource Management in Networked Multimedia Systems», *IEEE COMPUTER Magazine*, May 1995, Vol 28, N° 5, pp. 52-63.
- RODRÍGUEZ, A. A., ROWE, L. A.: «Multimedia Systems and Applications», *IEEE Computer Magazine*, May 1995, Vol. 28, N° 5, pp. 20-22.