

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

DANIEL MARTÍN MAYORGA*

* D.G. Operaciones Telefónica Móviles, S.A. Pº de Recoletos, 7-9. 28004 Madrid

INTRODUCCIÓN

Quiero comenzar agradeciendo a la Real Academia de Ciencias y en especial a su presidente, don Ángel Martín Municio, que se haya acordado otra vez de mí para participar en esta serie de conferencias. Para los que vivimos el ambiente de la empresa y no el de la Universidad o el laboratorio es siempre una grata experiencia recuperar el contacto con estudiantes y, en general, con las personas interesadas en el conocimiento: nos hace recordar que en el mundo hay algo más que analistas de inversiones.

A las empresas, incluso a las que, como la mía, pertenecen a un sector tecnológicamente avanzado, les cuesta sentirse concernidas cuando se oye la palabra ciencia; quizá porque entre la ciencia y la aplicación cada vez ponemos más cosas: antes era sólo la I + D (investigación y desarrollo); ahora es I + D + I, añadiendo la palabra innovación.

Quizá convenga fijar desde el principio esta terminología. Si con *invención* queremos denominar la creación de conocimiento científico, *innovación* sería la transformación del conocimiento científico en nuevos productos, procesos y servicios. Y en medio, entre la ciencia y la innovación, queda la tecnología. Es muy importante subrayar la relación de la innovación con el conocimiento y la satisfacción de las necesidades y deseos de los usuarios. La innovación es el final del largo camino que va del conocimiento a su aplicación concreta, y tiene mucho —todo— que ver con la productividad. La innovación es lo que causa, para un

determinado bien, un aumento de la producción que no puede ser explicado por los incrementos en capital o en mano de obra.

La innovación es la causa última de la explosión de las telecomunicaciones ocurrida en poco más de una década. Quien tenga no mucho más de 20 años ha conocido situaciones muy distintas a la actual

- había un único servicio de telecomunicaciones que mereciera ese nombre: el teléfono (excluyo los servicios de difusión, como TV o radio)
- que nos lo contrataba una única compañía operadora, Telefónica,
- con el que sólo se podía hablar,
- previa solicitud de conexión por cada llamada
- y que nos facturaba por el tiempo de uso
- de una red diseñada sólo para dar ese servicio.

Ahora,

- cualquier ciudadano está familiarizado con varios servicios de telecomunicaciones
- hay muchas operadoras con un sinfín de tarifas y ofertas
- con una amplia variedad de terminales que son mono o multiservicio
- pueden estar siempre conectados (*always on*)
- y tarificar por volumen de información descargada,
- que se ofrecen sobre redes que soportan a la vez varios tipos de servicios de telecomunicaciones,

“Pienso que el mercado mundial de ordenadores puede ser de cinco unidades”, decía Thomas Watson, a

la sazón presidente de IBM, en 1943. En 2001 había más de 150 millones de PC's sólo en Estados Unidos.

“640 Kbytes de memoria han de ser suficientes para cualquier usuario”, declaraba Bill Gates, presidente de Microsoft, en 1981. Hoy día, un ordenador portátil como el que he usado para escribir este texto puede tener 64 Megabytes sólo de memoria RAM; es decir, 100 veces más.

Las telecomunicaciones han cambiado el modelo de ocio en el hogar y de trabajo en las oficinas. Han caído drásticamente los precios de equipos, servicios y terminales. Se ha pasado de modelos propietarios a estándares abiertos, como el propio Internet. O de poder intercambiar un fax, máximo ejemplo de transmisión compleja en los 70, a descargar desde la Red en el ordenador personal películas de cine, o videojuegos, o colecciones musicales completas en formatos comprimidos.

El propósito de esta presentación es ofrecer un panorama suficiente de la situación actual de las tecnologías de la información y la comunicación. Es, sin duda, una pretensión ambiciosa, porque el muestrario es enorme, y habremos de encontrar la manera de resaltar lo fundamental aun a sabiendas de que se van a quedar muchas cosas en el tintero virtual. El curso pasado, ante la misma tesitura, elegimos como guión un esquema de cadena de valor que nos permitía transitar por todos los elementos, garantizando al menos la visión de conjunto. Así fuimos de los terminales a los servicios pasando por la red local, de acceso y de transporte, deteniéndonos en cada caso para subrayar lo más importante o novedoso.

En este nuevo ciclo de conferencias vamos a cambiar el paso y nos concentraremos en los quizá tres principales pilares sobre los que se está edificando esta sociedad de la información desde el punto de vista tecnológico. Nos referimos a la banda ancha, Internet y la movilidad. Son conceptos muy generales, cada uno comprende muy variados aspectos, pero juntos engloban la práctica totalidad de las tecnologías de la información y comunicación que están tirando del desarrollo económico y social de los países.

Pero la sociedad de la información es algo más que tecnología, y no podemos ni queremos orillar sus

aspectos económicos o sociales. Por eso dedicaremos el último capítulo a comentar precisamente esto, para tratar de precisar por qué estas tecnologías se han vuelto indispensables en nuestras vidas, y a qué nuevos comportamientos y costumbres nos están abocando.

BANDA ANCHA

Por qué es importante la banda ancha

En la *sociedad de la información*, que como toda sociedad tiene sus leyes y sus mitos, es especialmente famosa una ley que enunció Gordon Moore, cofundador y presidente de Intel Corporation: el número de transistores que los fabricantes pueden alojar en un *chip* se duplica cada 18 meses. Se ha cumplido desde los años 60 y parece que se seguirá cumpliendo hasta el año 2010.

Y como procesamiento y capacidad de memoria tienen una fuerte relación, también tenemos otro enunciado, la Ley de Gilder, que sostiene que el ancho de banda disponible se triplicará cada año durante los próximos 25 años. Es decir, la capacidad de transporte medida en ancho de banda aumenta su eficiencia todavía más deprisa que la potencia de procesamiento. Y esto está marcando, sin ninguna duda, tendencias significativas en los modelos de evolución de la Sociedad de la Información.

La demanda de ancho de banda ha estado fuertemente espoleada por la creciente utilización de Internet. Y los precios han caído mucho, tanto por la abundante oferta (en la época de la euforia bursátil muchas empresas, incluso de sectores ajenos a las telecomunicaciones, invirtieron en la creación de nuevas redes) como por la continua mejora tecnológica que redundaba en productividad.

Para hacernos una idea de las capacidades de transmisión requeridas por algunas aplicaciones, veamos unos ejemplos. Empleando tecnologías de banda ancha a una velocidad de transmisión de 10 Gbit/s se pueden transmitir en un solo segundo cada uno de los siguientes bloques de información:

- 260 disquetes de 3,5 pulgadas
- 7.500 imágenes gráficas

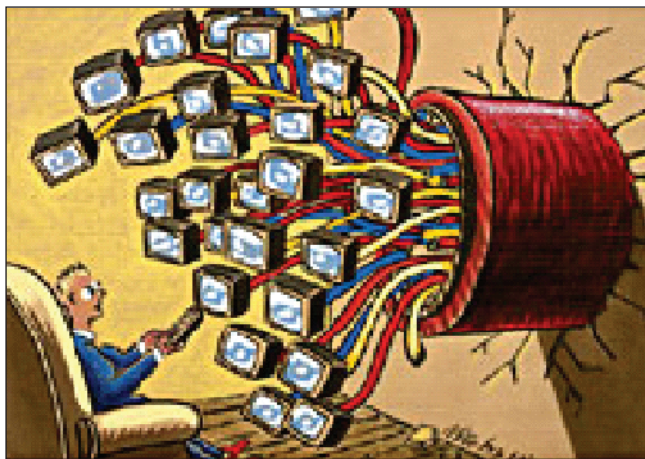


Figura 1. Banda ancha (Fuente: mckinsey.com, 2001).

- 150.000 páginas de texto
- 30 minutos de sonido digitalizado

A la velocidad de 1 Tbit/s, 1 billón —español— de bits por segundo, es posible transmitir 20 millones de conversaciones telefónicas simultáneas.

Pero las redes de comunicación existentes fueron dimensionadas considerando la utilización de las mismas por un abonado durante seis minutos cada hora. Por lo tanto, los operadores de telecomunicaciones llevan tiempo enfrentándose al importante reto de incrementar su capacidad. Es un problema técnico, desde luego, pero sobre todo económico y legal. Recientemente, en Estados Unidos se ha puesto en marcha toda una cruzada para extender su alcance a decenas de millones de hogares y comercios; lo que —se supone— será el mejor fundamento para recuperar la productividad y el crecimiento perdido relanzando la industria de las nuevas tecnologías. Según el líder de la mayoría demócrata del Congreso, Tom Daschle, se trataría de convertir la banda ancha en algo tan universal como el teléfono. El principal fabricante mundial de chips, Intel, ya se había adelantado el pasado año instando a la Federal Communications Comisión (FCC), organismo regulador norteamericano, a revisar la legislación vigente en servicios de Internet para favorecer la inversión en infraestructuras.

Las opciones pasan por la fibra óptica y el DWDM, que son siglas anglosajonas correspondientes a Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda. Vamos con ellas.

Fibra óptica

La fibra óptica, invento de los años 50 que empezó a comercializarse a partir de 1970, es, como es sabido, un hilo de vidrio —silicio— por el que circulan señales luminosas generadas por láseres o diodos LED. Por transportar luz y no electricidad, las señales son inmunes a las interferencias electromagnéticas, además de una larga serie de ventajas entre las que, desgraciadamente, no está el precio. Esta es la causa por la que su instalación masiva —por ejemplo, en el bucle de abonado— no ha llegado todavía.

Hay dos tipos de fibra, las denominadas multimodo y la monomodo. En la primera, un rayo puede viajar por distintos caminos dentro del cuerpo de la fibra, mientras que la monomodo sólo permite el uso del eje central, que es más estrecho, de unas 10 millonésimas de metro. La fibra monomodo, por utilizar láseres que permiten mayores velocidades, es más cara y más avanzada tecnológicamente.

Como portador, no parece que vaya a haber ni siquiera a largo plazo un sustitutivo de la fibra monomodo. Cambiará, como de hecho está pasando, la electrónica que se coloque en los extremos, pero no el concepto ni el producto. Es difícil que se pueda inventar algún medio de transmisión mejor.

La fibra óptica es la base de todo el entramado mundial que constituyen las redes de telecomunicaciones interconectadas. Pero es importante precisar que, aunque por la fibra circulen fotones, en el resto de la cadena los electrones siguen siendo protagonistas. Redes totalmente ópticas no existen, ni se sabe cuándo estarán disponibles. La razón es que las funciones más complejas siguen siendo electrónicas, no ópticas. Por ejemplo, no hay transistores ópticos, por lo que el procesamiento óptico apenas existe, ni hay verdaderas memorias ópticas (se hacen con líneas de retardo).

El principal inconveniente de la fibra óptica de cuarzo o silicio, ya lo hemos dicho, es el precio. Por eso está intensificándose la investigación en fibra de plástico, más barata.

A diferencia de la fibra de cuarzo, la fibra de plástico tiene un grosor mucho mayor, del orden de 1 mm, lo que abarata sensiblemente sus costes y facilita

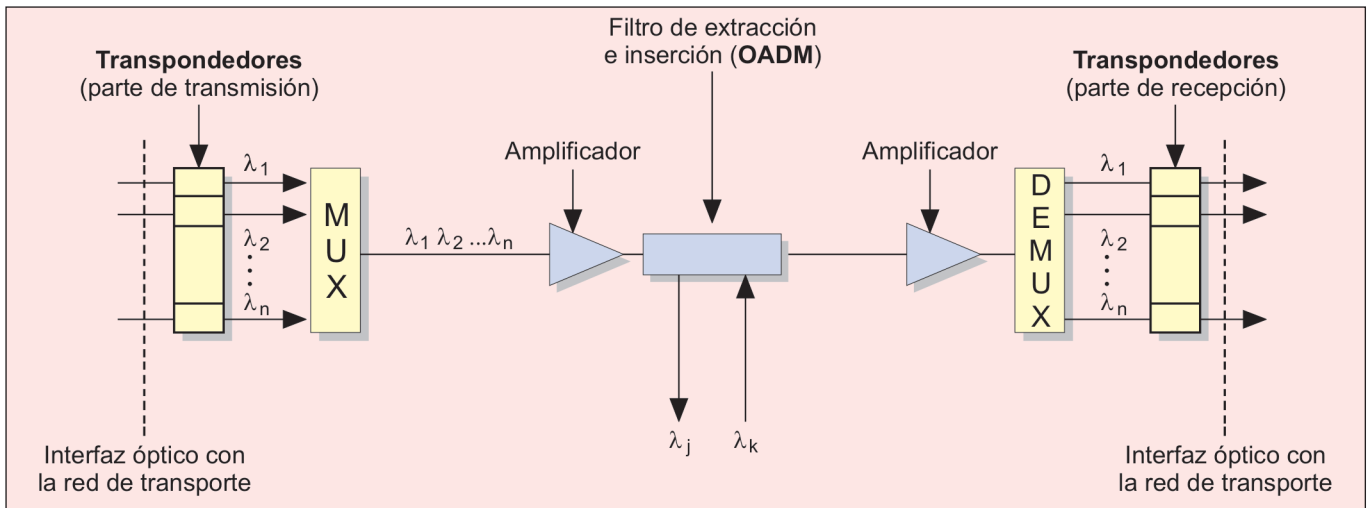


Figura 2. Enlaces DWDM actuales.

la instalación de todos los componentes asociados a esta tecnología (enlaces ópticos, conectores, etc.). Debido a su gran grosor, la fibra de plástico facilita la transmisión incluso en aquellos casos en los que los extremos de la fibra han sufrido ciertos daños o el centro del eje de la fibra está ligeramente desplazado.

La fuente que se emplea como emisor de la señal luminosa en este tipo de fibra suele ser un diodo láser LED de 650 nm (luz roja). Al estar ubicada en la parte visible del espectro, los trabajos de instalación resultan más fáciles de realizar y ofrecen mayores condiciones de seguridad.

Así como la fibra óptica monomodo de vidrio seguirá utilizándose ampliamente en el ámbito de infraestructuras y largas distancias, la fibra de plástico está llamada a ocupar su lugar en el entorno de oficinas y clientes residenciales dentro de espacios reducidos, especialmente en:

- redes domésticas o de oficina
- interfaces de equipos electrónicos
- redes en trenes, aviones y coches, para ofrecer servicios multimedia a los pasajeros, tales como acceso a Internet, vídeos, juegos, etc.

DWDM

DWDM (Dense Wave Division Multiplexing), tecnología que aprovecha al máximo la capacidad de transferencia de información que tiene la fibra óptica.

Se basa en un principio sustancialmente similar a la multiplexación de frecuencias: a través de una única fibra óptica se transmiten muchos flujos de información digital en paralelo, cada uno de los cuales viaja como un “color” (longitud de onda) distinto en la fibra óptica. Son generados por diferentes emisores de luz dentro de la misma fibra, y por lo tanto constituyen canales independientes. El manejo (extracción, inserción, reasignación) de estos colores o portadoras, así como la posibilidad de aumentar su número son determinantes en la evolución de esta tecnología.

Actualmente el número máximo de canales en los sistemas DWDM más avanzados es de 160 y los expertos prevén que esta cifra podría alcanzar varios cientos en un futuro próximo gracias a los sistemas ultra DWDM (U-DWDM).

En cuanto a la capacidad de transferencia de cada longitud de onda o color, está actualmente en 10.000 millones de bits por segundo (10 Gigabit/s), pero no se tardará en alcanzar valores cercanos a 40 Gigabit / s.

Además de los obligados elementos de emisión (diodos LED), soporte (fibra) y recepción (fotodetector), los sistemas DWDM cuentan con un cuarto elemento de importancia capital: el amplificador EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier), de naturaleza completamente óptica.

El funcionamiento del EDFA está basado en la inyección de la luz de un láser, de una longitud de onda

específica, sobre un tramo de fibra óptica dopada con iones de erbio, induciendo a los iones excitados a emitir energía estimulada y provocando de esta forma la amplificación de la señal original. Esta técnica permite la amplificación de toda la ventana óptica y, por lo tanto, simultáneamente de todos los canales incluidos en dicha ventana.

Los sistemas DWDM cuentan también con el apoyo de otros dos componentes que facilitan la gestión y manejo de dichos sistemas. Son los sistemas de conmutación y enrutamiento ópticos (Optical Cross Connect, OXC) y los módulos ADOM (Add & Drop Optical Module), que facilitan la inserción y extracción de canales de la fibra óptica sin necesidad de un complejo escalado.

Por supuesto, las señales transportadas por cada uno de los colores pueden tener diferentes tasas de transferencia así como contar con distintos formatos (SONET, ATM, etc.). Por ejemplo, se puede transmitir correo electrónico, vídeo o multimedia, transportándolos como datos IP sobre ATM¹, mientras la voz es transportada sobre redes de tecnología SONET/SDH². Esta capacidad unificadora permite al proveedor de servicios responder a las demandas de los clientes empleando una sola red.

DWDM es hoy en día, junto con el protocolo Internet, lo más relevante para el progreso de las comunicaciones. En el futuro inmediato las redes SDH/SONET y los servicios IP tendrán que coexistir, debido a las fuertes inversiones ya realizadas por los operadores y por la falta de elementos ópticos, pero a medida que vayan evolucionando y perfeccionándose las tecnologías, veremos la migración paulatina de las redes actuales electrónicas hacia redes ópticas. Un paso intermedio es operar una capa de servicios de datos —una red IP multiservicio— con una capa de transporte totalmente óptica. El objetivo final es la red inteligente óptica multiservicio.

Antes de cerrar este capítulo vamos a hablar, siquiera sea de pasada, del ADSL, la banda ancha más popular, gracias a la actual campaña de instalación masiva que Telefónica y otras empresas están desplegando en España.

Hay que comenzar señalando que, mientras todo lo anterior se refería a la red de transporte, ahora vamos a hablar de acceso. ADSL (Línea de Abonado Digital Asimétrica) es una tecnología que aplicada al acceso de telecomunicaciones más común que tenemos, el par de cobre, lo transforma en una línea de banda ancha mediante la utilización de espectro suplementario al habitual usado para la voz.

Con este espectro se forman dos canales, con una particularidad: el de bajada (de la red al PC) es mayor que el de subida (del PC a la red). De ahí la A, asimétrica, de las siglas. Esta asimetría, obviamente, facilita el movimiento habitual del internauta, que es descargar información de la red y no lo contrario. Las velocidades en bajada están entre los 256 K byte/s y 2 M byte/s, mientras en subida el rango es de 128 k byte/s a 300 K byte/s.

La familia tecnológica a la que pertenece, la xDSL, fue concebida en los años 90 para llevar vídeo al hogar compitiendo con el cable, aunque su mejor aplicación la está encontrando como conexión a Internet.

A finales de 2001 había cerca de 300.000 líneas ADSL instaladas en España, de las que dos tercios están en los hogares, superando probablemente a las conexiones por cable.

INTERNET

Vamos a comenzar aclarando que Internet es muchas cosas a la vez. Desde luego, es el icono del siglo XXI y el emblema de la Sociedad de la

¹ ATM es una tecnología de conmutación de paquetes desarrollada en Europa a mediados de los años 80 pensando en una futura Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha. La tecnología ATM almacena y procesa la información en pequeñas celdas (paquetes de datos de tamaño fijo de 53 octetos) que son conmutadas a muy alta velocidad, permitiendo la integración, ordenación y transporte de todos los tipos posibles de tráfico (voz, datos y vídeo). Hoy en día, las redes troncales de los principales operadores mundiales son ATM.

² SDH o JDS (Jerarquía Digital Sincronía): conjunto de protocolos y estándares desarrollados en los años 80 y 90 para mejorar la capacidad y flexibilidad de las redes de transmisión. JDS se diseñó en su origen pensando en usar exclusivamente fibra óptica como portador físico, y en este momento alcanza los 10.000 Mbit/s sobre una única fibra. Aunque la práctica totalidad de las redes de transmisión de los actuales operadores de telecomunicaciones usan JDS, el porvenir de esta tecnología está en cuestión, toda vez que aumenta continuamente el número de los convencidos de que la red de comunicaciones del futuro estará basada en dos únicas tecnologías: IP y DWDM.

Información. Pero también, o sobre todo, es un protocolo universal y abierto, no propietario. Y también una Red planetaria suma de muchas redes públicas, privadas, de universidades, militares, de empresas, a la que están conectados de ordenadores independientes entre sí y de la propia red. Y también un servicio, el World Wide Web, que permite el acceso a (casi) toda la información que el ser humano ha acumulado en millones de puntos dispersos por todo el mundo.

Internet, paradigma de la libertad y de la información abierta, tiene un origen militar. Situémonos en los años sesenta, en plena guerra fría. A un funcionario del departamento de Defensa se le ocurrió que algo había que hacer para evitar que un par de bombas soviéticas bien colocadas pudieran interrumpir las comunicaciones del país. La solución estaba en no tener nodos centralizados por los que pasaran todos los enlaces, sino múltiples redes conectadas entre sí que, formando una malla, pudieran dirigir las comunicaciones por distintos caminos, de manera que la interrupción de uno o varios no impidiera que se encontraran otros y el enlace deseado quedara finalmente establecido.

Se trataba de conseguir un protocolo capaz de interconectar redes de datos muy diversas, y que mejorara la calidad de los poco confiables enlaces entonces existentes. El primer desarrollo de este sistema se conoció como ARPANET. Luego, con la incorporación de algunas universidades, se perfeccionó, llegando en 1990 al TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), y la red pasó a llamarse Internet.

Los protocolos IP tienen la ventaja fundamental de ser simples. Permiten un fácil desarrollo de toda clase de nuevas aplicaciones mediante el procedimiento, conceptualmente muy importante, de situar la inteligencia en los extremos de la red (terminales) y no en la red de conmutación de paquetes en sí. La arquitectura de Internet es similar a la de cualquier red de datos, porque eso es lo que es. Su columna vertebral son las redes de los grandes operadores mundiales, interconectadas entre sí, con puntos de acceso jerarquizados: primarios o NAPs (Network Access Points), secundarios y locales o PoPs (Point of Presence). Los usuarios se conectan a Internet a través de lo que se conoce como ISPs (Internet Service Provider, provee-

dores de servicio), que pueden ser los mismos operadores, o bien compañías independientes. Estos ISPs, que en su origen se limitaban estrictamente a dar acceso, se han especializado y, en la mayoría de los casos, completan su oferta proporcionando una variedad de servicios que facilitan el uso de la Red. Las velocidades de acceso dependen del tipo de conexión; esto es, del modem. Finalmente, y para completar este panorama, hay que referirse a los servidores de Internet (Web Servers), equipos que se encargan de almacenar y distribuir la información existente en la Red, en el formato HTTP. Cuando un usuario, normalmente a través de un buscador, solicita una página especificando su dirección, es este servidor quien se la envía.

Ya hemos hablado del TCP/IP, el conjunto básico de protocolos que conforman Internet. TCP, Transmission Control Protocol, es el encargado de dividir en paquetes la información que se quiere transmitir, y marcarlos con una cabecera donde se especifica su ordenación original. IP, Internet Protocol, tiene como misión añadir a los paquetes los datos de direccionamiento que les van a permitir encontrar en la Red el punto de destino. Otros importantes protocolos son el HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), que se emplea para visualizar las páginas web, y el FTP (File Transfer Protocol) que maneja la transferencia y descarga de ficheros.

En cuanto a los lenguajes de programación más comunes en Internet, citaremos el HTML (Hyper Text Mark-up Language), que se utiliza para "escribir" páginas WEB, y visualizarlas en cualquier ordenador con cualquier sistema operativo. Es el estándar de presentación en pantalla de Internet. Y el XML (Extensible Mark-up Language), el heredero del HTML, es también un lenguaje de programación para montar páginas web, aunque con funciones ampliadas que facilitan, entre otras cosas, la eficacia de los buscadores de Internet.

Todo lo que esté en formato digital es susceptible de ser transmitido por Internet, lo que incluye la totalidad de los servicios de telecomunicaciones, empezando por el telefónico. Pero hay dos servicios que todos asociamos con Internet: el World Wide Web (WWW) o acceso a páginas de información, y el correo electrónico o e-mail.

El WWW fue creado en 1990 en los laboratorios europeos del CERN. Describirlo, a estas alturas, está de más, pero quizá convenga detenerse y hurgar un poco en el proceso, ya automatizado en nuestra mente, de escribir una dirección *www* y esperar su descarga en nuestra pantalla. Todos los servidores que hay en el mundo colgando de la Red están identificados mediante su dirección o dominio. Cuando mediante el protocolo de comunicaciones HTTP se solicita un acceso, entra en escena el denominado Universal Resource Locator (URL), que es quien gobierna el proceso de localización a través de la red. Una vez emplazado el servidor de destino, y con la conexión HTTP establecida, se produce la transferencia de la información en el formato HTML antes descrito.

El otro gran servicio de Internet es el correo electrónico. Aunque existe antes que la propia Red, ha sido con la popularización de ésta cuando ha alcanzado su actual dimensión, contándose hoy por centenares de millones los mensajes que se intercambian cada día en los ámbitos profesional y personal. La arquitectura del correo electrónico se basa en un servidor donde residen las distintas funcionalidades, como el almacén de mensajes, que permite recibir, leer, guardar y copiar los textos; el transportador de mensajes, cuya misión es direccionarlos adecuadamente por la red, mediante un protocolo SMTP³; el directorio de servicios, que permite a los usuarios disponer de información sobre direcciones y enrutamientos y, finalmente, los denominados *gateways*, que hacen posible la compatibilidad entre distintos sistemas de correo electrónico mediante un proceso de traducción de formatos, tanto en las direcciones como en el propio texto.

Internet, como ya dijimos, nació hace 40 años, pero su éxito ha explotado en la última década. Hoy es una comunidad planetaria de 500 millones de personas, y tantos usuarios han desbordado y desvirtuado en parte el proyecto original. Su debilidad es que no soporta bien los servicios que requieran un nivel de calidad alto; es decir, que no puedan absorber periodos breves de fuerte congestión y pérdida de paquetes.

Para solucionarlo está en marcha la Internet de nueva generación, el protocolo IP versión 6. Vamos a comentar con detenimiento este nuevo desarrollo con

el que nos tendremos que familiarizar en breve. Ya hemos hablado de los problemas de calidad de la Internet actual, pero hay una razón de peso más: la evidencia de falta de direcciones.

IPv4 tiene un espacio de direcciones de 32 bits, es decir, $2^{32} = 4.294.967.296$ de direcciones.

IPv6 tiene un espacio de direcciones de 128 bits, es decir, $2^{128} = 3,4 \times 10^{38}$ direcciones.

¿Por qué son necesarias tantas direcciones?

- Por la creciente versatilidad de los usuarios Internet: los usuarios desean poder acceder desde el trabajo, el hogar, el coche, etc; lo que crea la necesidad de más de una dirección IP por persona.

- Por la mayor oferta de servicios asociada a la llegada de la banda ancha, lo que va a facilitar la conexión, además de personas, de equipos y dispositivos. El Foro UMTS/GSM prevé unas necesidades de direcciones IP para los dispositivos de la red (no para los terminales de usuario) para el año 2005 de 3,2 millones y de 6,3 millones para el 2010. Para dispositivos de usuario, según el mismo informe se necesitarán 20.000 millones de direcciones IP. Hay muchos ejemplos de aplicaciones que van a requerir la existencia de innumerables dispositivos con dirección IP: teléfonos móviles IP, como se ha dicho, (ya actualmente el número de abonados móviles es superior al número de usuarios Internet); TV y radio basados en IP; sistemas de seguridad, control y televigilancia; domótica; walkmans MP3 conectados a la red, etc.

- Y también se requieren más direcciones por la desigual distribución actual. Estados Unidos copa la mayoría. Según la consultora Gartner Inc., actualmente China posee menos direcciones de IPv4 que algunas universidades estadounidenses como, por ejemplo, el MIT o Stanford. China ha pedido direcciones para conectar 60.000 escuelas y tan sólo ha obtenido una clase B (65.535 direcciones).

Esto no se podía prever antes del “boom” de la última década. Vinton Cerf, padre de Internet, decía en

³ Simple Mail Transfer Protocol.

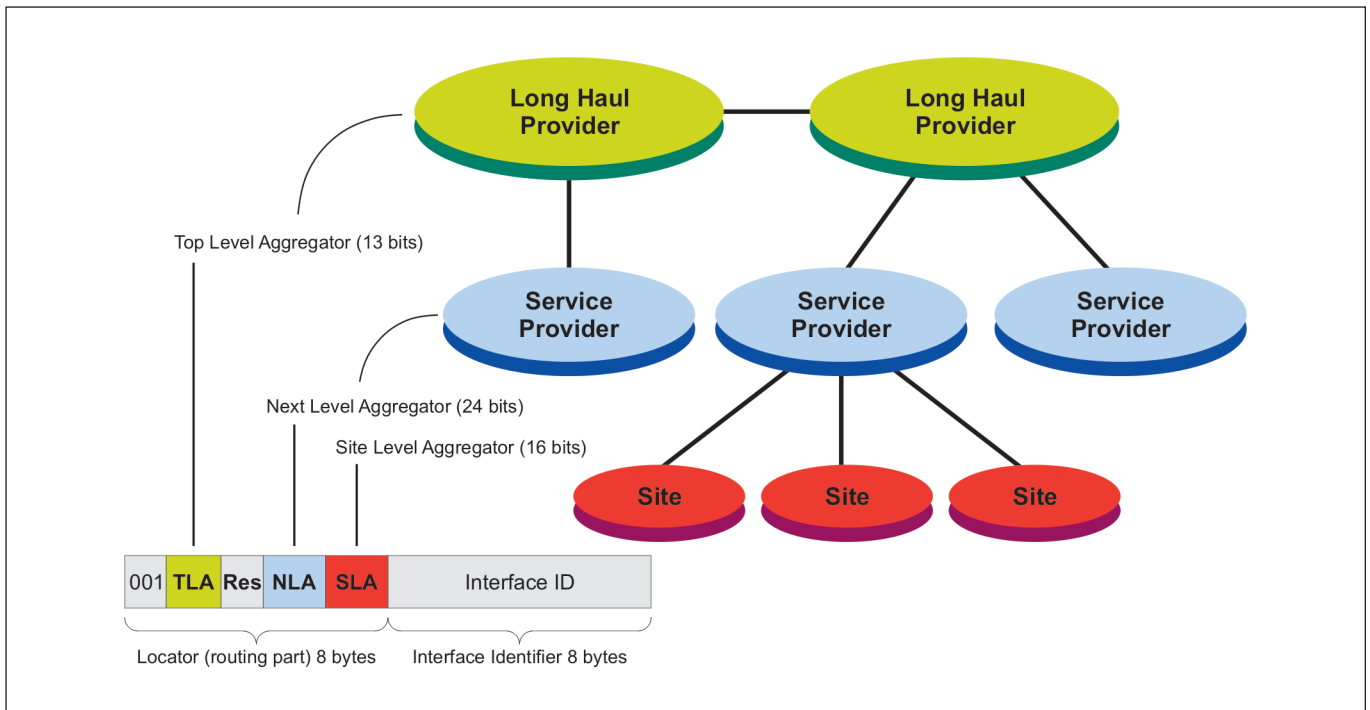


Figura 3. Esquema de direccionamiento en IPv6 (Fuente: Ericsson, febrero 2001).

1977 que “32 bits proporcionan un espacio de direcciones suficiente”.

Además, la convergencia de voz, vídeo y datos en infraestructuras basadas en IP se verá simplificada por la arquitectura de esta nueva versión, más simple, escalable y fiable.

Las características principales de IPv6 son:

- mayor espacio de direcciones, como ya quedó dicho
- “plug & play”: autoconfiguración⁴
- seguridad intrínseca del núcleo del protocolo (IPsec)
- Calidad de Servicio (QoS) y Clase de Servicio (CoS)
- Multicast: envío de un mismo paquete a un grupo de receptores
- Anycast: envío de un paquete a un receptor dentro de un grupo

- Paquetes IP eficientes y extensibles y con una cabecera de longitud fija, más simple, que agiliza su procesamiento por parte del router

- Posibilidad de paquetes con información de hasta 65.535 bytes

- Renumeración⁵ y “multi-homing”⁶ que facilita el cambio de proveedor de servicios

- Características de movilidad

Este nuevo desarrollo permitirá manejar altos volúmenes de información, hasta 2,4 gigabits por segundo, lo que significa una velocidad decenas de miles de veces mayor que la que los módems corrientes pueden cursar. De esta manera, la transmisión de audio o vídeo será de calidad máxima, y la posibilidad de que aparezcan programas o cadenas de radio y TV exclusivamente por y para Internet será una realidad.

Hay varias redes que están funcionando con IPv6: 6Bone, 6Ren, 6Init, 6Tap, FREENet, WIDE, US Navy, Eurocontrol, Red IRIS.

⁴ la *autoconfiguración* es el conjunto de pasos por los cuales un host decide cómo autoconfigurar sus interfaces en IPv6. Este mecanismo nos permite afirmar que IPv6 es “Plug & Play”;

⁵ la *renumeración* es un mecanismo basado en el “prestamo” o alquiler de direcciones.

⁶ el *multi-homing* es el mecanismo por el cual un determinado sitio o red puede estar conectado a otros por múltiples caminos, por razones de seguridad, redundancia, ancho de banda, balanceo de carga, etc.

Veamos algunos ejemplos de estas redes.

6BONE



Es una red mundial experimental concebida con el fin de probar los conceptos e implantaciones de IPv6 y que actualmente cuenta con 52 países participantes, entre ellos España con la red IRIS. 6Bone es una red compuesta por “islas” que soportan IPv6, unidas por enlaces punto a punto llamados “túneles”.

Red IPv6 para Investigación y Educación



Es un proyecto de la *Energy Science Network* (ESnet) cuyo objetivo es la interconexión de redes de investigación y educación para proveer servicios de tránsito de IPv6, con el fin de facilitar una alta calidad, alto desempeño y operación robusta en redes de IPv6. Tiene establecidas interconexiones de IPv6 nativo sobre ATM entre ESnet, Internet2/vBNS, Canarie, Cairn y WIDE. <http://www.6ren.net/>

6TAP



Canarie y ESnet patrocinan el proyecto “6TAP”, cuyo fin es la provisión de servicios de enrutamiento con IPv6 que faciliten el desarrollo de procedimientos de operación para IPv6. Este proyecto facilita la interconexión de los participantes de 6REN en los EE.UU. <http://www.6tap.net/>

Red IRIS



Es un piloto v6 de la Red IRIS que se creó como grupo de trabajo en el CSIC en el año 1997. En enero de 1999 el 6Bone asigna a Red IRIS el direccionamiento. El objetivo primordial es conseguir la conectividad total de Red IRIS al 6bone (backbone de IPv6), así como implementar y desarrollar la utilización de aplicaciones sobre este nuevo protocolo. Otro de los

objetivos fundamentales es la construcción de una red IPv6 Pan-Europea a la que poder aplicar y controlar protocolos de routing y aplicaciones.

Estrategias de transición de redes IPv4 a IPv6

La clave para la transición es la compatibilidad con la base instalada de dispositivos IPv4. Hay un conjunto de mecanismos que los hosts y routers IPv6 pueden implementar para ser compatibles con los hosts y routers de IPv4. Algunos ejemplos:

- doble pila IPv4 e IPv6 – es el uso simultáneo de ambos protocolos, en pilas separadas. Los dispositivos con ambos protocolos también se denominan “nodos IPv6/IPv4”, teniendo éstos una dirección en cada pila con el fin de enviar y recibir tráfico a nodos que sólo soportan uno de los dos protocolos;
- túneles IPv6 sobre IPv4 – proporcionan un mecanismo para utilizar las infraestructuras IPv4 mientras la red IPv6 está siendo implantada, el cual consiste en enviar datagramas IPv6 encapsulados en paquetes IPv4.

La importancia de entrar cuanto antes en esta tecnología ha sido claramente percibida por la Comisión Europea que, en la comunicación de la Comisión al Consejo, Parlamento Europeo, Comité Económico y Social y al Comité de Regiones del 20 de marzo de 2001, indica:

“No será posible desarrollar plenamente el potencial que ofrecen los servicios de tercera generación sin proceder gradualmente a la implantación del nuevo protocolo de Internet (IPv6). Una Internet completamente móvil, en la que cada terminal móvil posea su propia dirección, requerirá un espacio para direcciones mucho mayor que el que puede proporcionar la versión IPv4 actualmente en uso. A no ser que se adopten ya medidas coordinadas, Europa corre el riesgo de quedarse sin direcciones Internet en un futuro. La Comisión invitará a los Estados miembros a que colaboren a este fin con la industria, en un grupo *ad hoc* que tendrá hasta finales de 2001 para formular propuestas que aceleren la introducción de la versión IPv6. La Comisión también incrementará el apoyo que destina a los bancos de pruebas a través del programa de Tecnologías de la Sociedad de Información y del programa RTE-Telecom.”

Abonados, según tecnología (millones)	Diciembre 2000	Junio 2001	Diciembre 2001
GSM	455.1	550.1	646.5
CDMA	82.2	96.8	112.2
PDC	50.8	54.2	56.8
US TDMA	65.2	80.9	94.7
Total abonados digitales	653.3	781.9	910.2
Total abonados analógicos	68.0	55.3	45.3
Total abonados móviles	-	837.2	955.5

Figura 4. Distribución de abonados móviles en el mundo entre 2000 y 2001, según tecnología de red (Fuente: EMC World Cellular Database, febrero 2002).

MOVILIDAD

Pocos servicios de telecomunicaciones han tenido un éxito más fulgurante que la telefonía móvil. En menos de una década de existencia, su inserción en la sociedad ha superado con largueza a la telefonía fija o a la televisión, que están entre nosotros desde hace mucho más tiempo. En España hay ya, se dice pronto, casi 70 líneas cada 100 habitantes; coincidente con la media europea. A finales del año 2001 más de 840 millones de líneas móviles estarán activas en el planeta⁷. Para el 2006 está previsto que se duplique esta cantidad, y entonces ya superarán abundantemente a las líneas fijas, que quedarán por debajo de los 1.000 millones.

Las razones de este logro dejan una interesante enseñanza que en seguida abordaremos, tras hacer un poco de historia. Como es bien conocido, cada vez que se transmite una señal por el aire (el éter, que se decía en los tiempos románticos), se utilizan frecuencias del espectro, un canal de radiofrecuencia. Obviamente, muchas comunicaciones simultáneas requerirían muchos canales, más que los disponibles. Por eso, la telefonía celular consiste en dividir el territorio en

áreas (celdas) y asignar a cada una un conjunto de canales que se pueden repetir otra vez en otra celda suficientemente alejada. De esta manera, reasignando frecuencias, se consigue disponer de espectro suficiente para los millones de comunicaciones que ocurren simultáneamente.

En el origen, naturalmente, la telefonía móvil fue analógica. Cuando las primeras redes aparecieron, América, tanto la del norte como la central y la del sur, adoptaron un único estándar, el AMPS; que, por la influencia de Estados Unidos, reinó desde Alaska a la Tierra del Fuego. Mientras tanto, en Europa aparecían diferentes sistemas, incompatibles entre sí, que imposibilitaban la itinerancia (*roaming*) más allá de las fronteras de cada país. Esta situación, anómala desde el punto de vista comercial, era también inaceptable en un continente que avanzaba hacia su integración.

Y cuando, además, la demanda empezó a aumentar de forma significativa en algunos países, se vio claramente la necesidad de adoptar medidas urgentes para que el crecimiento previsible de estos servicios no se viera estrangulado por las limitaciones de capacidad de los sistemas analógicos.

⁷ Según un informe de The Carmel Group.

A partir de las anteriores reflexiones, la CEPT⁸ creó en 1982 el GSM (Groupe Speciale Mobile) con el encargo de desarrollar las especificaciones de un nuevo sistema de telefonía móvil que fuera: 1) paneuropeo y soportara *roaming* en todo el continente; 2) digital, para obtener las máximas prestaciones en cuanto a capacidad del espectro disponible; 3) pudiera interconectarse eficientemente con la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que en aquellos tiempos también estaba en pleno desarrollo.

Hay que destacar la visión que en aquellos años tuvo la CEPT; al fin y al cabo, un organismo cuyos miembros eran las administraciones públicas y los operadores tradicionales, entonces en régimen de monopolio. El reconocimiento de que hacía falta un sistema totalmente nuevo, basado en tecnología digital y que además fuera paneuropeo iba a aportar varias importantísimas ventajas:

- un uso más eficiente del espectro radioeléctrico
- el aprovechamiento de las ventajas de coste que la tecnología microelectrónica estaba ya consiguiendo
- la posibilidad de hacer *roaming* entre los países del continente
- la compartición entre todos los estados europeos de los elevados costes de I+D que se preveían necesarios.

En 1984, la Comisión Europea expresó su apoyo formal al Grupo GSM de la CEPT. Y todo se sucedió con los mínimos problemas inevitables, hasta que en 1992 se dispuso de terminales en cantidades suficientes para que el lanzamiento real de GSM fuera finalmente posible en un cierto número de países europeos⁹.

A finales de 1993, GSM ya superaba la cifra de un millón de usuarios. Para entonces, el memorándum GSM había sido firmado por 70 organizaciones de 48 países y se pusieron en práctica más de 25 acuerdos de *roaming*. Telstra, el operador dominante de Australia, era uno de los adherentes, y ello marcó el inicio de la expansión del sistema fuera de Europa.

Hoy, GSM es una espléndida realidad. Es el estándar dominante en gran parte del mundo, con la sola excepción del continente americano, y el verdadero punto de partida del liderazgo mundial en telefonía móvil que hoy ostenta Europa. La GSM Association, organismo internacional, agrupa a 574 operadores de redes inalámbricas de segunda y tercera generación, así como a los principales fabricantes y suministradores. Sus miembros representan a 171 países a lo largo del planeta, y dan servicio a más de 600 millones de usuarios¹⁰; es decir, uno de cada 10 habitantes del planeta tiene un teléfono móvil GSM. La tecnología GSM representa cerca del 70 % del total del mercado mundial celular digital.

Mientras tanto, Estados Unidos perdía la carrera del estándar digital, en parte por permitir la coexistencia de diversos estándares (TDMA, CDMA y el mentado GSM); en parte por una política de concesión del espectro no asociada a servicios.

Y entramos así a las puertas de la nueva generación, la tercera, siendo la primera la analógica y la segunda la digital. Esta tercera generación, el UMTS, es más conocida por sus efectos en las Bolsas mundiales que por su realidad tecnológica. El UMTS sólo existe como realidad económica —lo cual, ciertamente, es mucho—, pero ni hay terminales, ni equipos ni, por supuesto, servicio. Ahora estamos arrancando una generación intermedia, la dos y media, la del WAP —Internet móvil— y la del GPRS o datos móviles.

WAP

WAP (Wireless Application Protocol) es un protocolo de navegación que permite acceder a contenidos de Internet a través de dispositivos móviles. WAP ha sido diseñado y pensado como un protocolo escalable y global que pueda ser utilizado con cualquier tipo de dispositivo móvil, desde las terminales más sencillas con una sola línea de pantalla, hasta las futuras terminales inteligentes de tercera generación.

⁸ Organismo europeo de telecomunicaciones.

⁹ Las primeras pruebas públicas del sistema GSM con tráfico real se realizaron durante el Telecom de Ginebra en otoño de 1991.

¹⁰ Dato de mediados de octubre de 2001. Se estiman 630 millones al final del año.



Figura 5.

Las páginas WAP están escritas en un lenguaje llamado WML que es un subconjunto del HTML que se utiliza en Internet. Con WAP podemos navegar como en la Internet convencional fija, pero no podemos ir a todas las páginas que habitualmente visitamos con nuestro PC, sino que sólo podemos acceder a aquéllas que se hayan adaptado o se hayan creado con este formato. La velocidad normal es 9,6 kbit / s.

A veces se produce cierta confusión con WAP y los nuevos estándares que están apareciendo. No se puede hablar de WAP frente a GPRS, ya que, por decirlo de forma sencilla, WAP es el navegador y GPRS el estándar de transmisión. WAP será compatible con las futuras generaciones. El WAP de hoy, el WAP sobre GSM, tiene una limitación basada en el tiempo necesario para establecer la conexión y otra derivada de que sólo es posible acceder a contenidos de texto. Por eso, GPRS y UMTS, con características *always on* y muchos más contenidos, no representarán la desaparición de WAP, sino su evolución hacia mayores prestaciones.

Estas consideraciones nos llevan a concluir que, aunque los usuarios no han respondido a esta tecno-

logía con tanto entusiasmo como se esperaba, y hoy es ya un tópico del sector que WAP ha fracasado, las cosas forzosamente cambiarán, y el móvil será uno de los medios favoritos para acceder a Internet. Según un reciente estudio¹¹, en el año 2004 el 59% de los teléfonos móviles en Europa tendrán WAP.

Pasemos a la generación dos y media, el GPRS, que existe en España desde enero de 2001. GPRS (General Packet Radio Service) es un sistema de transmisión de datos por paquetes desarrollado como parte del estándar GSM. Es decir, es un nuevo servicio de valor añadido que permite enviar y recibir información en forma de paquetes de datos a través de una red de comunicaciones móviles GSM.

La velocidad máxima teórica permitida por GPRS es de 171 kbit por segundo, utilizando los 8 canales de una portadora GSM con el esquema de codificación CS-4, lo que representaría tres veces la velocidad máxima de transmisión que se puede lograr con las actuales redes de comunicación fija y más de diez veces la velocidad que se puede lograr utilizando GSM. Pero estas velocidades no parece que vayan a estar disponibles, al menos en breve. A día de hoy no

¹¹ Consultora Datamonitor.

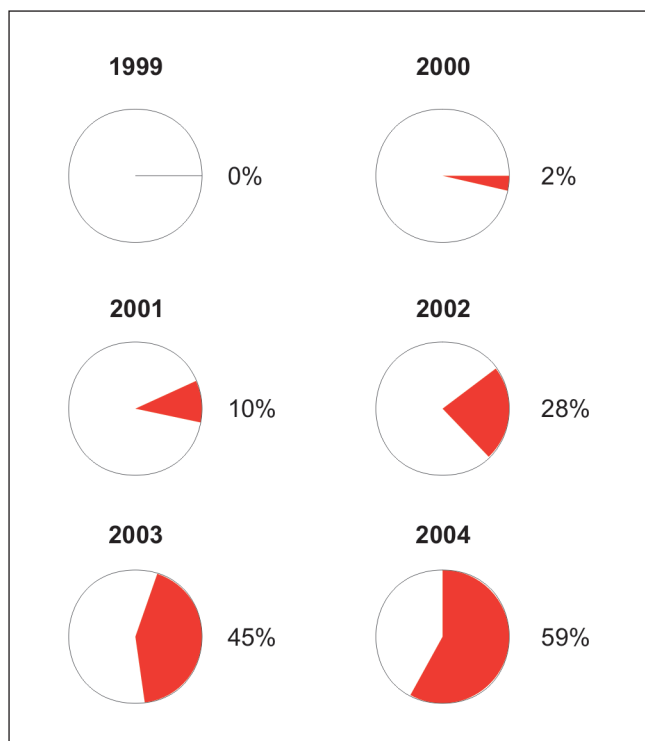


Figura 6. Perspectivas de evolución de uso de WAP en Europa respecto a la población.

está aún desarrollado el esquema de codificación necesario (sólo CS-1 y CS-2) ni los terminales están preparados para manejar los 8 canales de una portadora ni para aceptar velocidades fuera de un rango entre 10 y 30 Kbit por segundo.

UMTS

UMTS es la tercera generación, que se justifica por la necesidad de banda ancha. Como en todo, también en el servicio móvil se prevé un aumento exponencial de uso de espectro en las nuevas aplicaciones. Y GSM o GPRS están, en este sentido, muy limitados.

Con UMTS el usuario podrá acceder desde su terminal móvil a datos, voz, imágenes y vídeo bajo demanda. Para otras cosas no sería necesario evolucionar, así que UMTS encontrará su razón de ser aportando capacidad multimedia a los equipos móviles.

Con UMTS tendremos en un único dispositivo terminal un ordenador personal y un teléfono.

Para ello, UMTS ofrecerá altas velocidades de transmisión. Las tasas binarias máximas previstas, dependientes del entorno y de las condiciones en que se acceda a la red, son las siguientes:

- Para usuarios en movimiento a bordo de vehículos: hasta 144 kbit/s.
- Para usuarios en exteriores caminando o en vehículos a baja velocidad: hasta 384 kbit/s.
- Para usuarios en interiores o exteriores con baja movilidad (menor a 10 km/h) o en las inmediaciones de pico-células TDD (entorno de oficina): hasta 2 Mbit/s.

Esta tercera generación existe en Japón desde el 1 de octubre, de forma casi experimental, apenas en un radio de 30 kilómetros en el centro de Tokio¹². No es compatible todavía con GSM ni tendrá cobertura nacional hasta 2003, pero ya va ofreciendo servicios multimedia a velocidades de 384 kbit/s.

En el resto del mundo, las cosas están todavía muy verdes. Nadie se atreve a pronosticar¹³ cuándo realmente estará el servicio disponible, entre otras cosas porque no hay equipos que se puedan tocar. En un importante congreso internacional de UMTS que se celebró en Barcelona en octubre de 2001 no comparecieron los fabricantes de terminales... porque no tenían nada que decir.

TERMINALES

Los teléfonos móviles que este inmediato futuro va a traer conocerán grandes cambios y presentarán muchas novedades tecnológicas. Entre lo más significativo, además de ser el instrumento universal para descargar información, están sus posibilidades de uso como medio de pago, para telecontrol, como localizador, agenda, herramienta de entretenimiento, seguridad, teletrabajo ... y, naturalmente, para hablar.

¹² Su nombre comercial es FOMA (Freedom for Multimedia Access).

¹³ En realidad, sí hay pronósticos, pero todos desalentadores. Para la consultora Yankee Group el despegue del UMTS no vendrá antes de 2006. Price Waterhouse Coopers habla de 2004.

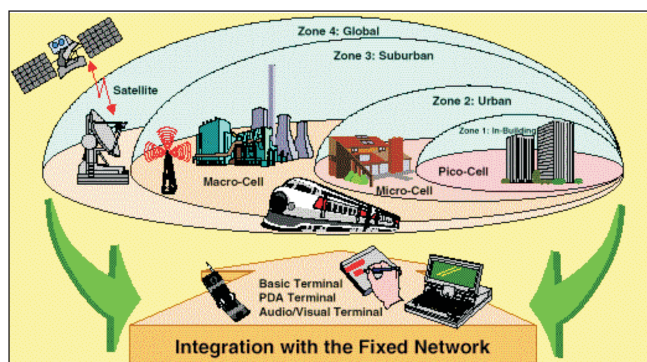


Figura 7. Entorno de comunicaciones móviles de 3G.

Dos características destacan sobre las demás por novedosas. En primer lugar, la localización, ya apuntada. Que el terminal que uno porta le sitúe perfectamente en el entorno geográfico abre la posibilidad de servicios muy útiles. Ya no interesará el listado completo de gasolineras o restaurantes, sino sólo aquellos que estén en las tres o cuatro manzanas más próximas. Y se podrá tener en pantalla el plano del barrio por donde paseamos, reactualizándose continuamente con nuestro movimiento.

En cuanto a la personalización, ésta se llevará al último extremo. Un terminal portátil no es útil para navegar, así que cuando la capacidad de manejo de información sea verdaderamente grande —lo que ocurrirá con la definitiva consolidación del formato GPRS— el propio dispositivo nos demandará un menú personalizado, o lo hará por defecto él mismo de acuerdo a nuestras demandas previas. No aparecerán en pantalla todos los bancos —que sí estarán disponibles—, sino sólo aquellos en los que tengamos cuenta; ni todos los canales de información general, sino los que alguna vez hayamos descargado. El terminal estará perfectamente adaptado a nosotros, incluso nos reconocerá por la voz, el iris o la huella dactilar antes de activarse.

Como generalización del concepto de ejecución de aplicaciones sobre el terminal móvil, se está desarrollando en el seno del 3GPP el entorno MExE (Mobile Station Application Execution Environment). Los terminales MExE serán capaces de descargar de la red aplicaciones y contenidos, que podrán ser configurados, personalizados y ejecutados sobre los propios terminales sin ninguna intervención adicional de la red. MExE se basa en la definición de distintas cate-

gorías o *classmarks* con distintas características. Hasta la fecha se han definido las siguientes:

- *Classmark 1* Basada en WAP.
- *Classmark 2*. Basada en Personal Java.

En la actualidad se encuentra en fase de definición la *Classmark 3*, basada en Java J2ME (MicroEdition).

La tecnología Java no debe ser considerada como algo opuesto a la tecnología WAP, sino que ambas se complementarán incrementando las capacidades de servicio de los terminales (de un modo similar al papel que Java está adoptando en Internet). Los terminales 3G incorporarán, por tanto, ambas tecnologías, si bien en el caso de WAP se tratará de una versión mejorada (2.0) de la disponible en la actualidad, con especial hincapié en las capacidades multimedia (muy limitadas actualmente).

Los dispositivos denominados PDA (Personal Digital Assistant) están teniendo un gran éxito actualmente en todo el mundo. Se trata de terminales dotados de un sistema operativo sobre el que se pueden cargar y ejecutar aplicaciones similares a las que se utilizan sobre un ordenador personal, al que se pueden conectar para intercambiar y sincronizar información.

Por otra parte, resulta evidente que el terminal móvil va a dejar de ser un sistema cerrado, con un software totalmente controlado por el fabricante del terminal, para convertirse en un sistema abierto donde se ejecuten aplicaciones procedentes de diferentes orígenes. Para ello, es necesario que los terminales incorporen un sistema operativo abierto, como el que

Category	Phone	Browser phone	Feature phone	Smart phone	Handheld	Wireless handheld
Form factor						
Handset						
Tablet						
Clamshell						

Figura 8. Clasificación de terminales móviles.

utilizan las PDAs. En la actualidad, existen tres sistemas operativos con estas características:

1. *EPOC*. Sistema operativo desarrollado por el consorcio Symbian, del que forman parte, entre otros, Ericsson, Nokia e IBM.

2. *Palm OS*. Sistema operativo del fabricante de PDAs Palm, que ha encontrado gran aceptación y cuenta con multitud de aplicaciones desarrolladas por terceras personas.

3. *Windows CE 3.0*. Sistema operativo de Microsoft, que incorpora el navegador Internet Explorer y las herramientas ofimáticas de Office.

En CDMA (IS-95) existen ya numerosos terminales móviles con características próximas a las de los terminales PDA. En GSM ha aparecido recientemente el modelo R380 de Ericsson que incorpora el sistema operativo EPOC. Paralelamente a esta convergencia entre PDAs y terminales móviles, se está produciendo un proceso análogo con los llamados Handheld PC. Éstos se diferencian de las PDAs en que incorporan un teclado completo y su convergencia con las comunicaciones móviles está dando origen a terminales como el Nokia 9110 (son los denominados "Communicators").

Los terminales de 3G incorporarán potentes capacidades multimedia que permitirán la prestación de nuevos y atractivos servicios. En UMTS se han estandarizado las siguientes capacidades:

- *Codecs vocales*. Los terminales incorporarán el codec AMR (Adaptive MultiRate), codec de tasa variable que proporcionará una mayor flexibilidad, al permitir seleccionar distintos niveles de calidad en función del tráfico y de los recursos disponibles en la red.

- *Codecs de audio*. Se contempla como opción la implementación del codec G.723.1, codec de audio de baja velocidad (de 5,3 y 6,3 kbit/s).

- *Codecs de vídeo*. Es obligatorio que los terminales móviles de 3G con capacidades de vídeo incorporen el codec H.263 (al menos los formatos SQCIF y QCIF). Además, opcionalmente podrán incorporar MPEG-4 y H.261.

- *Protocolos de multiplexación*. Los terminales UMTS deberán incorporar el protocolo H.223 de multiplexación de comunicaciones multimedia de baja velocidad.

- *Protocolos de control*. Es obligatorio incorporar H.245 como protocolo de control.

Además de estas capacidades estandarizadas, es evidente que los terminales incorporarán otras funcionalidades multimedia. Así, es especialmente notoria la convergencia con los servicios de difusión de audio, resultando en la más que probable aparición de terminales móviles capaces de recibir radio FM (ya existen en 2G) y DAB (en 3G). Otra capacidad que se ha incorporado ya en algunos terminales de 2G de gama alta, y que se incorporará de forma masiva en los de 3G, es la reproducción de ficheros de audio MP3 (que tanto éxito está teniendo en Internet).

Teniendo en cuenta las distintas tendencias señaladas en éste y en los apartados anteriores, y a modo de conclusión, se puede realizar una clasificación de los distintos tipos de terminales que aparecerán durante la primera etapa de los sistemas de 3G. Son los siguientes:

- Terminales centrados en aplicaciones vocales.
- Terminales con capacidad de transmisión, recepción y reproducción de vídeo.
- Terminales orientados a transmisión y manejo de datos.
- Terminales de tipo "Smart Phone", dotados de un sistema operativo (EPOC, Palm OS o Windows CE).
- Terminales de tipo "Communicator", dotados de un teclado completo y de un sistema operativo.
- Tarjetas de datos.
- Módulos para comunicación entre máquinas.

Al final todos tendremos varios terminales, dependiendo de su uso más común, y entre ellos uno personal con la apariencia de una agenda electrónica, todo pila por detrás y todo pantalla táctil por delante. Otros no serán visibles, porque irán incorporados a una amplia variedad de objetos; por ejemplo, a los muebles, o incluso a la camisa o chaqueta que uno se ponga por la mañana. Y esto no es especulación: se creó una empresa conjunta para este tipo de desarrollos entre Levi's, la conocida compañía fabricante de ropa, y Philips. Y en la última edición del SIMO, France Telecom presentó un "abrigo multimedia" que, además de solapas, forro y bolsillos, lleva incorporado pantalla táctil, cámara web y auriculares. Todos estos dispositivos que nos rodean crearán, en resumen, lo que ya se

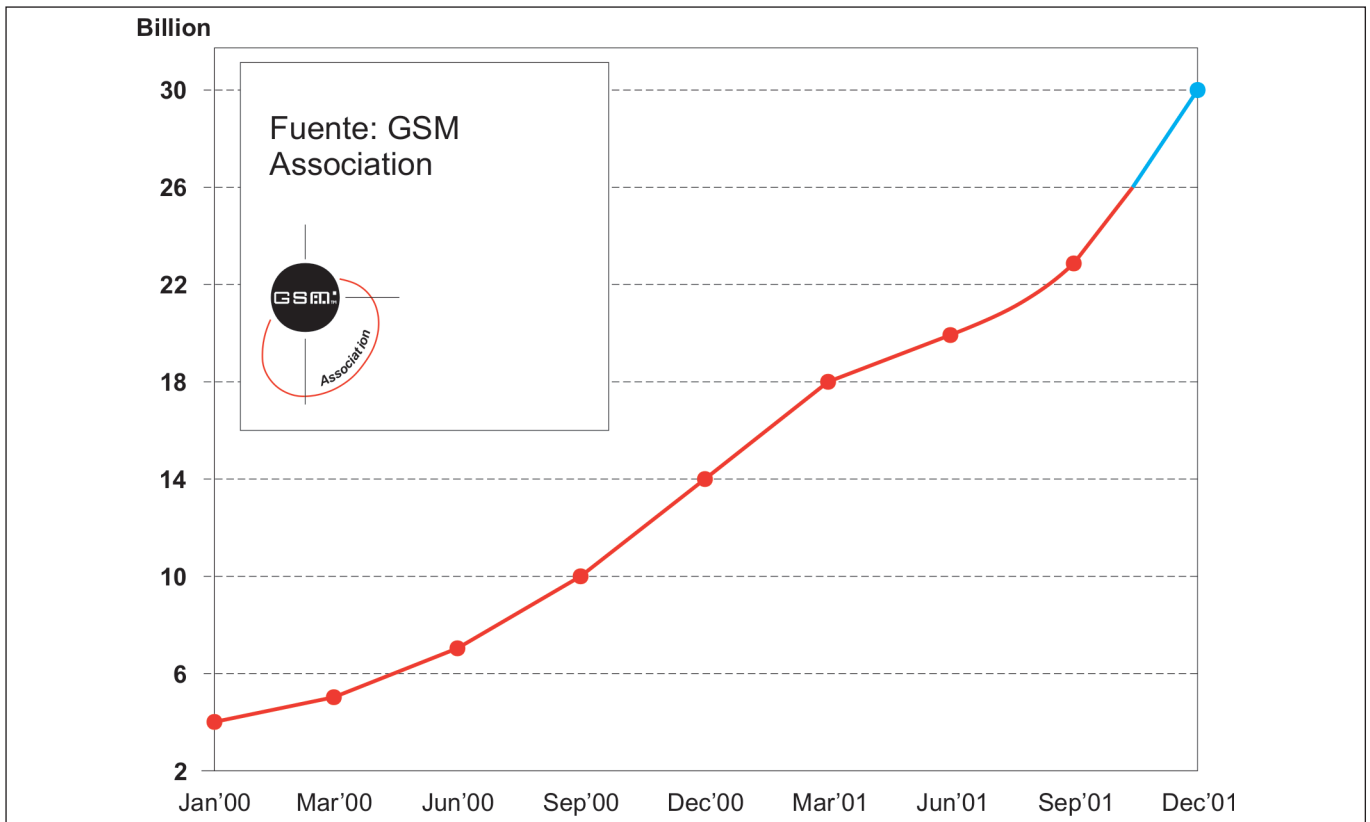


Figura 9. Crecimiento del número de SMS mensuales (enero de 2000 - diciembre de 2001).

empieza a conocer como PAL (*Personal Area Network*).

Sería muy interesante, si hubiera tiempo y ésta fuera la ocasión, dedicar unos minutos al gran tema de la inteligencia incorporada a los objetos, más conocida en su versión inglesa, *pervasive computing*, lo que se podría traducir como procesamiento extendido o saturado. Si las cosas ocurren como algunos prevén — por ejemplo, el *Media Lab* del Massachusetts Institute of Technology, el célebre MIT de Negroponte— estos desarrollos marcarán el futuro de una manera difícil de imaginar.

Resumiendo, un pasado intenso y brillante que no impide que, en realidad, la historia de la telefonía móvil esté todavía por escribir, porque el porvenir nos va a traer, sin ninguna duda, una verdadera explosión de este servicio. Una de las mejores noticias a este respecto apareció el 12 de noviembre de 2001, cuando los más importantes fabricantes y operadores del mundo anunciaron su compromiso de promover arquitecturas abiertas de software y servicios. Nokia, Motorola,

Samsung, Siemens, Sony, Ericsson, AT&T, Telefónica, Vodafone, Cingular, NTT DoCoMo, entre otras, están dispuestas a elaborar sus desarrollos de acuerdo a especificaciones respaldadas por los foros de homologación, como el 3GPP y el WAP. Con esto aumentará tremendamente la oferta de servicios y, por efecto de la competencia y la escala, caerán los precios y el mercado será, más aún que hoy, masivo y global.

Una última palabra sobre los mensajes cortos. Según la GSM Association, el número de mensajes cortos que se enviaban diariamente en septiembre alcanzó los 750 millones, debido a lo cual la organización ha revisado al alza sus previsiones para el final del año 2001, situando el número mensual de mensajes SMS en 250.000 millones, enviándose a un ritmo de 1.000 millones de mensajes diarios. En este cómputo se incluye el impacto de los mensajes que se envían desde Internet con destino a móviles. En España, sólo Telefónica cursa 700 millones de mensajes al mes.

Este ritmo de crecimiento de la mensajería SMS es superior incluso al ritmo de expansión del correo elec-

trónico en el entorno empresarial, el cual necesitó más de 20 años para extenderse al nivel que la mensajería SMS ha alcanzado en tres años.

LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

Para cerrar esta conferencia, vamos a comentar, siquiera sea sucintamente, algunos aspectos que hacen que la sociedad de la información no sea un mero asunto tecnológico, sino todo un fenómeno social y económico.

Como introducción, o como punto de partida, me gusta mucho recordar una de las leyendas más hermosas de nuestra tradición cultural, que Platón nos cuenta en uno de sus diálogos. Es la historia de cómo la Humanidad alcanzó el dominio de la tecnología. Prometeo, dice el mito, creó a los hombres y los protegió y preparó para vivir de manera autosuficiente. Para ello les dio bienes —el fuego— y repartió conocimientos, entre ellos la habilidad técnica. Pero al darse cuenta los dioses de que estas capacidades habían sido distribuidas de manera desigual, enviaron a Hermes para que inculcara, esta vez de manera general y uniforme, el sentido de la justicia. De ese modo, los dones que la técnica habría de proveer beneficiarían por igual a todos los seres humanos.

Que los buenos deseos del Olimpo no se están cumpliendo, parece evidente. Las inmensas bondades de las tecnologías emergentes y su economía asociada, que glosamos en los apartados anteriores, van a beneficiar a muy pocos. Si recién entrados en el tercer milenio más de la mitad de los pobladores del planeta no sólo no disponen del teléfono convencional en sus casas, sino que ni siquiera han tenido la ocasión de usarlo una vez en su vida, ¿qué se puede esperar de Internet, o de cualquiera de los otros productos y servicios de la *Sociedad de la información*?

Hay voces que, precisamente porque las nuevas tecnologías traerán ubicuidad de la información y bajos precios en los equipos, sostienen que es una oportunidad única en la historia para que las naciones desfavorecidas puedan despegar. No es de la misma opinión, por ejemplo, la ONU, que en las conclusiones de los sucesivos Informes sobre Desarrollo Humano del Proyecto de las Naciones Unidas para el Desarrollo

(PNUD), se afirma que Internet y las nuevas tecnologías de la información no están sirviendo para reducir la desigualdad ni para disminuir la distancia que separa a los pobres de los ricos, sino para todo lo contrario, y con una gravedad sin precedentes: la aparición de las tecnologías de la información está aumentando la diferencia entre países pobres y países ricos; y, dentro de cada país, entre las clases sociales favorecidas y marginadas (nivel económico, de estudios), entre minorías dominantes y dominadas, entre grupos étnicos mayoritarios y minoritarios e incluso entre hombres y mujeres. Es lo que se llama brecha digital, o *digital divide*.

Vamos a ver el caso español, y para reducir el problema a niveles abordables, nos limitaremos a analizar la situación de nuestro país con respecto a una coordenada fundamental: Europa, nuestra referencia geográfica y económica.

Nuestro país no está bien situado dentro del panorama tecnológico del Primer Mundo. Sabemos que en infraestructuras de comunicación España está en la cola de Europa. Por ejemplo, en líneas de teléfono, el más común acceso a Internet, España, con 45 cada 100 habitantes, queda por debajo de la media europea (cerca de 60).

En móviles, que será el acceso a Internet favorito en un inmediato futuro, España alcanza un aceptable nivel de penetración, en el promedio europeo, alrededor de 70 líneas cada 100 habitantes (a final de 2001), aproximadamente un 10 % del total de Europa, donde ocupamos el quinto lugar en número de abonados y el undécimo en porcentaje. Estados Unidos, que va por detrás del Viejo Continente en este aspecto, tiene una penetración de algo más del 50 por ciento.

Múltiples datos y referencias demuestran que el tradicional retraso tecnológico español continúa en sus niveles consuetudinarios, si es que no empeora. El gasto en España en Tecnologías de Información está en el 3,9 % del PIB, mientras que el promedio comunitario es de 6,1 %, con países como Suecia y el Reino Unido que se acercan al 10 % (Fuente: UNICE). Y se puede seguir: el gasto en I+D también está alejado del habitual en nuestro entorno (0,89 % del PIB frente al 1,9 %, de la media europea). El comercio electrónico

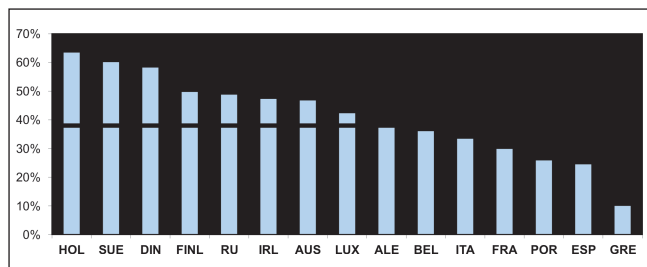


Figura 10. Porcentaje de hogares de la Unión Europea conectados a internet (Fuente: Comisión Europea (Eurobarómetro, Diciembre 2001)).

no termina de despegar, hay 14 ordenadores cada 100 habitantes (unos 6 millones) cuando el promedio europeo es justo el doble y el de Estados Unidos 58 %.... Lo podemos resumir en recientes palabras del presidente de la Asociación Española de Empresas de Tecnologías de la Información (Sedisi): “España tardará tres años en alcanzar la convergencia con la Unión Europea”. Con Estados Unidos, ni se pronuncia. En fin, la situación es tal que ni nos gastamos lo presupuestado: se ha publicado que en el año 2000 sólo se desembolsó el 41,5% del Plan 2000, precursor del Info

XXI, la apuesta española para promocionar Internet. Y en 2001, ya con Info XXI en vigencia, la valoración dada por la Administración —78 % de cumplimiento— ha sido bastante contestada por organizaciones y asociaciones del sector.

En lo que respecta a internautas, España, con no más de 10 internautas cada 100 habitantes, queda bastante rezagada respecto a la media europea, 25 por ciento, y, por supuesto, de EE.UU., que supera el 40%.

Las previsiones para los próximos cinco años son muy optimistas, en el sentido de un crecimiento sostenido. La AUI (Asociación de Usuarios de Internet) estima un incremento anual de unos tres millones de usuarios, llegando a superarse los 26 millones en noviembre de 2006.

Es fundamental que España no pierda más ritmo en su inserción en la Sociedad de la información. Más aún, debemos recuperar el terreno perdido. Nos jugamos el futuro. Así que, por una vez, convendría que nuestro país se tomara en serio la tecnología, la ciencia y la innovación.