

El fenómeno Wi-Fi

El fenómeno Wi-Fi

Antoni Brey



Zero Factory S.L.
Av. Icaria, 205, 2^a 1^a
Tel. 93 224 01 50. Fax 93 225 19 81
08005 Barcelona
info@infonomia.com
<http://www.infonomia.com>

Primera edición:
Depósito legal:
ISBN:

Diseño de la cubierta: Normadesign
Impresión: Cargraphics
Impreso en España – Printed in Spain

Índice

Prólogo.

Introducción

1. Qué es la tecnología Wi-Fi

1.1. Las comunicaciones inalámbricas en la actualidad

1.2. La familia IEEE 802.11

1.3. Elementos de un sistema Wi-Fi

1.4. Algunos aspectos a considerar

2. Aplicaciones y oportunidad de negocio

2.1. El valor de la movilidad

2.2. Despliegue de redes LAN: ahorrar costes con Wi-Fi

2.3. Wi-Fi como medio de acceso a Internet: los *hot spots*

2.4. Redes inalámbricas extensas (WWAN): incrementar el alcance de Wi-Fi

2.5. El último kilómetro

2.6. Sectores de actividad, agentes y modelos de negocio

3. Wi-Fi como fenómeno social

3.1. Un cóctel de éxito

3.2. Redes ciudadanas, software libre y *hot spots*.

3.3. Comunidades wireless y contracultura

3.4. Expertos, gurús y medios de comunicación

3.5. La tecnología de moda

4. A partir de ahora

4.1. Nuevos estándares 802.11

- 4.2.** WiMAX
- 4.3.** Competencia y coexistencia con UMTS
- 4.4.** El papel de las administraciones
- 4.5.** ¿Una nueva burbuja tecnológica?

Prólogo

Desde hace más de diez años los expertos del sector de las telecomunicaciones preconizan el acaecimiento de un hecho relevante: la “convergencia tecnológica”. El fenómeno, basado en la digitalización de todo tipo de información, significa simplemente la independencia de los contenidos con respecto a las infraestructuras físicas que soportan su transmisión o su difusión. Pero hasta el momento dicho fenómeno sólo se ha materializado a nivel de redes de transporte troncal.

Con la aparición de las tecnologías Wi-Fi, WiMax, UMTS, con la televisión y la radio digitales y con las técnicas de “voz sobre IP” (VoIP), todo parece indicar que la anunciada “convergencia tecnológica” empieza a ser una realidad también en la “última milla”, es decir, en la red de acceso que hace posible la conectividad personal. Allí es donde los conceptos de “voz”, “banda ancha” y “movilidad” se combinan de forma óptima para satisfacer las necesidades de los usuarios quienes, en el nuevo escenario, dejan entonces de ser conscientes del tipo de infraestructura de red que les proporciona los servicios.

Cualquier intento de prever el futuro siempre comporta grandes probabilidades de error. Sin embargo éste se puede minimizar, para el futuro más inmediato, si se parte de una observación periférica, desde distintos puntos de vista y con sensores del tipo “gran angular”. Esto es lo que nos aporta Antoni Brey con el libro que tienen ustedes en las manos: una visión amplia, actual y pormenorizada de una nueva tecnología de acceso radio, la de la familia de estándares IEEE 802.11, conocida popularmente por Wi-Fi.

El contenido de *El fenómeno Wi-Fi* no sólo contempla la temática tecnológica. Antoni Brey pertenece a este conjunto de ingenieros involucrados siempre en el alcance social y humanista de los desarrollos de

la ingeniería, a este grupo, que bien podríamos calificar de “ingenieros ilustrados”, permanentemente preocupados por la vertiente más humana del desempeño del oficio de ingeniero y de la aplicación de las nuevas técnicas y tecnologías. En su libro también podemos encontrar un análisis detallado de Wi-Fi como fenómeno social, su reivindicación por determinadas comunidades de usuarios, su utilización oportunista por parte de algunos dirigentes y los peligros que se derivan de un despliegue inexperto. Todo ello narrado de forma amena, didáctica - en este sentido el autor aprovecha la descripción de los elementos de un sistema Wi-Fi para explicarnos que es una red, que es conectividad o cuales son los eslabones de un sistema de telecomunicación - y con un vocabulario asequible para cualquier ciudadano.

El libro de Antoni Brey *El fenómeno Wi-Fi* es un compendio exhaustivo y oportuno sobre esta nueva tecnología de acceso a los servicios de telecomunicación, sus posibilidades tecnológicas, su complementariedad con las redes existentes y sus potencialidades en el marco de la convergencia tecnológica. Y es también una reflexión sobre los fenómenos sociales, culturales y económicos que está generando. Un trabajo excelente que nos abre los ojos ante esta realidad global de cambio acelerado que conocemos como “Sociedad de la Información”.

Antoni Elias Fusté

Barcelona, diciembre de 2004.

Introducción

¿Existe el fenómeno de las modas en el mundo de la tecnología? A primera vista puede sorprender que esto suceda en un terreno como el tecnológico, supuestamente caracterizado por seguir una evolución vinculada a los esfuerzos continuados de los centros de investigación, las universidades y las empresas. Pero lo cierto es que desde hace algún tiempo existe una tecnología de la que se habla a menudo, que aparece con frecuencia en los medios de comunicación y que es capaz de despertar el interés de los profanos o el desconcierto de los profesionales del sector: se trata de Wi-Fi.

Ciertamente, el término Wi-Fi ha trascendido el ámbito especializado y se ha convertido en una palabra de uso social. Y como tal, ha adquirido determinadas connotaciones que otorgan atributos específicos a quienes la usan, tanto a sus defensores como a sus detractores. Wi-Fi se ha asociado a una manera específica de entender el concepto de Sociedad de la Información y se ha convertido en un elemento valioso que da un aire innovador a cualquier tipo de discurso.

Así pues, el fenómeno Wi-Fi no es una cuestión meramente tecnológica sino que muestra una interesante vertiente sociológica que intentaremos plasmar en este libro. No se trata, pues, de un texto técnico, un manual para constructores de redes informáticas o para ingenieros de sistemas de telecomunicación. Existen excelentes tratados que reúnen esas características, algunos de ellos referenciados en la bibliografía. Más bien al contrario, se ha limitado al mínimo imprescindible el uso de términos técnicos, se ha intentado evitar la proliferación de acrónimos y no hay ninguna fórmula matemática en sus páginas.

Tampoco se trata de una recopilación de experiencias acerca del uso de Wi-Fi, pues resulta fácil encontrar esa información en Internet, donde las páginas de las empresas del sector o de las asociaciones relacionadas con Wi-Fi reúnen de forma actualizada todo tipo de aplicaciones e iniciativas.

Para apreciar en su conjunto el fenómeno es necesario, en primer lugar, disponer de algunas nociones acerca de en qué consiste esta tecnología (capítulo 1) y para qué se puede utilizar (capítulo 2). En segundo lugar, es preciso conocer qué camino ha seguido para ocupar su lugar actual en la sociedad (capítulo 3), algo en cierto modo independiente de sus propiedades como propuesta tecnológica. Finalmente, conviene intentar describir de una forma lo más realista posible la situación con la que se enfrentará a partir de ahora (capítulo 4).

Los datos y cifras expuestos a lo largo del libro proceden de fuentes estadísticas de acceso libre o han sido publicadas en la prensa. Son, pues, de dominio público y por tanto no se cita su procedencia de manera sistemática.

Capítulo 1

Qué es la tecnología Wi-Fi

Antes de describir, en próximos capítulos, las aplicaciones que están surgiendo en torno a esta tecnología y de tratar de discernir las claves de su aparente éxito social, conviene analizar con cierto detalle a qué nos referimos cuando hablamos de Wi-Fi. Debemos situarnos en el amplio contexto de las comunicaciones inalámbricas, una industria en auge que representa en la actualidad uno de los puntales básicos del sector de las telecomunicaciones. Hoy en día Wi-Fi es sólo una pequeña porción de un pastel mucho más grande, pero hay quien le augura un futuro brillante.

1.1. Las comunicaciones inalámbricas en la actualidad

Es de sobras conocido por todos que desde hace muchos años disponemos de la capacidad tecnológica necesaria para comunicarnos sin necesidad de estar permanentemente conectados a un cable, mediante la modulación de ondas electromagnéticas. Convivimos con receptores de radio y televisores que nos ofrecen información procedente de estaciones emisoras ubicadas a kilómetros de distancia. También somos capaces de establecer comunicaciones bidireccionales vía radio utilizando *walkie-talkies*, emisoras instaladas en vehículos o, más recientemente, teléfonos móviles. ¿A qué se debe entonces el interés actual por las comunicaciones inalámbricas?

El auge de las comunicaciones inalámbricas debe situarse en un nuevo contexto: la digitalización de la información, mediante la cual la voz, la imagen y los datos informáticos convergen y la transmisión de datos se convierte de manera progresiva en la forma principal de comunicación. En

este marco de integración digital las nuevas comunicaciones inalámbricas ofrecen al usuario el acceso flexible y cómodo a unos servicios de telecomunicación unificados.

En la actualidad existen, a grandes rasgos, tres tecnologías inalámbricas destinadas a proporcionar movilidad. Una de ellas es Bluetooth, creada para interconectar equipos muy próximos entre sí (algunos metros). Otra es la telefonía móvil de tercera generación (3G o UMTS), que promete ofrecer capacidades de transmisión de megabits por segundo en cualquier lugar. La tercera es Wi-Fi, tecnología en la que centraremos la atención en este trabajo.

El grado de implantación actual de cada una de ellas es muy diferente. Bluetooth constituye un ejemplo de tecnología que encuentra dificultades para arraigar. Muchos dispositivos disponen de ella y aparentemente es una solución interesante, pero ¿cuánta gente la utiliza? En la práctica se limita a una innovación con un impacto similar a otras propuestas recientes para la mejora de la conectividad, como el bus serie universal USB (*Universal Serial Bus*) que hoy día incorporan la mayoría de ordenadores. Es decir, su introducción no comporta un cambio sustancial en las aplicaciones de la tecnología ni genera nuevos sectores de actividad. Sirve, sencillamente, para evitar en parte que estemos rodeados de cables, a pesar de que sus promotores pretendan posicionarla como una auténtica candidata para construir redes inalámbricas.

Con UMTS sucede todo lo contrario: se trata de la tecnología de las grandes expectativas que nunca llegan a concretarse. Las empresas operadoras han pagado licencias multimillonarias por sus derechos de explotación pero su lanzamiento comercial se ha aplazado en numerosas ocasiones. Se la presenta como una revolución del panorama de los servicios de telecomunicación aunque, en realidad, hasta el momento nadie ve clara la necesidad de disponer de una conexión móvil y permanente a Internet en todo el territorio, y menos previo pago por el servicio a un operador que debe

amortizar unas infraestructuras faraónicas y unas licencias de coste disparatado.

La implantación de Wi-Fi ha seguido un camino muy distinto al de las dos tecnologías anteriores. El número de instalaciones no cesa de crecer mientras el descenso del precio de los dispositivos y el incremento de las prestaciones no se detienen. Desde sectores sociales diversos se manifiesta curiosidad e interés por sus posibles usos y aparecen nuevas empresas especializadas a su alrededor. En poco tiempo se ha convertido en una tecnología de moda.

1.2. La familia IEEE 802.11

El IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) es una organización asociativa norteamericana que desde 1963 (en realidad desde 1880 con nombres diferentes) se dedica a la promoción y el desarrollo de todas las tecnologías afines a la electrotecnia, un campo extensísimo que hoy en día comprende desde la telegrafía más antigua hasta la opto-electrónica más innovadora. Entre sus finalidades se encuentra el desarrollo de estándares tecnológicos destinados a favorecer la interoperabilidad de equipos, evitar la duplicación de esfuerzos y beneficiar la competitividad de las empresas asociadas, básicamente norteamericanas.

Los estándares se agrupan en familias y cada una de ellas la desarrolla un grupo de trabajo distinto. Desde los primeros borradores hasta la aprobación definitiva de un estándar por parte del comité supervisor, el IEEE Standards Board, pueden transcurrir varios años y en cada familia suelen coexistir varios estándares en diferentes grados de elaboración. Algunas de las propuestas del IEEE que han conseguido mayor aceptación son aquellas relacionadas con las redes de área local (*local area network*, LAN): la familia IEEE802, Ethernet y Token Ring principalmente.

A finales de los años ochenta el mismo equipo que había elaborado las especificaciones para las LAN empezó a trabajar en estándares para redes de datos inalámbricas (*Wireless LAN*, WLAN). El grupo de trabajo IEEE 802.11 se encargó de desarrollar las especificaciones de control de acceso al medio (MAC) y la capa física para estos sistemas. Por ese motivo a los estándares de la familia 802.11 se les llama en ocasiones Ethernet inalámbrica.

El IEEE Standards Board aprobó el primer estándar sobre comunicaciones inalámbricas, denominado IEEE 802.11, el 26 de junio de 1997 y lo publicó el 18 de noviembre del mismo año. Los fabricantes empezaron a suministrar dispositivos acordes con las nuevas especificaciones a lo largo de 1998.

Un factor clave para permitir la proliferación de este tipo de equipos fue la apertura al uso libre de las bandas de frecuencia donde estos operaban. En 1985 la FCC (*Federal Communications Commission*), el organismo gestor del espectro radioeléctrico en Estados Unidos, autorizó el uso público de las bandas designadas como industriales, científicas y médicas (*ISM bands*) por parte de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

En el momento de escribir estas páginas (verano de 2004) existen cuatro estándares de la familia IEEE 802.11 totalmente acabados: el original 802.11, aprobado en 1997, que especifica velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbps utilizando tanto señales infrarrojas como radio. En 1999 apareció el 802.11b, que si bien fue designado con la letra b se aprobó antes que la versión a, desarrollado para operar en la banda de 2,4 GHz con velocidades de hasta 11 Mbps. En 1999 se aprobó también el 802.11a, aunque no empezó a funcionar de forma comercial hasta el año 2001. Emplea la banda de 5 GHz y permite conseguir velocidades de transmisión de hasta 54 Mbps. Finalmente, en junio de 2003 fue aprobada la versión definitiva del 802.11g, que utiliza nuevamente la banda de 2,4 GHz y es compatible con dispositivos diseñados según el 802.11b. El nuevo estándar permite alcanzar

velocidades de transmisión de datos de hasta 54 Mbps a costa, eso sí, de ocupar toda la banda de frecuencias.

Ante el interés creciente por las comunicaciones inalámbricas, y entendiendo las ventajas de la estandarización, en agosto de 1999 los principales fabricantes de dispositivos inalámbricos (3Com, Aironet, Intersil, Lucent, Nokia y Symbol) crearon WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), que algún tiempo después pasó a llamarse Wi-Fi Alliance, con la finalidad de certificar la compatibilidad de productos basados en el estándar IEEE 802.11b. Tan sólo un mes después los fabricantes de ordenadores personales Dell y Compaq se adhirieron a la nueva organización y se creó la marca Fidelidad Inalámbrica (Wi-Fi, *Wireless Fidelity*), que aparecerá más adelante en todos los productos certificados como compatibles. Cualquier fabricante que supere las pruebas de compatibilidad puede utilizar la marca Wi-Fi en sus equipos. Para los productos basados en el estándar IEEE 802.11a, WECA autoriza la utilización de la marca Wi-Fi5, que afianza el funcionamiento en la banda de 5 GHz.

1.3. Elementos de un sistema Wi-Fi

Entendemos por red cualquier sistema físico que pretende, en último término, establecer conexiones entre dispositivos terminales. Puede ser tan sencilla como dos ordenadores enlazados entre sí para compartir información o tan compleja como Internet, una red que interconecta equipos repartidos por el mundo entero.

La finalidad básica de un sistema Wi-Fi consiste en hacer posible la comunicación, sin utilizar ningún tipo de cableado, entre equipos dotados del correspondiente adaptador y permitirles, además, formar parte de una red informática convencional. Para ello un sistema Wi-Fi debe estar compuesto, desde un punto de vista conceptual, por los siguientes elementos:

1.3.1. Dispositivos terminales

Los dispositivos terminales más habituales de las redes inalámbricas, aquellos a través de los cuales se envía y recibe información, son los que permiten a los usuarios beneficiarse de la movilidad: ordenadores portátiles, PDA (*personal digital assistants*), lectores de códigos de barras o impresoras portátiles. No obstante, cualquier equipo informático con capacidad para trabajar en red puede ser conectado a una red Wi-Fi mediante el correspondiente adaptador inalámbrico: impresoras, ordenadores de sobremesa, escáneres, servidores de datos, etc. Además, no cesan de aparecer dispositivos con capacidad para conectarse de forma inalámbrica como, por ejemplo, *webcams* o teléfonos IP.

Habitualmente los equipos terminales se conectan a la red inalámbrica de cinco maneras: si disponen de una conexión Ethernet con conector RJ45, pueden utilizar un adaptador externo Ethernet / Wi-Fi. Muchos equipos, entre ellos la mayoría de ordenadores portátiles, disponen de *slots* PCMCIA donde insertar una tarjeta Wi-Fi. Existen adaptadores inalámbricos que se conectan a un puerto USB y también otros que requieren abrir el ordenador para ser insertados en el bus PCI. Finalmente, cada vez con mayor frecuencia, los equipos incorporan circuitos internos que les permiten comunicarse con una red Wi-Fi.

Para realizar la transición entre el medio eléctrico y el medio inalámbrico resulta imprescindible el uso de antenas. Los adaptadores siempre incorporan una antena interna pero muchos de ellos también disponen de conectores donde es posible conectar antenas externas que permiten mejorar las prestaciones del sistema Wi-Fi.

Una parte significativa del éxito de Wi-Fi debe atribuirse a la disponibilidad de dispositivos terminales adecuados para cada aplicación. Por unos cuantos euros podemos adaptar casi cualquier dispositivo a una red

inalámbrica y dotarlo así de una movilidad que permite ampliar el abanico de situaciones en los que puede ser utilizado.

1.3.2. Medio inalámbrico de transmisión

En una red Wi-Fi la información viaja a través de un medio no guiado, es decir, por el aire (o por el vacío si estuviéramos en el espacio). No existe cable, fibra óptica ni conexión material de ningún tipo entre los dispositivos que forman la red, a excepción de la conexión a la red cableada que se realiza en los puntos de acceso. Según los estándares IEEE 802.11 este medio inalámbrico puede ser la luz infrarroja, como la utilizada por los puertos infrarrojos de ordenadores y cámaras digitales, o bien las ondas de radio, en dos bandas de frecuencia: 2,4 GHz y 5 GHz.

1.3.3. Puntos de acceso (*access points*)

El punto de acceso es el elemento que permite adaptar los datos que se transmiten de forma inalámbrica a una red cableada tradicional. Es el puente (*bridge*) entre la parte inalámbrica y la parte cableada de una red. Dicha parte cableada puede ser, por ejemplo, una LAN Ethernet, una línea RDSI o una conexión ADSL. Existen, pues, diversos puntos de acceso con capacidad de conectarse físicamente a cada una de las tipologías de red.

La zona física dentro de la cual puede establecerse la comunicación entre los dispositivos terminales inalámbricos y el punto de acceso se conoce como la zona de cobertura Wi-Fi del punto de acceso. Aunque conceptualmente la función de *bridge* entre la parte inalámbrica y convencional de una red es la principal, los puntos de acceso realizan diversas tareas, entre otras las de controlar los permisos de acceso a la red y servir de repetidor entre los usuarios inalámbricos.

1.3.4. Red de distribución

Una red Wi-Fi no tiene por qué limitarse a un solo punto de acceso. Varios puntos de acceso pueden ubicarse adecuadamente para ofrecer cobertura (capacidad para comunicarse con los dispositivos terminales de forma inalámbrica) a una zona extensa. Para ello, deben interconectarse para formar una sola red y permitir, por ejemplo, que los usuarios se muevan por esa zona extensa cambiando el punto de acceso al cual están enlazados sin perder la comunicación con sus aplicaciones.

La red que une los diferentes puntos de acceso es la red de distribución. Se debe entender en un sentido amplio: la red de distribución puede ser una sencilla LAN que interconecte unos pocos puntos de acceso para ofrecer conectividad Wi-Fi en un almacén, o puede ser toda Internet, si ésta se utiliza como red de distribución de un sistema Wi-Fi formado por puntos de acceso repartidos por todo el mundo.

1.4. Algunas consideraciones en torno a la tecnología Wi-Fi

La tecnología Wi-Fi posee una serie de ventajas objetivas inherentes a su capacidad de proporcionar movilidad, flexibilidad y una conectividad de calidad suficiente para utilizar con comodidad la mayoría de aplicaciones multimedia, es decir, banda ancha. Estas cualidades hacen posible que se utilice para multitud de aplicaciones, como explicaremos en el siguiente capítulo. No obstante, también presenta algunos inconvenientes específicos que conviene conocer con cierto detalle.

1.4.1. ¿Existen riesgos para la salud de las personas?

Tal y como se puso de manifiesto en los recientes episodios de oposición popular a la instalación de antenas de telefonía móvil, existe una preocupación social por el posible efecto de las emisiones radioeléctricas sobre la salud de las personas. Se trata de un fenómeno complejo que no se basa tanto en pruebas científicas sobre la nocividad de las ondas de radio como en la alarma social generada a raíz de un despliegue, en ocasiones precipitado y poco respetuoso, de las infraestructuras destinadas a ofrecer la cobertura necesaria para el nuevo servicio de telecomunicación. La situación ha desembocado en la aparición de normativas de diferentes administraciones que regulan los niveles radioeléctricos a los que pueden estar expuestas las personas y donde se establecen los mecanismos de control de las instalaciones emisoras. Dichas normativas se basan en recomendaciones que, a nivel europeo, se han creado basándose en las evidencias científicas disponibles en la actualidad y en el principio de precaución que rige la política medioambiental de la Unión Europea.

Hasta el momento, la polémica no ha aparecido asociada a la tecnología Wi-Fi. Para evitar que así sea en el futuro, es necesario sacar provecho de la experiencia recogida durante el despliegue de las estaciones base de telefonía móvil y actuar con la máxima prudencia. Cabe señalar dos aspectos adicionales. El primero es que, por el hecho de utilizar las bandas de frecuencia destinadas a uso libre, los sistemas Wi-Fi se pueden equiparar a los de radioafición, los cuales están sujetos a unos procedimientos de seguimiento y control por parte de las administraciones menos estrictos que en el caso de otras instalaciones de uso profesional. En segundo lugar, las limitaciones de potencia establecidas para el uso de las bandas libres garantizan el cumplimiento sobrado de todas las normativas actuales sobre niveles máximos de exposición para las personas por parte de cualquier dispositivo presente en el mercado.

Ahora bien, cuando se manipulan los equipos para construir sistemas destinados a finalidades distintas de la original, la situación se complica. El

uso de antenas externas y de amplificadores debe realizarse siempre con conocimiento de causa para no sobrepasar los límites establecidos. Si no se actúa de esta forma, ya sea por ignorancia o de forma premeditada, es fácil que se produzcan niveles radioeléctricos que superen los márgenes admisibles alrededor de los elementos radiantes. Se trata en este caso de un tema al que se debe prestar la máxima atención, pues los tejidos vivos absorben con facilidad las ondas de radio de 2,4 GHz y, ante potencias elevadas, corren el riesgo de calentarse en exceso, de forma equivalente a lo que sucede en el interior de los hornos microondas.

1.4.2. ¿Es posible garantizar la privacidad de las comunicaciones en una red Wi-Fi?

Para responder adecuadamente a esta pregunta hemos de partir de una premisa básica: cuando una información sale de nuestro ordenador o de nuestro escritorio, si no está cifrada no es segura. No existen canales totalmente seguros. Lo mismo sucede cuando echamos una carta a un buzón: si no se han tomado medidas de protección, su información estará al alcance de fisgones indeseados si estos deciden asumir la ilegalidad de su actitud. Las tecnologías inalámbricas, por el hecho de transmitir la información por un medio no guiado que fácilmente sobrepasará los límites dentro de los cuales deseábamos que quedara confinada, son más propensas a sufrir problemas de seguridad. Ello supone una desventaja respecto a otros sistemas, pero se trata de una desventaja de grado, no de concepto.

Naturalmente, fisgonear en una comunicación inalámbrica es tecnológicamente más sencillo y discreto que hacerlo en una que fluya a través de un cable de cobre o de una fibra óptica, aunque ello también sea posible. Además, en comparación con otros sistemas, una red inalámbrica es más fácil de sabotear mediante interferencias, duplicación de nombres de red, etc.

Así pues, ¿es conveniente utilizar las redes Wi-Fi para aplicaciones que requieran ciertas garantías de privacidad y fiabilidad? No deberíamos caer en una actitud paranoica, a pesar de lo expuesto y de que la amenaza de los saboteadores y los fisgones existe, como demuestra la proliferación de los virus informáticos y de software espía. Habitualmente los equipos Wi-Fi incorporan diversos métodos de cifrado que dificultan la tarea del fisgón pero que no la imposibilitan. Los nuevos estándares IEEE prestan especial atención a este aspecto, en concreto el IEEE 802.11i.

Si deseamos establecer una comunicación totalmente segura (cosa que no siempre es necesaria) no nos queda otro remedio que cifrar los datos antes de que abandonen los dispositivos terminales o, en cualquier caso, antes de que entren en el tramo inalámbrico de la red. Después se descodificarán en el momento de la recepción, de forma similar a como sucede, por ejemplo, en las conexiones seguras a través de Internet. Existen multitud de métodos, tanto hardware como software, para realizar esta función, del mismo tipo que los usados desde hace tiempo para la creación de redes privadas virtuales (VPN). Con todo, la seguridad completa sigue siendo un tema pendiente de resolución.

1.4.3. El problema de las interferencias.

Al basarse en el envío y en la recepción de señales de radiofrecuencia o infrarrojas a través del aire, los sistemas inalámbricos se vuelven vulnerables a los efectos de la atmósfera y a las interferencias provenientes de otros equipos electrónicos.

En realidad, las dificultades provocadas por condiciones atmosféricas adversas son mínimas a causa del corto alcance de la mayoría de las aplicaciones Wi-Fi. Únicamente cuando se utiliza Wi-Fi para unir redes físicamente distantes (varios centenares de metros) una lluvia intensa puede provocar disminuciones problemáticas de los niveles de señal si estos ya se

encuentran cercanos a los límites de la sensibilidad de los equipos en condiciones normales.

La tecnología Wi-Fi utiliza técnicas de espectro ensanchado de origen militar que le confieren robustez frente a las interferencias y le permiten trabajar de manera eficiente con niveles relativamente elevados de señal interferente, pero hay que tener en cuenta que esto no elimina por completo el riesgo de problemas. Las interferencias pueden provenir de fuentes diversas. Hay equipos de potencia que usan frecuencias distintas pero producen armónicos dentro de las bandas Wi-Fi, equipos que trabajan en la misma frecuencia, como los hornos microondas, y por supuesto, otros sistemas Wi-Fi próximos. Este último caso es, de hecho, poco frecuente y dadas las limitaciones de potencia existentes, que comportan un alcance limitado, sólo se dará en situaciones de máxima proximidad física y uso simultáneo de los mismos canales de la banda. La congestión Wi-Fi sólo aparecerá en entornos de alta densidad de usuarios en los cuales varias redes pretendan ofrecer conectividad de forma simultánea.

Finalmente se debe tener en cuenta que los sistemas Wi-Fi pueden interferir en otros sistemas de telecomunicación: radionavegación de aeronaves, comunicaciones militares, etc. Precisamente, una de las finalidades de las restricciones de potencia radiada recogidas consiste en limitar este tipo de situaciones problemáticas.

Capítulo 2

Aplicaciones y oportunidad de negocio

La tecnología Wi-Fi ha sido desarrollada con una finalidad simple y clara: ampliar el alcance de las redes de datos a través de una interfaz radio. Su desarrollo ha coincidido, tal y como se ha comentado anteriormente, con un momento en el que se produce una convergencia entre los diferentes servicios de telecomunicaciones que tiende a unificar las redes desde el punto de vista tecnológico: se desdibuja la separación entre voz, TV, datos, servicios unidireccionales, etc.; y entre las distintas redes que los transmiten. La combinación de los dos ingredientes ha propiciado una inesperada e interesante explosión de propuestas de aplicación en torno a Wi-Fi.

No se pretende aquí hacer una exposición exhaustiva de todos los posibles usos de Wi-Fi, puesto que no cesan de surgir nuevas iniciativas. Muchas de ellas son generadas por los propios usuarios, que son quienes conocen bien las particularidades y las necesidades de su campo de actuación. No obstante, disponer de una clasificación conceptual, aunque no sea completa, puede servir para motivar la imaginación de aquellos interesados en utilizar Wi-Fi.

El capítulo se estructura en seis apartados. En el primero se exponen aquellas aplicaciones derivadas directamente de la movilidad que Wi-Fi puede aportar a los usuarios. En el segundo, las asociadas a las ventajas que la tecnología ofrece para el despliegue de una red informática LAN. En el tercero se analizan las propuestas surgidas alrededor de la utilización de Wi-Fi como un medio de acceso a Internet. En el cuarto apartado se discute su utilización para establecer enlaces de media distancia destinados a crear redes de banda ancha entre puntos fijos. La siguiente sección se centra en

el estudio de las oportunidades que Wi-Fi ofrece como medio para solucionar el problema del acceso de los usuarios a los servicios de telecomunicación y finalmente, en el sexto apartado, se exploran los diferentes sectores de negocio y agentes que se dedican a estas nuevas aplicaciones.

2.1 El valor de la movilidad

La aportación esencial de la tecnología Wi-Fi al mundo de las redes es la combinación de la movilidad para el usuario con la conectividad de banda ancha. No vamos a valorar las posibilidades de la banda ancha, que también ofrecen otros medios de conexión, sino su combinación con la movilidad.

El número de propuestas en este sector no cesa de crecer. Si bien Wi-Fi no es la única tecnología que ofrece movilidad, sí que debe ser tenida en cuenta en muchas ocasiones debido a su bajo coste, a su simplicidad de uso y a la existencia de una gama variada de dispositivos con adaptadores compatibles con este tipo de red.

Es cierto que en las aplicaciones que requieren movilidad no siempre se necesita una conexión permanente a una red de datos: para algunas de ellas es suficiente disponer de terminales portátiles con capacidad para almacenar datos. Un volcado de ficheros de vez en cuando puede ser suficiente para la función requerida.

Ahora bien, el campo de las aplicaciones relacionadas con la movilidad se extiende enormemente si se dispone de acceso a bases de datos y vínculos permanentes y en tiempo real con herramientas informáticas y otros usuarios remotos.

2.1.1. Almacenes / logística

La complejidad de la gestión de los almacenes ha determinado la necesidad de dotar a los operarios de terminales portátiles que combinan sistemas de identificación automática (código de barras, *tags* de radiofrecuencia, etc.) con la movilidad en naves extensas y con la conexión permanente a bases de datos y aplicaciones informáticas de gestión de la logística. De hecho, la existencia de terminales portátiles con conexión vía radio para almacenes se remonta a varios años atrás. La aparición de Wi-Fi ha hecho posible la ampliación de la cobertura a zonas más extensas, una conexión más inmediata con los sistemas informáticos de las empresas, la mejora del interfaz del usuario y la estandarización y compatibilidad entre los diferentes proveedores de terminales. Todo ello ha significado un impulso considerable para el sector.

2.1.2. Comercio

En el comercio al por menor, el uso de terminales móviles por parte de los empleados permite aumentar considerablemente la capacidad de facilitar información comercial y técnica a los clientes. Además favorece la agilidad de las transacciones si se incorporan herramientas para la identificación automática de artículos y se vinculan los terminales a las aplicaciones administrativas de venta, facturación y gestión de stocks.

2.1.3. Campus

Los campus universitarios se están convirtiendo rápidamente en zonas con cobertura Wi-Fi: aulas, bibliotecas, comedores y dormitorios. El uso de ordenadores portátiles y todo tipo de terminales personales se extiende ya sea para aplicaciones de intercomunicación, consulta de información o colaboración en línea. Es un entorno que se caracteriza por una densidad potencial de usuarios muy elevada, entre los cuales ya existe una larga tradición en el uso de redes informáticas amplias.

2.1.4. Sanidad

Un elemento importante de cualquier servicio de atención sanitaria es disponer de la información adecuada del historial de un paciente. Si esta información se encuentra en bases de datos informatizadas el personal sanitario, dotado de terminales portátiles, puede consultarla o modificarla a lo largo del tratamiento del paciente. Asimismo, es posible acceder de forma instantánea a sistemas expertos de ayuda a la diagnosis así como a los resultados de las pruebas clínicas.

El uso de redes inalámbricas también puede ser de utilidad para la gestión desde una base de datos centralizada de la farmacología en entornos hospitalarios: desde la dispensación y distribución hasta el control de acceso restringido a determinados medicamentos por parte del propio personal del centro sanitario.

2.1.5. Educación

El sector educativo ofrece considerables posibilidades para desarrollar nuevas aplicaciones aprovechando la movilidad que puede aportar Wi-Fi, pero hasta el momento no se han concretado de forma clara salvo en el mundo universitario.

El mundo de los terminales portátiles para actividades educativas está íntimamente ligado al desarrollo de contenidos adecuados para ellos y al cambio de hábitos del profesorado, un sector tradicionalmente alejado de la innovación tecnológica y que manifiesta reservas para su implantación. La introducción de innovaciones en este sector requiere un planteamiento más genérico, una teoría amplia que reflexione sobre las posibilidades pedagógicas que ofrecen las nuevas tecnologías: enseñanza personalizada, abandono de la distribución tradicional de las aulas profesor-pizarra frente a alumnos, adaptación dinámica del nivel de los contenidos a cada estudiante, etc.

2.1.6. Atención al cliente

Multitud de servicios donde es preciso prestar una atención personalizada, rápida y eficiente a los clientes se pueden beneficiar de la disponibilidad de terminales portátiles por parte de los encargados de prestar el servicio: restaurantes, banquetes, eventos sociales con numerosos invitados, etc. También es posible hacer más atractiva la visita a un museo o una exposición si se facilitan terminales multimedia a los visitantes, de forma gratuita o mediante alquiler.

2.1.7. Contadores y máquinas expendedoras

En las redes de distribución de agua, gas o electricidad la lectura de consumos en los contadores de los usuarios constituye una tarea imprescindible pero laboriosa para las empresas del sector. Es posible automatizar esta operación facilitando la recogida de datos a los operarios mediante terminales portátiles capaces de realizar la lectura situándose en las proximidades de los contadores si éstos están provistos de un rudimentario y económico dispositivo Wi-Fi. Un paso más consistiría en efectuar la recogida de datos de forma remota mediante la conexión de los contadores a una red extensa Wi-Fi, cuya construcción podría resultar viable por su facilidad de despliegue o en colaboración con una empresa de telecomunicaciones.

El caso de las máquinas expendedoras es muy similar al de los contadores de las redes de suministro. Por un coste muy bajo sería posible agilizar la tarea de los encargados de mantenerlas en funcionamiento y aprovisionadas.

2.1.8. Talleres y procesos industriales

De forma semejante a lo que sucede en las aplicaciones destinadas al sector sanitario, dotar de terminales móviles a los operarios de talleres y plantas donde se realizan procesos industriales puede comportar una reducción drástica de documentos en circulación (hojas de encargo, rutas de trabajo o

controles de calidad). Además, permite mantener una base de datos centralizada y actualizada en tiempo real y facilita la consulta de esquemas, especificaciones y planos on-line.

2.1.9. Ámbito doméstico

La posibilidad de integrar los diferentes servicios de telecomunicación presentes en un hogar (intercomunicación, telefonía, acceso a Internet, sistemas de seguridad o portería electrónica) sobre un único soporte físico, combinado con la movilidad que ofrece Wi-Fi, aporta ventajas realistas y atractivas a sus ocupantes, entre ellas, un aumento del confort: aquellos que han tenido ocasión de comprobarlo afirman que leer el periódico a través de Internet tumbados en el sofá cambia la perspectiva de este medio de comunicación. El campo del llamado “hogar digital”, un sector que genera periódicamente unas expectativas que nunca han logrado cuajar, podría beneficiarse de la disponibilidad de un sistema de conectividad de banda ancha con un estándar bien establecido, de bajo coste y extremadamente simple de instalar. De hecho, las dificultades para implantar los sistemas domóticos han sido desde siempre la existencia de sistemas específicos para cada fabricante y la necesidad de prever su instalación durante la fase de construcción de las viviendas.

2.1.10. Estadios deportivos: Cuando los usuarios dispongan de terminales personales con capacidad para conectarse a una red Wi-Fi (teléfonos móviles, PDAs), este tipo de complejos recreativos podrá poner en funcionamiento servicios destinados a ofrecer repeticiones de las jugadas, consultas a estadísticas de los partidos, etc. (los aficionados al deporte parecen tener una sed perpetua de un tipo de datos que otras personas considerarían, utilizando una expresión moderada, de bajo interés).

2.1.11. Otros planetas: La NASA está estudiando la posibilidad de utilizar Wi-Fi para interconectar elementos robotizados de exploración desplegados

sobre la superficie de Marte, beneficiándose de esta manera de una tecnología genérica completamente desarrollada y probada.

2.2. Despliegue de redes LAN: ahorrar costes con Wi-Fi

El uso de la tecnología Wi-Fi como una opción para el despliegue de redes LAN convencionales, finalidad original de la misma, presenta una serie de ventajas en determinados ámbitos que se traducen finalmente en ahorros significativos de tiempo y dinero. La posibilidad de extender una red sin cables implica rapidez de despliegue, flexibilidad ante posibles modificaciones de la red y reducción del impacto físico de la instalación.

2.2.1. Rapidez de despliegue

La instalación de unos pocos puntos de acceso Wi-Fi permite desplegar una red informática en una zona extensa con poco esfuerzo. El ahorro de tiempo conseguido puede suponer una reducción de costes que justifique, de entrada, la utilización de la tecnología inalámbrica. Pero en determinadas situaciones la rapidez de despliegue se convierte en un elemento crítico: disponibilidad de conexión en zonas de desastres y emergencias como un accidente o un incendio, o bien durante asistencias técnicas, es decir, mientras dura la reparación de una instalación o una máquina. En estos casos el uso de Wi-Fi es casi imprescindible.

2.2.2. Flexibilidad

Tarde o temprano, las redes informáticas sufren cambios que conllevan la modificación de las instalaciones: reorganización de oficinas, cambios de ubicación de equipos, nuevas particiones o redecoraciones. Naturalmente, en el caso de disponer de una red inalámbrica los costes que se derivan de

estos cambios son mínimos y además ésta puede seguir funcionando durante la mudanza.

Debe tenerse en cuenta especialmente en lugares que se dedican de forma habitual a actividades cambiantes y que pueden sufrir ajustes frecuentes en su dimensionado como los centros de convenciones o las salas de prensa.

2.2.3. Reducción del impacto

En ciertos casos, el despliegue de una red cableada convencional puede resultar dificultoso: edificios históricos protegidos y zonas abiertas, por ejemplo. Dotar de conectividad a un terminal informático situado en medio de un escenario o una sala grande se puede convertir en un auténtico quebradero de cabeza para las personas que se dedican al diseño de interiores. La posibilidad de disponer de una red inalámbrica les puede ahorrar muchos disgustos y les ofrece soluciones fuera del alcance de cualquier sistema cableado.

A pesar de todo, las redes Wi-Fi no siempre son aplicables ni constituyen la solución óptima. Los sistemas tradicionales de cableado estructurado siguen siendo capaces de proveer mayor capacidad de transmisión de datos, mayor seguridad de los mismos y una robustez superior de la instalación. En función de las necesidades y limitaciones de cada caso, el diseñador del sistema debe elegir la mejor alternativa para el despliegue de la red de transmisión de datos. Wi-Fi es una opción más a su disposición que, en cualquier caso, debe conocer y saber aprovechar.

2.3. Wi-Fi como medio de acceso Internet: los *hot spots*

Ya sea para consultar el correo electrónico, conectarse a bases de datos, acceder a aplicaciones de empresa o buscar información, el acceso frecuente a Internet se está convirtiendo para muchas personas en una necesidad.

En este contexto es natural que haya surgido la iniciativa de instalar equipos Wi-Fi combinados con una conexión a Internet para crear zonas de cobertura destinadas al acceso a la red, ya sea por parte de usuarios identificados o de libre concurrencia. Estas “áreas de servicio” para internautas se denominan *hot spots*.

En la actualidad existen *hot spots* en multitud de lugares: centros comerciales, restaurantes y cafeterías, estaciones de servicio, aeropuertos, estaciones de ferrocarril o, sencillamente, en la calle. Algunos de ellos son de acceso libre y permiten la conexión a cualquier interesado que disponga del adaptador inalámbrico adecuado. Generalmente son instalados y mantenidos por usuarios particulares que disponen de un acceso permanente a Internet del tipo ADSL o por miembros de alguna red libre (en el siguiente capítulo trataremos este fenómeno). Otros *hot spots*, en cambio, únicamente ofrecen un acceso restringido, ya sea mediante la certificación del hardware de conexión o a través de la identificación de los usuarios por medio de contraseñas que permiten su autenticación.

La finalidad habitual de los *hot spots* de acceso restringido es comercial. Las fórmulas económicas para mantenerlos en funcionamiento son variadas: algunos establecimientos ofrecen la conexión a Internet a través de Wi-Fi como una atención a sus clientes. En otros casos, el servicio es prestado por alguna compañía que vende la conectividad y gestiona los accesos y el tráfico en Internet. Sus clientes suscriben contratos de servicio o compran tarjetas donde se facilita un código de acceso que permite el uso de la conexión durante un tiempo limitado.

Merece una mención especial el caso de los hoteles, uno de los primeros lugares donde se han desplegado redes Wi-Fi de tamaño considerable con la finalidad de facilitar a sus clientes la conexión a Internet a través del acceso centralizado del propio establecimiento. Es muy probable que en poco tiempo se convierta en un equipamiento básico de cualquier hotel medianamente confortable, como ocurre hoy en día con el teléfono en la habitación.

2.3.1. Wi-Fi en trenes y cruceros.

Algunas compañías ferroviarias están empezando a ofrecer cobertura Wi-Fi en sus trenes para facilitar el acceso gratuito a Internet de sus usuarios, como una atención hacia ellos y un factor diferenciador frente a las compañías aéreas, especialmente las de bajo coste, que les están arrebatando los clientes y con las que entran en competencia en los trayectos de media distancia. La conexión a Internet se establece mediante enlaces satelitales y, en los túneles, a través de varios canales GSM (con las limitaciones que ello puede suponer en cuanto a velocidad de conexión). Eurostar, la compañía con la que operan los trenes que cruzan el Canal de la Mancha utilizando el Eurotúnel, tiene previsto ofrecer el servicio durante el año 2004. Una tecnología similar (con la ventaja de la ausencia de túneles) se utilizará para dotar cobertura a los usuarios de los cruceros de placer, un sector actualmente en auge.

2.4. Redes inalámbricas extensas (WWAN): incrementar el alcance de Wi-Fi

Conectar las unidades Wi-Fi a antenas externas permite ampliar considerablemente el alcance de las redes inalámbricas y aumentar así de forma significativa su campo de aplicación. Si en una configuración típica

formada por un *access point* y un ordenador portátil con adaptador Wi-Fi de tipo PCMCIA no se puede mantener una conexión de calidad más allá de algunas decenas de metros, con el uso de antenas externas fácilmente podemos alcanzar varios centenares de metros o incluso superar el kilómetro de distancia. Este tipo de enlaces de datos vía radio constituye un instrumento adecuado para crear redes inalámbricas extensas WWAN (*Wireless Wide Area Network*): redes de interconexión de emplazamientos fijos que se encuentran separados como máximo uno o dos kilómetros. Es necesario subrayar que se trata, en este caso, de un tipo de aplicaciones donde se renuncia a ofrecer movilidad a los usuarios. Tan sólo se pretende interconectar puntos estáticos.

Los enlaces Wi-Fi ofrecen una capacidad considerable de transmisión de datos y representan, respecto a las opciones disponibles hasta su aparición, una reducción de costes de un factor diez. Además, para su puesta en funcionamiento no es necesario solicitar ningún permiso de ocupación del espectro radioeléctrico ni se deben pagar tasas administrativas por la asignación de una frecuencia. Todo ello simplifica y agiliza enormemente el proceso de entrada en funcionamiento de una instalación.

Las aplicaciones de las WWAN y los radioenlaces de corto alcance son múltiples: las operadoras de telecomunicaciones pueden utilizarlos, entre otras cosas, para unir determinados tramos de su red o para salvar obstáculos físicos, y cualquier empresa que se encuentre repartida entre varios edificios puede usarlos para interconectar las redes LAN de cada uno de ellos. También se pueden aprovechar para controlar a distancia (telecontrol) instalaciones remotas (depósitos de agua, cámaras de vigilancia, alarmas) y para hacer llegar la telefonía IP a puntos alejados de la red telefónica básica.

Un campo idóneo para la implantación de la WWAN son los ayuntamientos. Habitualmente las corporaciones municipales disponen de varios edificios donde existen equipos informáticos. La posibilidad de interconectar las

diversas sedes municipales permite agrupar los datos en servidores centrales, facilita el acceso a todas las aplicaciones informáticas desde cualquier punto y hace posible canalizar el acceso a Internet a través de un solo punto, con todo lo que ello supone en cuanto a ahorro de costes de conectividad en cada edificio, facilidades para establecer protecciones antivirus y posibilidad de gestionar de forma eficiente el correo electrónico tanto interno como externo.

Los inconvenientes de este tipo de instalaciones derivan precisamente del uso de las bandas libres: no es posible garantizar totalmente los enlaces frente a interferencias ya que no se goza de ningún derecho o privilegio para evitar que otros usuarios ocupen los mismos canales del espectro radioeléctrico. Ahora bien, es necesario valorar en cada caso la magnitud de este inconveniente. En realidad, al tratarse de enlaces directivos, la posibilidad de que interfieran unos en otros es baja a no ser que alguien lo pretenda de forma expresa. Por otra parte, en estos momentos la ocupación de las bandas libres es relativamente baja, en especial desde la apertura de las nuevas bandas a 5 GHz. Además, cabe recordar que el alcance real de un enlace de estas características, si se respetan los límites de emisión, es del orden de centenares de metros, con lo que únicamente podrán ser interferidos por sistemas de características similares que se encuentren muy cercanos, caso que sólo se dará en zonas con una gran densidad de instalaciones en funcionamiento.

Los inconvenientes derivados de la falta de seguridad en el uso de tecnologías inalámbricas son, en esta ocasión, más solventables que en otros casos, pues al estar operando con enlaces entre redes LAN de un mismo propietario se pueden establecer, si se considera necesario, mecanismos eficientes de cifrado de los datos antes de abandonar las zonas seguras del interior de los edificios.

2.5. El último kilómetro

Los servicios de telecomunicación comparten una problemática específica con otros servicios como la paquetería, el servicio postal o el reparto de la prensa diaria: todos ellos deben llegar hasta una multitud de usuarios diseminados por un territorio extenso que, de forma individual, están dispuestos a pagar relativamente poco dinero por el servicio que reciben. Es decir, este tipo de negocios debe poseer una red de distribución con la suficiente capilaridad para recoger una rentabilidad de baja densidad distribuida por una amplia zona.

Para solucionar tal problema, estos servicios suelen estructurarse, de forma muy esquemática, en dos partes: los enlaces que conectan cada uno de los usuarios hasta un punto o nodo donde se agrupan (el último kilómetro, la última milla o en telecomunicaciones el bucle de abonado o red de acceso) y los enlaces que interconectan los diferentes nodos (en telecomunicaciones, las redes troncales). La problemática de cada una de estos tramos es diferente: las redes troncales deben disponer de la capacidad suficiente para transportar un volumen elevado de datos. En cambio, el principal problema de una red de acceso es su capilaridad: debe llegar a todas partes, lo que conlleva que habitualmente se trate de una infraestructura de despliegue costoso.

Con la tecnología actual disponemos de fibras ópticas, de comunicaciones por satélite y de radioenlaces de altas prestaciones que nos permiten construir redes troncales de gran capacidad. Por el contrario, el problema del último kilómetro sigue siendo parecido a la de tiempo atrás, en especial frente a la demanda siempre creciente de mayor ancho de banda y mejores prestaciones por parte de buena parte de los usuarios.

En determinados casos, la tecnología Wi-Fi puede constituir una opción económicamente viable y de despliegue rápido que permitiría establecer una nueva red de acceso a los servicios de telecomunicación, ya sea en forma

de *hot spots* o creando redes WWAN como las descritas en el capítulo anterior, aun teniendo en cuenta todas las limitaciones comentadas en cuanto a seguridad y dificultad para garantizar el servicio frente a interferencias.

Quizás esta opción deba tratarse como una solución transitoria a la espera del despliegue de unas infraestructuras más sólidas, pero dichas actuaciones pueden hacer posible que aflore una demanda latente en torno a los servicios de telecomunicación en zonas a las cuales los operadores habían prestado poca atención hasta ahora y que tales zonas entren en una dinámica de mercado de la cual estaban excluidas.

2.6. Sectores de actividad, agentes y modelos de negocio

Después de examinar, en las secciones precedentes, los múltiples campos de aplicación de la tecnología inalámbrica parece razonable pronosticar la aparición de nuevos sectores de actividad económica a su alrededor. Quizá para los más optimistas la referencia inevitable sea Internet, pero una dosis moderada de realismo habría de ser suficiente para convencernos de que el fenómeno de las redes Wi-Fi está lejos de ser una revolución de una magnitud comparable.

La verdad es que las iniciativas surgidas hasta el momento se limitan a algunas empresas especializadas en la implantación del nuevo tipo de redes y a otras pocas dedicadas a ofrecer acceso a Internet a través de Wi-Fi. Hay escasos indicios que apunten hacia la aparición inminente de modelos originales para hacer negocio: aquellas empresas inéditas que surgieron ligadas a Internet, como Google o Yahoo, o las que se basaban exclusivamente en el nuevo medio para realizar su negocio, como Amazon o la banca electrónica, no tienen correspondencia en el mundo Wi-Fi.

Por lo tanto, las perspectivas de actividad económica se concretan en un reposicionamiento de los agentes ya existentes en el sector de la informática y las telecomunicaciones, los cuales intentan captar la parcela de actividad derivada del fenómeno Wi-Fi que queda más cercana a su ocupación habitual y ajustarla a su modelo de negocio de siempre.

Podríamos clasificar las actividades económicas en torno a Wi-Fi en cuatro sectores casi estancos, con agentes independientes y modelos de negocio diferenciados.

2.6.1. Fabricación de hardware

Hasta este momento los productores de hardware son los principales beneficiarios del éxito de Wi-Fi. Por un lado, los fabricantes de material para la construcción de redes, es decir, tarjetas de usuario, puntos de acceso o antenas, están colocando en el mercado cantidades ingentes de sus productos: decenas de millones de adaptadores y puntos de acceso se venden ya cada año.

Por otro, Wi-Fi se está convirtiendo en la “excusa” idónea para promover la renovación de todo tipo de equipos electrónicos. Los fabricantes de ordenadores portátiles, PDA y otras terminales para aplicaciones específicas ya han incorporado la conectividad inalámbrica de forma masiva: Intel ha apostado por Wi-Fi con sus procesadores Centrino y se prevé que el 90% de los portátiles incorporen este tipo de adaptadores de red en 2005. También la industria electrónica de consumo empieza a adoptar esta tecnología para incrementar el atractivo de sus productos. Equipos de alta fidelidad, consolas de juegos electrónicos y sistemas de home cinema se interconectan, cada vez más, sin cables.

2.6.2. Diseño de redes Wi-Fi, construcción y mantenimiento

Naturalmente, el diseño y puesta en funcionamiento de cualquier tipo de sistema Wi-Fi requiere una serie de conocimientos y habilidades específicas.

Multitud de pequeñas empresas dedicadas al diseño y construcción de redes LAN han ampliado su campo de actuación para abarcar esta nueva actividad. Wi-Fi supone para ellas un elemento reactivador de un mercado maduro que les ofrece la posibilidad de aumentar temporalmente el margen comercial de algunas operaciones. Además, a su actividad habitual como constructores de infraestructuras pueden agregar algunos servicios de valor añadido relacionados con las redes inalámbricas como la consultoría sobre temas de seguridad de datos u otras aplicaciones.

2.6.3. Proveedores de conectividad y acceso a Internet

Ya sea en forma de *hot spots* en lugares públicos, redes de acceso de despliegue rápido en zonas rurales o como un nuevo servicio en las habitaciones de hoteles, el acceso a Internet está centrando la mayor parte de las expectativas alrededor de Wi-Fi y constituye el sector donde se recoge la mayor parte de capacidad de inversión privada.

Tal como veremos en el capítulo siguiente, el eco que ha conseguido Wi-Fi ha sido generado en buena parte por personajes externos al sector de la informática profesional o de las telecomunicaciones. Este proceso ha tenido la ventaja de aportar frescura y creatividad y ha contribuido a despertar el interés social por la nueva tecnología pero, como contrapartida, en ciertas ocasiones se han diseñado las aplicaciones o se ha pretendido poner en funcionamiento los nuevos servicios entendiéndolos desde un punto de vista excesivamente simplista e incluso, en algunos casos, incumpliendo la normativa vigente que regula este tipo de sistemas.

Dicho de otra manera, si lo que se pretende ofrecer es, en esencia, el producto clásico de toda empresa de telecomunicaciones, debería abordarse desde la experiencia de un sector experimentado que ha aprendido que su negocio no es exclusivamente un asunto de infraestructuras sino la oferta de un servicio, con la complejidad que ello conlleva. Desplegar una infraestructura más o menos sofisticada para conectarse a Internet es

únicamente el primer paso para construir un servicio de telecomunicaciones que satisfaga las necesidades de unos clientes que han de pagar por él y el cual se verá obligado a entrar en competencia con otros proveedores en el mismo segmento de mercado. Algunas de las iniciativas Wi-Fi que en los últimos tiempos han conseguido mayor difusión a través de los medios de comunicación muestran limitaciones en este sentido, que nos llevan a cuestionar su viabilidad a medio plazo.

Por lo tanto, es natural esperar que, tarde o temprano, en esta actividad se impliquen los agentes existentes en el mercado especializados que ya ofrecen servicios de telecomunicación, es decir, las empresas operadoras. Y dicha situación ya se está produciendo. Las empresas de telefonía fija se posicionan de forma activa en el uso de la tecnología Wi-Fi, ya sea como extensión de ADSL en el interior de viviendas o de oficinas, o a través de la propuesta del acceso inalámbrico en lugares públicos, los *hot spots*. En este último caso el interés se centra en entornos con elevada concurrencia de usuarios potenciales: aeropuertos, estaciones e incluso en torno a las cabinas telefónicas. Los operadores de telefonía fija disponen de una red troncal que les permite desplegar *hot spots* con facilidad y, de hecho, este elemento aparece casi como una extensión natural de su negocio. Si existe demanda de conectividad Wi-Fi de banda ancha, los operadores de telefonía fija son los más adecuados para recogerla. Se trata únicamente de encontrar el modelo de negocio que haga viable este nuevo tipo de acceso a los servicios, un modelo que no puede estar muy alejado de su propuesta tradicional: una cuota fija mensual y una tarificación por consumo.

Los operadores de telefonía móvil mantienen una posición más indecisa a la hora de implicarse en el uso de la tecnología Wi-Fi y en algunos momentos han manifestado cierta perplejidad frente a su aparente éxito. Está claro que en algunos ámbitos puede convertirse en un elemento de competencia para sus servicios más avanzados, como por ejemplo el acceso móvil a Internet en aeropuertos. Sin embargo, también es cierto que Wi-Fi consigue

despertar el interés de muchos usuarios por todas aquellas aplicaciones relacionadas con la movilidad, un elemento indispensable para conseguir el despegue definitivo de la telefonía móvil de tercera generación. El enfoque de estas empresas parece decantarse hacia un uso de Wi-Fi complementario a sus productos principales. En algunos casos la complementariedad ha consistido simplemente en llegar a acuerdos con pequeñas empresas que habían empezado a establecer su propia red de *hot spots* pero que han captado a tiempo la dificultad de hacer frente a la competencia de los operadores de telefonía fija.

Finalmente, en este apartado dedicado a los proveedores de conectividad a Internet a través de Wi-Fi conviene mencionar las iniciativas que ponen en funcionamiento determinadas instituciones públicas: los “servicios públicos” de conexión a Internet. Recientemente, algunas administraciones han optado por invertir dinero público en infraestructuras de telecomunicación, en especial utilizando la tecnología Wi-Fi, para hacer llegar la conectividad de banda ancha allí donde la dinámica del mercado no la había llevado. Una vez la infraestructura está disponible, dicha administración debe elegir en qué régimen va a prestar el servicio a los ciudadanos. ¿Se aplicará como un servicio de la propia administración mediante el pago de alguna tasa, como un servicio completamente externalizado a través de una empresa adjudicataria, o bien como un servicio público gratuito?

En nuestro país se ha optado por un modelo totalmente liberalizado del mercado de las telecomunicaciones. Ello es incompatible con el hecho de que una administración ofrezca servicios de telecomunicación parcial o totalmente subvencionados con dinero público. Por lo tanto, si una administración decide poner en funcionamiento un servicio así, debe garantizar su viabilidad económica autónoma mediante contabilidades separadas y otros mecanismos de control. El caso contrario significaría una competencia desleal a las empresas privadas del sector, aunque ello sea discutible cuando dichas empresas no se han establecido en un determinado

lugar por falta de rentabilidad económica. Pero si un ayuntamiento decide poner en funcionamiento un servicio público de conexión a Internet por coherencia con su visión particular de las telecomunicaciones o porque lo considera políticamente rentable, probablemente deba enfrentarse a las demandas de los organismos encargados de velar por la libre competencia en el sector, en este caso la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. Este tipo de situaciones conflictivas ya ha empezado a darse.

2.6.4. Aplicaciones sectoriales

Las múltiples aplicaciones de Wi-Fi descritas en las secciones anteriores, algunas de ellas muy sugerentes, nos llevarían a esperar la aparición de empresas especializadas en ponerlas en funcionamiento. La tecnología inalámbrica significaría para ellas únicamente un elemento que, por su bajo coste y su simplicidad de uso, favorecería la implantación de sus procesos y aplicaciones. Con el tema de la conectividad solucionado, sería posible concentrar el esfuerzo en el desarrollo de los contenidos y de los procedimientos específicos para cada aplicación.

A este nivel existen pocas iniciativas en funcionamiento. Las más desarrolladas son las del ámbito de la logística, donde actúan empresas que ofrecen soluciones integrales para la gestión de almacenes, a las cuales la incorporación de Wi-Fi ha supuesto un impulso considerable. Pero posiblemente también serían viables compañías similares especializadas en integrar los beneficios de la movilidad en sectores como la sanidad o la educación.

Cualquier iniciativa de este tipo será de tamaño mucho menor que aquellas otras dedicadas al negocio genérico de facilitar acceso a Internet, pero no por ello tienen por qué ser una mala opción empresarial, sino todo lo contrario. De las cuatro opciones descritas, el sector de las aplicaciones

sectoriales es el más abierto e innovador y el que puede ofrecer mejores oportunidades a los recién llegados.

* * *

Finalmente, cabe aquí destacar un sector de actividad que se ha desarrollado considerablemente desde la entrada en escena de las tecnologías inalámbricas: la generación y la venta de todo tipo de informes estratégicos, estudios de mercado, predicciones de futuro y prospecciones sobre las posibilidades de Wi-Fi por parte de empresas de consultoría y reputados expertos en las cuestiones de la Sociedad de la Información. En muchos casos este tipo de trabajos se realiza por encargo de instituciones y de grandes empresas pero también podemos acceder a algunos de ellos a través de Internet, previo pago de algunos miles de euros.

Asimismo Wi-Fi ha generado una notable actividad en forma de congresos, ferias, tertulias, cafés o cursos. Incluso hay quien se ha aventurado a escribir libros sobre el tema.

Capítulo 3

Wi-Fi como fenómeno social

A primera vista, parece existir cierta contradicción entre el interés que ha despertado Wi-Fi en diversos sectores sociales, en muchos casos bastante alejados del mundo de las telecomunicaciones o de la informática, y la realidad de una tecnología diseñada originalmente con la insulsa misión de extender unos metros el alcance de las redes de transmisión de datos.

Asistimos constantemente a la aparición de nuevas tecnologías, algunas de utilidad evidente, pero en pocas ocasiones se les presta tanta atención como a Wi-Fi. De hecho, muchas propuestas tecnológicas son aceptadas con dificultad, a pesar de que las respaldan potentes grupos empresariales o instituciones públicas: un ejemplo podría ser la TDT, la televisión digital terrestre, que, pese a los esfuerzos de administraciones y empresas, apenas ha conseguido iniciar el proceso de sustitución de la televisión analógica convencional, y todo ello a pesar de las múltiples ventajas en calidad, capacidad y versatilidad que representa. La primera iniciativa de TDT comercial, Quiero TV, fracasó en poco tiempo.

3.1. Un cóctel de éxito

Por lo tanto, el éxito de Wi-Fi debe buscarse en circunstancias que vayan más allá de su acierto como propuesta tecnológica. De hecho reside en una combinación de factores poco habitual en el amplio panorama de las tecnologías de la información: estandarización, conectividad y uso libre. Todos ellos han sido necesarios para llegar a la situación actual pero

ninguno lograría, por sí solo, justificarla. Es más bien su combinación y el refuerzo mutuo lo que otorga singularidad al fenómeno Wi-Fi. Analicemos cada uno de ellos con detalle.

3.1.1. Estandarización

El establecimiento de estándares y su aceptación por parte de una amplia mayoría de agentes son factores fundamentales para conseguir la penetración e implantación de una nueva tecnología. Es más, sin un alto grado de estandarización en torno a las tecnologías de la información no sería posible entender una parte importante del mundo actual en que vivimos. El proceso de globalización en el cual estamos inmersos se sustenta, en buena medida, en la capacidad para transferir información en formatos y soportes estandarizados de un punto a otro del planeta.

Probablemente Internet no sería posible sin la aceptación universal del protocolo TCP-IP. Éste se convirtió, a principios de los años ochenta, en el estándar de comunicación entre ordenadores en Estados Unidos. Por las mismas fechas en Europa proliferaba otra propuesta, el X.25. Finalmente los operadores optaron por extender TCP-IP y relegaron X.25 a aplicaciones de transporte invisibles para la mayoría de usuarios. Se evitó así la aparición de dos redes independientes que, sin duda, no hubieran sumado en conjunto la potencia de la actual Internet.

Otro ejemplo de estandarización lo constituye el PC. Ante el reto que representaba la irrupción de las propuestas de Apple Computers, IBM presentó en 1981 su propuesta: el ordenador personal o PC. Para su desarrollo optó por utilizar tecnología desarrollada externamente, lo que facilitó su difusión incontrolada e hizo posible la aparición de clónicos, especialmente en Asia, donde se fabricaban la mayor parte de los componentes originales. Seguramente no fue una buena decisión estratégica por parte de IBM pero permitió la propagación y posterior

implantación de un estándar común por todo el mundo, a pesar de la superioridad tecnológica de las máquinas Apple.

También Microsoft debe el alto grado de implantación que han conseguido sus productos al hecho de haberse convertido en un estándar de facto. O bien, visto a la inversa, la penetración masiva de la microinformática y la rápida difusión de Internet se deben en gran parte, y a pesar de lo que digan sus detractores, a la estandarización alcanzada por los productos de Microsoft.

De forma similar, detrás del éxito de Wi-Fi se encuentra la aceptación, por parte de los fabricantes de hardware, de los estándares creados por el grupo de trabajo 802.11 del IEEE. Parece que éstos han conseguido imponerse a los estándares destinados a aplicaciones de movilidad propuestos desde Europa por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), la familia HiperLAN. Como ha sucedido en muchos casos con anterioridad, a pesar de que la propuesta HiperLAN es tecnológicamente más completa y probablemente más adecuada para soportar las múltiples aplicaciones que se pretenden conseguir con Wi-Fi, ha perdido la batalla frente a éste.

Sin embargo, las cosas no suceden porque sí. La capacidad para imponer estándares es un reflejo de la potencia de las industrias tecnológicas que están detrás de los organismos que los proponen. Existe un protagonismo evidente por parte de Estados Unidos en el establecimiento de estándares en el mundo de la informática tal y como corresponde al liderazgo de sus empresas en el sector. En cambio, Europa ha sabido mantener una posición ventajosa en materia de telecomunicaciones que se ha concretado en la capacidad de desarrollar y poner en funcionamiento un sistema unificado de comunicaciones móviles para todo el continente, cosa que no ha sucedido en Estados Unidos. GSM (Global System for Mobile Communications), el sistema de telefonía móvil digital europeo, es un estándar desarrollado por la ETSI que define con detalle todos los aspectos necesarios para prestar un servicio de telecomunicación unificado.

Cabe preguntarse hasta qué punto el éxito de Wi-Fi supone una amenaza para este liderazgo europeo en el campo de las telecomunicaciones móviles y en qué medida se trata de una apuesta de la industria informática americana para acortar la ventaja de sus competidores europeos y captar parte del negocio vinculado a la movilidad.

La realidad es que el proceso de estandarización seguido por Wi-Fi le ha permitido entrar en una dinámica de competencia entre fabricantes y caída de precios que ha favorecido su implantación. Todo un acierto.

3.1.2. Conectividad

Sorprendentemente, la palabra *conectividad* no aparece en la 22.^a edición del Diccionario de la lengua publicado por la Real Academia Española en 2001. Sí que encontramos *conectivo*: 'que une, ligando partes de un mismo sistema o aparato'. Así pues, *conectividad* sería 'la cualidad de lo que es conectivo'.

Aparezca o no en los diccionarios, conectividad es la cualidad que todo el mundo exige de los nuevos dispositivos o de las aplicaciones informáticas, y Wi-Fi ofrece conectividad. El fenómeno Wi-Fi no se puede aislar de un contexto general, el proceso de emergencia de un modelo de sociedad que se articula cada vez más alrededor de las tecnologías de la información y de un momento en el que la transmisión electrónica de datos se convierte en la forma universal y predominante de comunicación. Dicha comunicación puede establecerse gracias a la capacidad de conexión a las redes de datos.

En este contexto, la conectividad que ofrece Wi-Fi permite acercar el punto de acceso de las redes hasta su destinatario final en multitud de situaciones donde hasta ahora no era posible. Ofrece proximidad al usuario en su día a día, en su puesto de trabajo aunque éste sea móvil, cuando viaja o mientras está tumbado en el sofá de su casa. Se trata de una nueva herramienta para

el desarrollo de la Sociedad de la Información que permite propagar la misma con rapidez y flexibilidad e incorporarla en la cotidianidad.

En este aspecto el éxito de Wi-Fi se asemeja al que han conseguido otras aplicaciones que nos proporcionan conectividad. Parece que la demanda de esta cualidad por parte de los usuarios no tiene límites y los servicios de telecomunicación, más allá de la difusión de contenidos o su utilidad como herramienta para mejorar la eficiencia de muchos procesos, han conseguido una penetración masiva cuando han sido capaces de crear fórmulas sencillas para ofrecer conectividad a las personas: el telégrafo, el teléfono, el correo electrónico, la telefonía móvil o los mensajes cortos SMS son buena muestra de ello.

3.1.3. Uso libre

El concepto de uso libre alrededor de Wi-Fi cabe entenderse en dos niveles. Por un lado se refiere a la disponibilidad de la propia tecnología, un aspecto derivado de la estandarización comentada anteriormente: la posibilidad de desarrollar un hardware compatible o de disponer de las especificaciones técnicas de los estándares sin necesidad de pagar derechos a algún fabricante. El segundo nivel se refiere al uso de las bandas libres del espectro radioeléctrico. La comunicación entre dispositivos Wi-Fi se establece utilizando determinadas bandas de frecuencia que existen distribuidas por el espectro radioeléctrico, las mismas que tradicionalmente han utilizado los radioaficionados.

En contra de lo que en ocasiones se afirma, no se trata de un marco no regulado. Está perfectamente regulado y esa regulación permite el uso de las bandas por parte de cualquier usuario sin necesidad de trámites administrativos, siempre y cuando se respeten una serie de limitaciones claramente establecidas. En las bandas donde opera Wi-Fi estas limitaciones se refieren a la máxima Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (PIRE) de las instalaciones, un concepto técnico que en muchas ocasiones

es malinterpretado por parte de los usuarios y que no debe confundirse con la potencia de emisión de los equipos. Un ejemplo puede ayudar a entender la diferencia: si las especificaciones de un determinado dispositivo que utiliza la banda de 2,4 GHz indican que su potencia de salida es de 30 miliwatts y se conecta a una antena que focaliza las emisiones en una dirección concreta consiguiendo así un factor de directividad 10 (de forma equivalente a como se consigue iluminar a mucha distancia con una pequeña bombilla si la colocamos en el espejo reflector de una linterna), la PIRE del conjunto dispositivo-antena sería de 300 miliwatts, y en este caso sobrepasaría la normativa que fija una PIRE máxima de 100 miliwatts para esta banda libre.

Aun con estas limitaciones, la posibilidad de utilizar unas bandas libres, donde en principio no existe ningún organismo que supervise y fiscalice las instalaciones, ha contribuido decisivamente a la popularización de la tecnología Wi-Fi. En este aspecto, existen paralelismos evidentes con el proceso que siguió Internet: creada inicialmente en Estados Unidos con finalidades defensivas, como una red capaz de mantenerse en funcionamiento en caso de un conflicto nuclear mediante el enrutamiento “inteligente” de los paquetes de información, rápidamente encontró aplicaciones entre los sectores científicos y tecnológicos del país. El proyecto inicial llevaba el nombre de ARPANET y durante muchos años la red fue mantenida por el Departamento de Defensa de Estados Unidos y gestionada por la National Science Foundation. Pero el desarrollo creciente de aplicaciones comerciales y redes corporativas condujo finalmente a la clausura del control gubernamental sobre la red. En abril de 1995 Internet se convirtió en un sistema de comunicaciones sin ningún tipo de autoridad supervisora real. A partir de este momento fue cuando prosperaron todo tipo de iniciativas y se inició el crecimiento explosivo de Internet que todos conocemos.

3.2. Redes ciudadanas, software libre y *hot spots*

Aunque Wi-Fi se creó en principio con la finalidad de ampliar las redes de área local (LAN) para permitir la conexión de equipos informáticos móviles en ambientes interiores, rápidamente se hicieron evidentes las potencialidades de la nueva tecnología para extender las comunicaciones más allá de los muros de una oficina o un almacén.

El interés por este nuevo tipo de aplicaciones no surgió inicialmente desde los sectores profesionales tecnológicos. Más bien se desarrolló a partir de un tipo de iniciativas que se habían puesto en funcionamiento desde hacía algunos años, en especial en Estados Unidos: las redes ciudadanas o redes libres (*freenets*). Se trataba de comunidades electrónicas de ciudadanos basadas en el uso de las nuevas tecnologías de la información, surgidas a partir de las posibilidades que éstas ofrecían para satisfacer el deseo humano de comunicarse con otras personas y compartir cualquier tipo de información, y en especial aquella relacionada con temas informáticos, a causa del perfil técnico avanzado de la mayoría de los pioneros de estas redes.

Las redes libres surgieron en los inicios de la década de los ochenta, antes incluso de la aparición de Internet. Se basaban en conexiones a través de la línea telefónica (las conexiones locales suelen ser de cuota fija en Estados Unidos), mediante el uso de módems, con las limitaciones técnicas que ello comportaba: comunicaciones exclusivamente en modo texto, equipamiento relativamente caro, necesidad de unos conocimientos informáticos considerables, etc. Las redes libres rápidamente encontraron una utilidad adicional al proporcionar acceso a Internet a los usuarios, cuando esto era todavía difícil. En 1986 la red libre de Cleveland ofrecía un rudimentario servicio de información ciudadana a través de un menú de texto y acceso a Internet, también en modo texto exclusivamente.

Las redes ciudadanas se difundieron, con mayor o menor fortuna, ofreciendo numerosas fórmulas de interacción entre ciudadanos: foros de discusión, intercambio de conocimientos técnicos y software, comunidades relacionadas con la educación, talleres de autoaprendizaje, democracia electrónica y participación, sociabilización de gente joven, etc. En nuestro entorno este tipo de redes han empezado a funcionar con cierto retraso y en muchas ocasiones a partir de iniciativas impulsadas desde instituciones públicas como los telecentros. También existen otras, pioneras en el uso de Internet (Vilaweb o Red Libre).

En estos ambientes proliferó el uso del software libre, especialmente GNU/Linux, que encaja a la perfección con la filosofía de las nuevas redes. Se trata de iniciativas surgidas sin ánimo de lucro y mantenidas en funcionamiento por el quehacer voluntario de los usuarios.

La aparición de Wi-Fi supuso un nuevo impulso para las redes libres. Con poca inversión pudieron ampliarse para soportar servicios de banda ancha y dejar atrás las estrecheces de los cables telefónicos convencionales. La posibilidad de construir redes sin hilos de una forma técnicamente sencilla y económicamente asequible produjo cierta fascinación y entusiasmó a los usuarios de las *freenets*. A diferencia de Internet, que arrancó especialmente en ambientes universitarios y científicos, las nuevas aplicaciones de Wi-Fi empezaron a desarrollarse entre radioaficionados y en comunidades del tipo redes libres.

El material menos estandarizado para construir este tipo de infraestructuras, las antenas, se convirtió en terreno para la experimentación. Era el elemento más difícil de encontrar por parte de los aficionados y solía ser el más costoso del sistema, lo que motivó un interés creativo en el campo de los elementos radiantes que desembocó en diseños originales como las “cantennas”, antenas construidas con latas de conservas (del inglés *can*) o con envases cilíndricos de patatas fritas. La combinación de una sofisticada tecnología de microondas con objetos tan comunes de la vida cotidiana

como los botes de albóndigas en salsa ha despertado con frecuencia la curiosidad de los medios de comunicación y la imaginación de los aficionados a la informática.

Otra manifestación de los nuevos usos de Wi-Fi fueron los *hot spots*. A medida que se extendía el uso de conexiones permanentes y de banda ancha a Internet, aparecieron usuarios que de forma altruista facilitaban el acceso a la red a través de su conexión particular y un punto de acceso Wi-Fi. Algunas ciudades se cubrieron de símbolos trazados con tiza que indicaban la existencia de un *hot spot*. Actualmente es posible encontrar en Internet numerosas páginas donde se informa de la ubicación de miles de *hot spots* repartidos por todo el mundo, muchos de ellos agrupados en comunidades.

3.3. Comunidades “wireless” y contracultura

Las comunidades *wireless* comparten desde sus inicios un ideario característico que presenta ciertos rasgos contraculturales, entendiendo la contracultura como la compartida por aquellas personas disconformes o contrarias a las corrientes principales de actuación y pensamiento en un determinado ámbito. Su ideología se estructura alrededor de tres nociones básicas, tres concepciones que reflejan una determinada visión del papel que la tecnología debe desempeñar en la sociedad.

La primera de ellas es la apuesta por el software libre: el uso de software libre y el intercambio gratuito de aplicaciones dentro de la comunidad adquieren personalidad propia como contraposición al modelo hegemónico y monopolista de Microsoft. Se apuesta por utilizar, preferiblemente, los paquetes GNU/Linux, gratuitos y de libre distribución. Linux fue concebido por un estudiante de informática finlandés de 21 años llamado Linus Torvalds como tesis final de su carrera. El 5 de agosto de 1991 difundió la

primera versión de su sistema operativo, que tuvo una gran aceptación. Rápidamente, programadores de todo el mundo comenzaron a buscar aplicaciones y utilidades para agregar al sistema con la finalidad de hacerlo más útil. Muchas de ellas provenían de un proyecto anterior, el proyecto GNU (*General Public License*) promovido en 1984 por la Free Software Foundation. Con la unión del núcleo Linux y las herramientas del proyecto GNU se creó lo que hoy conocemos como sistema GNU/Linux, en muchas ocasiones denominado simplemente Linux.

La segunda idea contracultural consiste en la defensa del acceso universal y sin coste a Internet, una interpretación extensiva del derecho a la información en las sociedades democráticas. La contraculturalidad de la propuesta se basa en el hecho de que la mayoría de los ciudadanos entiende los servicios de telecomunicación como un bien por el cual deben pagar. Las redes Wi-Fi que construyen y gestionan las comunidades *wireless* con frecuencia se presentan a sí mismas como un medio para proveer a cualquiera que lo desee de una nueva modalidad de conexión a Internet, y bajo dicha bandera manifiestan abiertamente su voluntad de extenderse por ciudades y países enteros. En ciertos casos el mensaje es casi mesiánico y, desde luego, invoca un modelo que se opone frontalmente al ofrecido por las empresas operadoras de telecomunicaciones tradicionales, las cuales aspiran a hacer un buen negocio cobrando por la prestación del servicio.

De algún modo, la pretensión de disponer de un acceso a Internet universal, de alta capacidad y gratuito, es equivalente a pedir algo “bueno, bonito y barato”, la eterna demanda utópica de cualquier consumidor.

La tercera idea contracultural reside en el modelo de funcionamiento propuesto para las nuevas redes: deberían funcionar a partir de la colaboración de los usuarios, sin propietarios ni organismos reguladores. Ésta es la única vía posible para escapar al control de las grandes corporaciones. Existe un atractivo natural innegable, que actúa como

elemento aglutinador del grupo, al sentirse parte de una comunidad capaz de aprovechar una tecnología novedosa para situarse fuera del alcance del control de los poderes fácticos de la sociedad.

Innovación y contracultura son dos fenómenos que, con cierta frecuencia, se dan de forma conjunta, especialmente entre las personas más jóvenes. Muchos de los principales productos tecnológicos actuales fueron, en sus inicios, propuestas impulsadas por el entusiasmo de individuos procedentes de los ambientes contraculturales norteamericanos de los años setenta. Ellos consiguieron aportar la dosis de creatividad y entusiasmo necesarias para desarrollar empresas ahora solidamente establecidas. Silicon Valley ha entrado a formar parte de la leyenda urbana gracias a las historias de “inventores de garaje” que luego se convirtieron en gigantes como Intel, Microsoft o Apple. Lógicamente, cuando estas iniciativas alcanzan el éxito, por definición dejan de ser contraculturales y se convierten en la corriente principal.

Hasta cierto punto, las comunidades *wireless* siguen siendo una cuestión embrionaria: una vez superada la fase inicial de interconexión entre las personas más comprometidas y agotada la fascinación por la nueva tecnología, se enfrentan a la dificultad de definir en qué consiste exactamente el “ir más allá” y de encontrar fórmulas que las hagan viables a largo plazo. Qué es mejor, ¿interconectarse?, ¿transformarse en una propuesta comercial? En ocasiones no pueden resistir la tentación de convertirse en un modelo simplificado de servicio de telecomunicaciones. Pero habitualmente no perciben las implicaciones que la prestación de un servicio remunerado (aunque sea poco) conlleva: planificación del mantenimiento y la inversión, control y garantía de la calidad del servicio, resolución de incidentes, atención al cliente, etc. Cuando el entusiasmo inicial decae se ven abocadas a afrontar una situación compleja, pues en realidad, y como comentaremos más adelante, el modelo de negocio

alrededor de Wi-Fi no está claro ni entre aquellos que, con recursos abundantes, apuestan decididamente por él.

Algunas iniciativas Wi-Fi optan por solicitar la cooperación de la administración pública, que en muchos casos se muestra reticente a colaborar de forma activa (pasiva quizá sí, prestando algún emplazamiento para ubicar antenas, por ejemplo) en un proyecto donde no percibe una rentabilidad política clara y sí, en cambio, una fuente de posibles conflictos con potenciales usuarios descontentos.

¿Se trata sólo de una moda pasajera? Probablemente siempre existan sectores comprometidos que dediquen tiempo y esfuerzo a mantener en funcionamiento redes *wireless* libres. Otra cosa es que este modelo se pueda convertir en una alternativa realista para extender de forma masiva nuevos servicios de telecomunicación entre la población. La realidad parece apuntar a que la mayoría de los usuarios están dispuestos a pagar un precio razonable por la conectividad y los servicios asociados. Así, si éstos no funcionan adecuadamente, tienen todo el derecho a quejarse a pleno pulmón.

3.4. Expertos, gurús y medios de comunicación

El ámbito de la tecnología, dada su complejidad y extensión, así como la fascinación que provoca en muchas personas, es terreno fértil para la aparición de expertos y gurús. Probablemente esto sucede en muchos otros campos y tiene algo que ver con alguna inclinación inherente al ser humano a buscar conocimiento, consejo y refugio en personalidades a las que tendemos a atribuir una sabiduría fuera de lo común, en especial si son capaces de estimular nuestra imaginación.

Desde luego, existen verdaderos expertos y excelentes profesionales en el campo del diseño y ejecución de redes basadas en la tecnología Wi-Fi. Pero el dilema aparece cuando se desdibujan las líneas que separan al auténtico entendido del charlatán o del iluminado. Y en ocasiones, para cualquier profano en una determinada materia, esta línea puede resultar difícil de trazar. En un terreno tan dinámico y a veces resbaladizo, existe el riesgo de caer bajo el consejo de individuos que actúan de forma irresponsable o de sectores interesados, para su propio beneficio, en la creación de falsas expectativas.

Ciertamente esta situación se ha producido, en algunos casos, alrededor de la tecnología Wi-Fi. Desde aquellos sujetos que han promovido la venta de equipos y la puesta en marcha de instalaciones que no cumplían las normativas vigentes en nuestro país hasta supuestos asesores, portadores de mensajes proféticos, que han conseguido generar en usuarios, empresas y administraciones un conjunto de expectativas poco fundamentadas, ya sea por pura ignorancia o por mala fe.

El fenómeno se ha visto amplificado por la atención que los medios de comunicación han prestado a Wi-Fi. De igual manera que esta tecnología ha sido capaz de atraer la atención de muchos aficionados a la informática, también ha despertado un interés más general entre amplios sectores de la población, interés que los medios de comunicación han recogido. Seguramente algunos de los protagonistas “contraculturales” del fenómeno Wi-Fi se encontraban más cercanos al mundo de los medios de comunicación que al de las telecomunicaciones y han sabido acceder a la tribuna que éstos representan para exponer su particular visión del papel de la tecnología en la sociedad.

Si en alguna ocasión apareciera en los medios de comunicación la noticia de que un conductor ha establecido un nuevo record al conseguir cubrir los veinte kilómetros que separan Sabadell y Barcelona en apenas seis minutos, probablemente nos escandalizaríamos. Un sencillo cálculo nos permitiría

descubrir que el intrépido automovilista necesariamente superó, en algunos momentos, los 200 kilómetros por hora para realizar su hazaña. Naturalmente, ello supone una infracción grave del código de circulación.

Pues bien, periódicamente aparecen noticias, en un tono claramente positivo, sobre nuevos récords de distancia, varias decenas de kilómetros, conseguidos con enlaces vía radio contruidos con tecnología Wi-Fi. Un cálculo no tan sencillo como en la ocasión anterior pero al alcance de cualquier técnico medianamente capacitado pondría en evidencia que dicho enlace se ha realizado sobrepasando los límites de potencia radiada fijados por la normativa que regula el uso de las bandas libres. Es más, probablemente en los alrededores de las antenas se bordeen los límites que establece otra normativa muy conocida por todos, la que fija los niveles de seguridad para la salud de personas de los sistemas radioeléctricos.

Este ejemplo pone de manifiesto una vez más la complejidad de la divulgación científica y tecnológica, una faceta indispensable en una sociedad como la nuestra pero que no está completamente resuelta. El periodismo sigue revelando dificultades para calibrar de forma adecuada las noticias de carácter tecnológico.

3.5. La tecnología de moda

Uno de los actos de las fiestas patronales de Barcelona de 2003 fue la ubicación de un *hot spot* en la parte alta de una céntrica avenida, la Rambla de Cataluña, destinado a ofrecer acceso a Internet a cualquier usuario que lo solicitara. La iniciativa surgió de la colaboración entre el Ayuntamiento y las comunidades *wireless* de la ciudad. La prueba apareció en varias ocasiones en los medios de comunicación y fue presentada como una muestra del compromiso de Barcelona en el desarrollo de la Sociedad de la Información (en mayúsculas).

Desde un punto de vista estrictamente técnico la iniciativa se limita a colgar en una ventana un dispositivo que cuesta unas pocas decenas de euros, a configurarlo adecuadamente y a conectarlo a Internet a través de una línea ADSL. Pero las siglas Wi-Fi consiguieron que apareciera ante los ciudadanos casi como una revolución.

Y es que, al final, Wi-Fi ha conseguido ponerse de moda. Quizás incluso el nombre haya contribuido a su popularización: Wi-Fi es un acrónimo fácil de recordar, familiar y alejado de la reserva inicial que otros nombres que suenan más técnicos (como IEEE 802.11b, sin duda) provocan en la mayoría de personas.

Para algunos Wi-Fi se ha convertido en la respuesta a todos los desencantos que hemos ido acumulando en torno a la tecnología: por fin llega la banda ancha para todos, por fin a un precio justo y por fin a todas partes. Otros, como determinados responsables políticos y administraciones, honestamente han visto en Wi-Fi una posible vía para corregir situaciones desventajosas en el acceso a los servicios de telecomunicación y permitir así la incorporación de algunos colectivos a esta Sociedad de la Información de la que nadie quiere quedar excluido. También los hay que únicamente han incorporado el término en su discurso con la finalidad de conferir una pátina tecnológica a sus propuestas. Y entre los agentes tradicionales del sector de las telecomunicaciones, la moda parece haber provocado una reacción inicial de desconcierto, pues la ven como una amenaza a su coto privado de actividad.

Finalmente, como sucede con todas las modas, muchos se apuntan a ellas sin saber muy bien por qué. En cualquier caso, no se debería olvidar que las modas son, por definición, pasajeras.

Capítulo 4

A partir de ahora

Las referencias al espectacular potencial de crecimiento de Wi-Fi y a las grandes cifras de negocio que se generarán a su alrededor durante los próximos años se han convertido en un tópico inexcusable de cualquier artículo o debate sobre el tema. Son datos que van pasando de boca en boca (o de artículo en artículo) y que citan procedencias remotas que supuestamente les confieren solvencia: prestigiosas empresas consultoras norteamericanas que, en realidad, muy pocos conocemos. ¿Hasta que punto son fiables dichos augurios? Si en lugar de mirar siempre hacia delante, echáramos de vez en cuando un vistazo hacia atrás, nos sorprendería observar los grandes márgenes de error que sistemáticamente rodean este tipo de análisis.

La verdad es que el futuro es imprevisible, a pesar de nuestra afición por intentar escrutarlo, ya sea en forma de estudios estratégicos o sencillamente echando el tarot. Esto se aplica todavía más en el caso de la tecnología, un mundo siempre sujeto a la aparición de novedades imprevistas, a las reacciones inesperadas de los usuarios y a fuertes tensiones entre todos los agentes que intervienen en él. No podemos esperar que el escenario descrito en los capítulos anteriores mantenga la validez por mucho tiempo pero nos limitaremos aquí a adoptar un planteamiento más bien conservador: nos conformaremos con pensar que estamos en condiciones, como mucho, de insinuar los próximos pasos de la evolución del fenómeno Wi-Fi.

En este sentido nos interesa plantear, en primer lugar, hacia dónde apunta la evolución de la propia tecnología, es decir, qué nuevos estándares se están

elaborando y cómo va a relacionarse el Wi-Fi con las demás propuestas existentes en el mercado, especialmente UMTS. También es conveniente reflexionar acerca del papel que puede ejercer sobre el futuro de Wi-Fi un actor de suma importancia en el mundo de las telecomunicaciones: la administración pública. Finalmente, es interesante analizar el fenómeno con algo más de perspectiva y preguntarse si está generándose una nueva burbuja tecnológica a su alrededor.

4.1. Nuevos estándares 802.11

El éxito de Wi-Fi probablemente haya sorprendido a sus propios creadores, el IEEE, y haya motivado una actividad frenética de creación de nuevos estándares orientada a aprovechar el impulso conseguido por las primeras versiones. Ante cualquier objeción que alguien pueda plantear en torno sus las carencias, parece existir una propuesta ya en elaboración capaz de resolverla. Al margen de los definitivamente publicados IEEE 802.11, IEEE 802.11b, IEEE 802,11a y IEEE 802.11g, diversos grupos de trabajo están desarrollando en estos momentos (verano de 2004) los siguientes estándares:

IEEE 802.11c – Define los procedimientos de interconexión entre *access points*, es decir, la función de bridge.

IEEE 802.11d – Permite el funcionamiento de los equipos en países donde hoy en día no es posible debido a restricciones específicas de sus normativas.

IEEE 802.11e – Introduce mejoras en el control del acceso al medio orientadas a asegurar la calidad del servicio, con la finalidad de que redes inalámbricas puedan soportar voz e imagen IP.

IEEE 802.11f – Fija pautas a los fabricantes de equipos para garantizar la compatibilidad entre los *access points* de diferentes marcas.

IEEE 802.11h – Recoge las exigencias europeas para el uso de la banda de 5 GHz: los equipos deben disponer de mecanismos de selección dinámica de canal (DCS/DFS) y de control automático de la potencia transmitida (TPC).

IEEE 802.11i – Introduce nuevas técnicas de cifrado de los datos con el fin de incrementar la seguridad de las redes WLAN.

IEEE 802.11j – Se ajusta a las especificidades de la regulación japonesa.

IEEE 802.11k – Permite disponer de información de diversos parámetros de funcionamiento de la red: canales utilizados por los *access points*, potencias involucradas, estadísticas de tráfico, etc.

IEEE 802.11n – Pretende alcanzar velocidades de transmisión de hasta 100 Mbps.

Si alguien se pregunta qué sucede con el 802.11l, debe saber que se ha decidido no utilizar el nombre para evitar la confusión con 802.11i. ¿Y qué ocurre con el 802.11m? Este grupo de trabajo es el de mantenimiento, se encarga de corregir errores de otros grupos.

Tanta actividad corre el riesgo de convertirse en una amenaza para uno de los factores fundamentales del éxito de Wi-Fi, su unicidad. ¿Será posible mantener la compatibilidad entre equipos sujetos a tantos estándares? ¿Podrán crear los fabricantes dispositivos lo bastante flexibles para no quedar obsoletos en poco tiempo?. La fragmentación del estándar va en contra de los intereses de sus creadores. De momento, 802.11 b y 802.11g son compatibles entre sí, pero la propia existencia de esta dualidad introduce un elemento de confusión que puede restar popularidad a esta tecnología.

Existen también amenazas de fragmentación por parte de algunos países: China ha anunciado la adopción obligatoria de un estándar propio con el pretexto de solucionar los problemas de seguridad en las propuestas del IEEE. Naturalmente, los representantes de este organismo se han apresurado a exponer los riesgos que ello supone para el mercado de productos WLAN. Unos riesgos que China posiblemente interpreta como una oportunidad.

4.2. WiMAX

Cuando alguien intenta plantear ante un grupo de incondicionales de Wi-Fi las limitaciones de esta tecnología o los errores técnicos que se cometen en torno a su aplicación, rápidamente alguien argumenta que todo ello se solventará en breve con el nuevo paso hacia delante: WiMAX.

Parece que la confusión aparece en torno a esta nueva familia de estándares, técnicamente designados como IEEE 802.16. Los dispositivos sujetos a esta norma han sido creados para construir redes de área metropolitana inalámbricas (*Wireless Metropolitan Area Network*, WMAN) en una amplio margen frecuencias, de 2 a 66 GHz. Las promesas de rendimiento son espectaculares: capacidades de transmisión de datos de hasta 70 Mbps y 50 kilómetros de alcance. Es decir, se trata de una tecnología destinada a interconectar puntos fijos de forma similar a lo que se perseguía conseguir con algunas de las aplicaciones de Wi-Fi descritas anteriormente, pero con mayores prestaciones, y con una renuncia expresa a la movilidad. Versiones posteriores del estándar pretenden integrar nuevamente este ingrediente.

En realidad WiMAX está destinado principalmente a las empresas operadoras de telecomunicaciones. Los rendimientos elevados sólo se conseguirán si se utilizan las frecuencias asignadas en exclusiva a un

operador, pero nunca si se ocupan las bandas libres del espectro, donde deberán respetarse las mismas limitaciones que nos afectan cuando utilizamos Wi-Fi. Además, el producto basado en WiMAX que ofrecerán los operadores no es nuevo: el acceso fijo vía radio a redes de datos en entornos urbanos es exactamente lo que nos proporcionaba la tecnología LMDS. En este sentido, es oportuno recordar que, de las seis licencias iniciales LMDS otorgadas en nuestro país, hoy sólo dos continúan operando. El fracaso de su propuesta comercial no se ha debido a limitaciones tecnológicas sino a la competencia de las otras tecnologías de acceso, en especial ADSL, y a las dificultades encontradas para desplegar una infraestructura vía radio derivadas de la conflictividad social generada alrededor de las antenas de telefonía móvil. WiMAX tendrá que enfrentarse a los mismos inconvenientes.

WiMAX, acrónimo de interoperabilidad mundial para los accesos de microondas (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), intenta repetir el esquema seguido por Wi-Fi y persigue conseguir el mismo éxito: la industria estadounidense se agrupa y crea una marca de compatibilidad en torno a una familia de estándares creados por el IEEE. Como sucedió en el caso anterior, los estándares del IEEE son la competencia directa de los desarrollados por el organismo de estandarización europeo ETSI, Hiperaccess e Hiperman. También, como en el caso anterior, la propuesta europea parece estar perdiendo la partida a favor de la norteamericana.

4.3. Competencia y coexistencia con UMTS

A nadie se le escapa que el campo de la movilidad es donde se juega en la actualidad la partida decisiva del negocio de las telecomunicaciones. Y en ella está Wi-Fi. Ya hemos visto que se trata de una tecnología con una serie de puntos fuertes que la convierten en una opción que se debe tener en

cuenta en determinadas aplicaciones. También hemos observado que ha conseguido atraer a un conjunto de partidarios tenaces que la defienden en cualquier foro como una opción alternativa con plena validez. Hay quienes proponen cubrir grandes áreas a base de *hot spots* y han imaginado un futuro donde los usuarios se podrán mover libremente en un amplio territorio iluminado de forma masiva por miles y miles de dispositivos Wi-Fi. Esta visión choca en realidad con multitud de limitaciones: hoy por hoy el hecho de que la itinerancia entre *hot spots* no esté bien resulta y el reducido radio de cobertura de un *access point* convencional convierten esta tarea en casi un imposible.

Pero la opción Wi-Fi es un elemento diferenciador importante para las nuevas empresas que pretenden entrar en el mercado de la movilidad y debe ser tomada en cuenta por las ya presentes en él, las operadoras de telefonía móvil. Hemos comentado en un capítulo anterior su posicionamiento con respecto al uso de Wi-Fi: la mayoría apuesta por la complementariedad con su propuesta básica para el acceso a los servicios de movilidad y telefonía de tercera generación, UMTS. Una complementariedad, eso sí, impuesta por las circunstancias pues, en realidad, Wi-Fi representa la irrupción de una tecnología destinada a aplicaciones informáticas en el mundo de las telecomunicaciones donde ya existe una tecnología propia para la movilidad. Parece claro que para las empresas operadoras de telefonía móvil europeas, Wi-Fi ha significado una distorsión en sus planes iniciales y está por ver si esta apuesta por la complementariedad entre ambas opciones es sincera o se trata únicamente de una táctica temporal a la espera de un declive del interés general por Wi-Fi.

UMTS y Wi-Fi son dos tecnologías muy diferentes: en procedencia, en ambición, en costes y en calidad. La mayor cobertura, calidad de servicio y movilidad de la telefonía móvil 3G tendrá que coexistir con la mayor economía, flexibilidad y velocidad de transmisión que ofrece la tecnología

Wi-Fi, como mínimo en el mercado europeo. En la actualidad ya están disponibles para los usuarios tarjetas PCMCIA duales Wi-Fi y UMTS y se está a la espera de la aparición de terminales telefónicos duales, un tema en el que los fabricantes se muestran algo reacios a entrar, a la espera de que exista una demanda clara de este tipo de productos. Los defensores de Wi-Fi argumentan que las capacidades de dicha tecnología impulsarán la demanda de dispositivos, creándose así un círculo virtuoso que realimente el éxito de ambos mercados. Pero hasta el momento no se ha producido el arranque de este mecanismo de crecimiento .

4.4. El papel de las administraciones

Las administraciones públicas, con sus representantes políticos al frente son también, por varios motivos, protagonistas del fenómeno Wi-Fi. En primer lugar, poseen la llave para abrir o cerrar las bandas del espectro radioeléctrico. En algunas ocasiones, ante el éxito desbordado de Wi-Fi, se ha sugerido en Estados Unidos la necesidad de restringir la utilización de algunas de las frecuencias destinadas hoy en día al uso libre para evitar interferencias con equipos militares. Podemos imaginar el trastorno que ello ocasionaría en todo lo relacionado con las redes inalámbricas. Aunque este tipo de decisiones se toman generalmente por adhesión de los estados a acuerdos de nivel internacional, no se puede descartar que algunos países opten por medidas unilaterales en este campo con finalidades proteccionistas. La Unión Europea por el momento va en dirección contraria y recomienda a sus estados miembros que fomenten el uso de las bandas libres, incluso dentro de la propia administración pública, como un mecanismo útil para favorecer el desarrollo de la Sociedad de la Información. Y seguramente se trata de una medida acertada: en última instancia, el éxito de Wi-Fi está poniendo en evidencia la necesidad de flexibilizar y facilitar el

acceso final a las redes de datos, una tarea donde los organismos reguladores tienen mucho que decir.

En segundo lugar, las administraciones pueden incidir en el sector empleando dinero público para construir infraestructuras. En este sentido la Unión Europea ha revisado de forma reciente algunos puntos de su política de libre mercado en materia de telecomunicaciones y se plantea destinar fondos estructurales a esta cuestión. En un nivel más próximo, la entrada en escena de Wi-Fi ha acelerado esta nueva orientación de los organismos públicos. Ciertamente, las administraciones han captado la posibilidad de canalizar el impulso social de Wi-Fi y se han involucrado en la construcción de redes para facilitar el acceso a los servicios de telecomunicación de los ciudadanos más desfavorecidos en este aspecto y evitar así la “fractura digital” de las zonas geográficas alejadas de los grandes núcleos de población.

En muchas ocasiones han sido los representantes de las instituciones más cercanas a los ciudadanos, ayuntamientos y alcaldes, los que han iniciado proyectos para aligerar el problema del último kilómetro utilizando Wi-Fi y para ofrecer un acceso universal a los servicios de banda ancha. No obstante, éstos también han sido impulsados desde niveles superiores como ha ocurrido en varias comunidades autónomas o a nivel estatal a través de algunos programas de la empresa pública Red.es.

Sin duda Wi-Fi puede desempeñar un papel importante, por su bajo coste y por su rapidez de despliegue, como tecnología de transición a la espera de la llegada de infraestructuras más sólidas y definitivas. Probablemente deberá encontrarse un punto de equilibrio en torno a la inversión pública en infraestructuras de telecomunicación teniendo en cuenta la necesidad de respetar el marco de un mercado liberalizado. Puede ser una vía para impulsar el desarrollo del modelo de Sociedad de la Información del que tanto se habla allí donde el mercado libre no ofrece servicios pero en

algunos casos puede convertirse en competencia desleal para las empresas privadas de telecomunicaciones.

El tercer medio por el que las administraciones inciden en el fenómeno Wi-Fi es el control que ejercen sobre la regulación de las autorizaciones para la prestación de servicios de telecomunicación. En este aspecto la normativa española sobre la materia ha sido modificada recientemente y ha sustituido el requisito de disponer de una licencia tipo C2 por el de conseguir una simple autorización emitida por la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

Más allá de la discusión sobre si las administraciones deben o no invertir en este tipo de infraestructuras, es interesante observar lo que está provocando su amago de implicación: se está generando una dinámica de inversión por parte del operador dominante en las zonas donde hasta ahora se había desestimado. Quizá se trate de un subproducto inesperado pero que a la larga puede convertirse en el principal beneficio de esta clase de actuaciones. Ahora bien, también existe el riesgo de que las diferentes iniciativas, si no funcionan adecuadamente, acaben cayendo en manos del operador dominante y consoliden todavía más su posición.

4.5. ¿Una nueva burbuja tecnológica?

Parece que en algunos momentos ha estado a punto de iniciarse una dinámica de expectativas exageradas alrededor de Wi-Fi, de forma similar a como ha ocurrido anteriormente en otros sectores vinculados a las tecnologías de la información. Y desde luego, esto podría suceder en cualquier momento. A fin de cuentas, la generación de expectativas es un fenómeno complejo básicamente subjetivo y Wi-Fi ha demostrado poseer suficiente capacidad para atraer la atención de las personas y para cautivar su imaginación.

La valoración de las empresas, especialmente en el mercado bursátil, depende principalmente de las expectativas. Los inversores se guían cada vez más por la revalorización estimada de una compañía en cortos períodos de tiempo en lugar de por su cuenta de resultados o sus balances. Aunque a largo plazo esto es lo que debería importar, los inversores en muchas ocasiones prevén una posesión fugaz de las acciones donde prima la perspectiva de una ganancia inmediata por encima de los resultados finales de una determinada apuesta empresarial.

Un argumento en contra de la formación de una burbuja especulativa en torno a Wi-Fi podría ser que empieza a estar bastante claro qué se puede conseguir y qué no se puede conseguir con esta tecnología. Las expectativas desbordadas deben contener una dosis de promesas abiertas e indefinidas que quizá Wi-Fi ya no tenga, aunque algunos lo pretendan. Y éste es el segundo aspecto importante que debemos tener en cuenta: son expectativas que no aparecen de forma espontánea sino que son promovidas por actores interesados en su existencia, ya sea para hacer avanzar sus proyectos empresariales o teniendo claro desde el principio que se trata de una ocasión para crear un provechoso espejismo.

Parece que el aroma contracultural o alternativo del que el mundo Wi-Fi ha conseguido rodearse hasta el momento no ha conseguido atraer grandes capitales sino que, por el contrario, en algunos casos ha provocado ciertas reticencias. Ahora bien, ese mismo aroma es el que nuestra cultura ya ha asimilado y que asociamos al nacimiento de las grandes empresas tecnológicas actuales: la imagen sugerente de gente inventando en un garaje y la fascinación que nos produjo observar como algunas “puntocom” superaban en capitalización bursátil a gigantes como Boeing. No podemos descartar que algunos de nosotros acabemos invirtiendo nuestros ahorros en una empresa Wi-Fi, aunque no será fácil que nos olvidemos, por ejemplo, de Terra.