
Redes de comunicaciones

PID_00269819

César Pablo Córcoles Briongos
Ismael Peña-López

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 2 horas



**César Pablo Córcoles Briongos**

Licenciado en Matemáticas por la Universitat Autònoma de Barcelona. Profesor de los estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicaciones desde 2001. Coordina asignaturas del ámbito del diseño y desarrollo web del programa de Grado en Multimedia. Director del máster universitario de Desarrollo de Sitios y Aplicaciones Web. Su área de interés en investigación se centra en el uso de recursos multimedia (animación, visualización 3D) e interactivos para la docencia de las ciencias, con especial atención a las materias STEM.

**Ismael Peña-López**

Profesor en Estudios de Derecho y Ciencias Políticas (UOC) e investigador en Internet Interdisciplinary Institute y en eLearn Center, también de la UOC. Doctor en Sociedad de la Información y del Conocimiento, licenciado en Ciencias Económicas y empresariales (Economía), máster en Ecoauditorías y planificación empresarial del medioambiente y posgraduado en Gestión del conocimiento. Trabaja sobre el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en el desarrollo. En concreto, los intereses se centran en la medida de la evolución de las economías digitales y la adopción personal de lo que es digital (*e-readiness*, *diversidad digital*), y también el impacto de las TIC en el desarrollo y sus principales instituciones, especialmente en el ámbito de las TIC y la educación y las TIC y la democracia.

El encargo y la creación de este recurso de aprendizaje UOC han sido coordinados por el profesor: Iván Serrano Balaguer (2020)

Primera edición: febrero 2020
© César Pablo Córcoles Briongos, Ismael Peña-López
Todos los derechos reservados
© de esta edición, FUOC, 2020
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realización editorial: FUOC

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares de los derechos.

Índice

Introducción	5
1. Internet y comunicación en red	7
2. Modo y calidad de acceso	11
3. Barreras al acceso	16
4. Tecnología y código de internet	18
4.1. Bases de datos	22
4.2. Interoperabilidad	26
Bibliografía	29

Introducción

Hasta ahora hemos estado viendo, en pocas pinceladas, el porqué de la red o de las tecnologías de la información y la comunicación y, muy especialmente, su incidencia en varios aspectos de la vida cotidiana.

En los próximos apartados, nuestra intención es centrarnos en el cómo. Para ello, vamos a tener que recurrir a una cierta jerga técnica que en algunos casos puede hacerse algo áspera. Intentaremos evitar a toda costa convertir este apartado en una profusión de siglas y términos foráneos, y nos limitaremos a los que creemos que explican el porqué de las limitaciones o posibilidades de ciertas aplicaciones de Administración electrónica. En este sentido, y a pesar de mantenernos fieles al compromiso de no perder el foco, queremos enfatizar que en el caso de las TIC la tecnología no es neutral y puede implicar acceso o restricción de derechos al usuario, tal y como han apuntado, entre otros, Lawrence Lessig en *Código y otras leyes del ciberespacio* (1999).

El ejemplo más manido es la comparación entre un libro de papel y un libro electrónico. Mientras que en el primero es posible hacer anotaciones, leerlo cuantas veces se desee, prestarlo o venderlo, el libro electrónico puede incorporar restricciones tecnológicas que determinen el número de veces que puede ser leído en pantalla, si es posible hacer anotaciones, si se pueden imprimir determinadas páginas o su totalidad, si se permite copiarlo a otro ordenador o disco para prestarlo a un amigo. Estas restricciones tecnológicas reciben el eufemístico nombre de gestión de derechos digitales (DRM, del inglés *digital rights management*) y pretenden, como su propio nombre indica, gestionar los derechos sobre un contenido digital en el mismo origen, en el propio producto. De esta manera, acaba siendo el código del programa informático el que fija lo que será o no materialmente posible, y en este sentido se convierte en «ley», al margen de lo que pueda establecer la norma jurídica.

Queremos que este ejemplo sirva de ilustración de la necesidad de comprender cómo funcionan algunos aspectos tecnológicos de las aplicaciones digitales, por lo que apelamos a la paciencia del estudiante en los pasajes más arcanos, con la confianza que ello redundará en beneficio de su comprensión del diseño de internet y cómo la tecnología marca, en una medida muy importante, los usos de la red. Por supuesto, muchas explicaciones están simplificadas al máximo, por lo que existen algunas imprecisiones formales que esperamos que los conocedores profundos de la materia sabrán perdonar, en aras del espíritu pedagógico del texto.

Referencia bibliográfica

L. Lessig (1999). *Code and Other Laws of Cyberspace*. Nueva York: Basic Books.

1. Internet y comunicación en red

Internet se define como la red de redes. En esta de red de redes, infinidad de ordenadores –conectados a sí mismos en una red local o bien directamente– acceden a la posibilidad de conectarse unos con otros. Para ello, dos aspectos son fundamentales: quién es quién y en qué idioma habla. Para determinar quién es quién, cada ordenador se identifica en la red de una única manera igual que cada ciudadano tiene asignado un único número de identificación nacional, llámese pasaporte, número de la seguridad social, identificador sanitario o documento nacional de identidad. En el caso de los ordenadores, dicho identificador es la dirección **IP** (*internet protocol*), con la forma xxx.xxx.xxx.xxx, donde cada x es un número entre 0 y 255. La primera y más importante reflexión que deriva de este hecho es que **la participación en la red no es anónima**. O dicho de otro modo, es posible localizar el ordenador que ha hecho determinada conexión y acciones en la red, aunque no es tan inmediato hallar a la persona que lo hizo: si se trata de un ordenador doméstico en un hogar con un solo habitante, la facilidad de identificar a la persona es mucho mayor que si se trata de una computadora en un telecentro en una gran ciudad.

En dicha red –y cada uno con su respectiva dirección IP (en adelante IP)–, los ordenadores tienen diversas funciones, tal y como muestra la tabla 1. La mayoría de ellos son lo que se llama **clientes**, es decir, ordenadores que piden a otros –los **servidores**– que les sirvan determinados datos. Dichos servidores pueden tener páginas web –**servidores web**–, almacenar solamente datos –**servidores de bases de datos**– o hacer funcionar programas de manera remota –**servidores de aplicaciones**. Por norma general, lo que un usuario percibe como una página web esconde detrás, o bien un servidor que hace todas las funciones anteriores –el menor de los casos–, o bien toda una red de servidores que proporcionan, colegiadamente, páginas que ofrecen información, la posibilidad de entrar datos y manejarlos o ejecutar una serie de servicios en línea. Para evitar complicarle la vida al usuario, todos estos servidores suelen aparecer ante él como uno solo y, además, lo hacen no utilizando su IP, sino un **nombre de dominio**, es decir, un nombre fácil de recordar del estilo: www.ictlogy.net. Además del dominio, que nos redirige a un servidor en la red, es posible dirigirnos, directamente, a cualquier recurso que dicho servidor tenga publicado, ya sea una página, una imagen, un archivo o una aplicación. Para saber la ubicación exacta de dicho recurso se utiliza una **URL** (siglas en inglés que significan *localizador uniforme de recurso*), que tiene la forma www.ictlogy.net/bibciter/reports/contacts.php?idc=1, donde aparece, en primer lugar, el dominio y, después, una **ruta** que nos lleva al esperado recurso. Cuando tecleamos una dirección como www.uoc.edu/portal/en/in3/index.html en la barra de direcciones del navegador, simplificándolo mucho, el navegador pide en primer

lugar a un servidor **DNS** (del inglés *domain name server* o sistema de nombre de dominios) la IP que corresponde al servidor `www.uoc.edu` y después traslada a este servidor la petición de la URL completa.

Los servidores suelen almacenar, en un registro, todas y cada una de las solicitudes que cada IP hace de sus recursos (URL), así como el día y la hora en que se hacen. Las herramientas de análisis de las páginas web miden el número de visitantes de una determinada página, los recursos más visitados y, en definitiva, lo que en los medios de comunicación tradicionales llamaríamos audiencia, y arrojan lo que en internet vienen a llamarse **métricas**. Existen infinidad de herramientas de métricas, la más popular de las cuales sea probablemente Google Analytics.

Nombre de dominio

La UOC utiliza habitualmente, como dirección a su página web, el dominio `www.uoc.edu`, mucho más fácil de recordar que su correspondiente IP, que en el momento de escribir estas líneas es `213.73.40.242` pero puede, de hecho, cambiar en cualquier momento.

Hasta aquí, hemos visto el quién, pero no el cómo. Para que distintos ordenadores puedan «hablar» entre ellos, es necesario que lo hagan en el mismo «idioma», que técnicamente se denomina **protocolo**, que permite tanto la comunicación entre ordenadores como que dicha comunicación se haga correctamente. Los principales protocolos son el TCP (protocolo de control de transmisión), centrado en la conexión entre ordenadores, y el protocolo de internet (IP), centrado en la transmisión de los datos. En general, suelen mencionarse de manera conjunta como **protocolos TCP/IP**.

Dichos protocolos permiten que funcionen una serie de **aplicaciones** entre ordenadores. Los más habituales son:

HTTP, o protocolo de transferencia de hipertexto, y su primo hermano **HTTPS**, o HTTP seguro, que hacen posible que un cliente pida determinada información a un servidor y este la devuelva en forma de página web.

HTTPS es una variante considerablemente más segura de HTTP, en que el intercambio de datos entre servidor y cliente van protegidos por determinados mecanismos de seguridad.

Otros protocolos que pueden resultar familiares al lector son los que gobiernan el correo electrónico (SMTP, POP e IMAP, respectivamente «protocolo simple de transferencia de correo», «protocolo de oficina de correos» y «protocolo de acceso a mensajes de internet»).

Como hemos visto, cada uno de estos protocolos tiene finalidades distintas y suelen vincularse, en cierta manera, a distintos servicios o tipos de servicios que suceden en la red. Aunque estamos acostumbrados a identificar internet con lo que sucede en nuestro navegador, en realidad muchísimas cosas suceden fuera de él.

La aplicación de internet que nos viene a todos a la cabeza es la **World Wide Web** o, simplemente, la **web**, un conjunto de páginas web –con su dominio asociado– que visitamos con nuestro navegador desde nuestro ordenador personal.

Sin embargo, hemos hablado de internet como la red de redes. Esas pequeñas redes que se conectan a la red son un conjunto de ordenadores conectados entre sí de manera que puedan compartir recursos como archivos, impresoras o aplicaciones. Nos referimos a estas redes como **red de área local** o **LAN**. Estas redes locales pueden tener o no acceso a internet. En caso de que lo tengan, un servidor –normalmente llamado **proxy**– hace de canalizador de las peticiones de cada ordenador hacia el exterior, hacia internet. Por otra parte, dichas redes reciben también el nombre de **intranets**, aunque hay que distinguirlas de la segunda acepción de intranet: la página web –es decir, en internet, remota– con acceso restringido mediante un nombre de usuario y una contraseña. Son, pues, dos términos que conceptualmente son muy similares –una red de acceso restringido– pero que técnicamente no podrían ser más distintos y determinarán en gran medida los contenidos y servicios que se pueden compartir.

Compartir servicios

La evolución de la tecnología hace posible que cada vez se puedan compartir más servicios, con independencia de encontrarse en una LAN o en una intranet remota. Pero no es una cuestión trivial.

Una tercera opción de conexión entre ordenadores resulta de lo que podríamos entender como una hibridación de los anteriores, las llamadas redes **P2P** (del inglés *peer-to-peer* o entre pares o iguales). En estas redes, los ordenadores se conectan de uno a otro de manera parecida a una LAN, pero mediante las conexiones de internet. Una característica que las hace especiales –y de ahí su nombre– es que no dependen de ningún servidor para centralizar las comunicaciones, lo que les aporta ciertas desventajas en cuanto a capacidad y rendimiento, pero les aporta las ventajas de la descentralización.

También fuera del ámbito de la web, pero utilizando los canales de internet, encontramos el popular **correo electrónico** y el **chat**, que utilizan servidores dedicados a estos servicios para el envío de mensajes, asíncronos en el primer caso, y síncronos en el segundo. Esta es una distinción muy importante a la hora de diseñar canales de comunicación o aplicaciones de Administración electrónica, ya que requerir la coincidencia en el tiempo puede echar por tierra las ventajas que aportan las TIC, esencialmente el no tener que coincidir en el espacio.

Una de las principales ventajas de las TIC es la posibilidad de no tener que coincidir en el espacio ni en el tiempo o, dicho de otro modo, la ubicuidad y asincronía de las TIC.

Una evolución de las dos tecnologías anteriores son las llamadas **comunicaciones por IP**, que utilizan el protocolo IP para establecer contacto entre dos o más ordenadores. El uso más elemental es la **mensajería instantánea**, que ofrece la posibilidad de crear un chat de manera inmediata y con cualquier usuario que esté conectado a la red y nos haya incluido en su red de confianza; del mismo modo, esa mensajería instantánea puede realizarse, además de la habitual forma escrita, utilizando la voz –**voz por IP**, también conocida como **VoIP** o **telefonía por IP**– o bien con imagen (**videoconferencia**). Dejando aparte las ventajas, que aparecen obvias, las desventajas son, una vez más, la coincidencia en el tiempo y, a medida que implantamos aplicaciones de voz o de imagen, una creciente necesidad de poder de computación y, mucho más importante, de ancho de banda en la conexión a internet, es decir, mejor calidad de conexión.

2. Modo y calidad de acceso

La principal distinción a la hora de hablar de la calidad en el acceso a internet es si este se realiza con **banda ancha** o **banda estrecha**. Estos conceptos varían de definición con el tiempo, a medida que las tecnologías para conectarnos a la red evolucionan. Así, la banda estrecha hace unos años se refería a la utilización de un módem convencional que se conectaba a internet *llamando* a un número de teléfono, algo que hoy es extremadamente infrecuente, con una velocidad que en muy pocos casos excedía los 56 kilobits por segundo (Kbps). Y, en consecuencia, se consideraba banda ancha cualquier conexión que pasara de 128 Kbps en adelante. Ya en 2010 la Unión Europea (UE) afirmaba que el objetivo para 2020 era que todo ciudadano de la UE pudiese navegar al menos a 30 megabits. Antes de eso comenzó a implantarse la tecnología **móvil 5G**, con velocidades máximas teóricas de 10 gigabits.

Tabla 1. Tiempos de descarga según peso y ancho de banda

	1 MB	700 Mb	25 GB
256 Kbps	0:00:32	6:04:35	217:00:50
3 Mbps	0:00:03	0:31:07	18:31:07
100 Mbps	<0:00:01	0:00:56	0:33:20
10 Gbps	<0:00:01	<0:00:01	0:00:20
Móviles «2G» (1991-)	0:02:23	27:46:40	25 días
Móviles «3G» (2001-)	0:00:05	0:58:20	34:43:20
Móviles «4G» (2006-)	<0:00:01	0:00:56	0:33:20
Móviles «5G» (2018-)	<0:00:01	0:00:14	0:08:20

Tiempos de descarga teóricos según peso y ancho de banda (Kbps: kilobits por segundo; Mbps: megabits por segundo; Gbps: gigabits por segundo; datos en horas, minutos y segundos). Los anchos de banda de descarga que se han tomado como indicadores de las diferentes generaciones de telefonía móvil son 56 kilobits para «2G», correspondientes al máximo teórico de la tecnología GPRS, 1,6 megabits para 3G (EDGE), 100 megabits para 4G (LTE) y 400 megabits para 5G (HSPA+).

En la tabla 1, hacemos una comparación del tiempo que se tarda en descargar determinada información según el ancho de banda. En la primera columna, simulamos el tiempo necesario para visualizar una foto con resolución no especialmente alta (con peso de un megabyte; recordad que 1 byte son 8 bits). En la segunda columna tenemos lo que ocupa un CD-ROM lleno y en la tercera el contenido de un disco Bluray. Es fácil observar el salto exponencial que se ha experimentado en los últimos veinte años, y la magnitud de lo que nos espera en los próximos veinte.

También es esencial considerar las diferencias entre ciudadanos «del primer mundo», con conexiones de centenares de megabits, y los que viven en países menos favorecidos, que aunque también han evolucionado radicalmente en

los últimos años, disponen de una conectividad mucho más limitada, tanto en velocidad como en disponibilidad y, además, mucho más cara, especialmente si lo comparamos con su renta.

El lector actual asume naturalmente que la conexión a la red es, en muchos casos, inalámbrica. Inicialmente, dos motivos principales provocaron la demanda de conexiones sin hilos:

- La necesidad de disponer de conexión en cualquier lugar, por ejemplo, en medio de la calle o en un automóvil.
- La dificultad de cablear la *última milla*.

Con *última milla* –raras veces se habla de último kilómetro, dado el origen anglosajón del término– se hace referencia a dos conceptos que, aunque distintos, son prácticamente iguales. Desde el punto de vista estrictamente técnico, es el último tramo de infraestructuras de telecomunicaciones necesarias para que un proveedor dé determinados servicios a un consumidor. El término es algo vago y ha sido interpretado de manera distinta según los contextos. Técnicamente, se refiere al último tramo de infraestructura que une al proveedor de servicios con el destinatario de estos. Así, en el caso de una red telefónica, la última milla se considera el cable que va desde el último nodo de la red central telefónica hasta el domicilio de un particular. Por extensión, última milla puede referirse también a la infraestructura que el usuario final debe poner a su propia disposición para acceder a los servicios de internet. Esta última acepción se hace especialmente relevante cuando el acceso a internet se hace desde un punto de acceso público, como una biblioteca o un telecentro.

Sin embargo, el concepto ha ido tomando un sesgo cada vez más político o estratégico, de manera que la segunda acepción de última milla, y la más extendida, se basa en la definición anterior, pero teniendo en cuenta el rendimiento económico o la relación coste/beneficio de esa última parte de la red necesaria para hacer llegar los servicios desde el proveedor hasta el consumidor final. Así, en términos no técnicos, se entiende por última milla toda la instalación necesaria para ofrecer un servicio pero que, por su elevado coste y pocas expectativas de rendimiento económico, no resulta rentable instalar. El caso más habitual es la instalación de cable telefónico –aunque, para el caso de la electricidad, es exactamente la misma situación–, que se va desplegando desde una gran capital, con muchísimos usuarios por kilómetro cuadrado, y va avanzando hacia capitales de provincia, capitales de comarca, pequeñas poblaciones. Llega un momento en que seguir instalando postes y cables no resulta rentable para hacer llegar la señal hasta un pequeño núcleo rural escondido en un valle de alta montaña.

El problema de la última milla, como se podrá adivinar, tiene dos razones fundamentales:

- Las bajas expectativas –o posibilidades reales– de generar beneficio a partir de la provisión de servicios de telecomunicaciones.
- Los altos costes de la instalación, debidos a la orografía, la dureza de las condiciones climáticas que dañan las instalaciones, inestabilidad política y acciones de sabotaje, etc.

Estas razones, como hemos ya indicado en el ejemplo anterior, hacen especialmente vulnerables las zonas rurales a dicho problema, por la cuestión de los costes, y las zonas pobres, por la parte de los beneficios. En cualquier caso, no se hace sino agravar una ya existente situación de exclusión –real o potencial– con una posibilidad de exclusión digital añadida.

La tecnología sin hilos es, por lo general, mucho más fácil de poner en funcionamiento en dichas zonas de posible exclusión digital, ya que sus instalaciones suelen ser mucho más baratas y, aunque el rendimiento es menor que con cable, esta diferencia es cada vez menos relevante.

Veamos a continuación cuatro familias de tecnologías sin hilos. Antes, sin embargo, convendrá hacer una breve referencia al Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). El IEEE es una organización internacional sin ánimo de lucro que trabaja en el ámbito de la investigación y la coordinación de resultados en el campo de la electrónica y la electricidad. Como muchas de estas asociaciones, tiene un papel esencial para fijar estándares de manera que las distintas tecnologías y los distintos desarrolladores puedan acabar haciendo aplicaciones y dispositivos compatibles los unos con los otros. Uno de los grupos de estándares fijados por el IEEE es el **802**, relativo a redes y transmisión de datos. Las tres tecnologías sin hilos que presentamos a continuación suelen nombrarse por su nombre común, dada su gran aceptación, lo que las hace populares y las libera de jerga técnica. Sin embargo, aún es habitual verlas referidas con su número de certificación por parte del IEEE, de aquí esta introducción.

Wifi o especificación IEEE 802.11: es una tecnología que permite la conexión a una red local mediante ondas de alta frecuencia. Por supuesto, lo más interesante es que, además de poder compartir recursos con el resto de dispositivos conectados a la red local –ya sea mediante una LAN o una red P2P–, si uno de estos –haciendo las funciones de servidor– está conectado a internet, el ordenador, la agenda u otro dispositivo que se conecte mediante wifi a la red local también puede, a su vez, conectarse a internet.

El principal problema de una red wifi es que los dispositivos que ofrecen la conexión suelen tener un alcance reducido, por lo que hay que enlazar varios para poder cubrir una gran área. Una de las opciones más habituales para ampliar la extensión de la red es construir **mesh networks** o **redes malladas**, donde los ordenadores se conectan entre ellos como los nodos de una red.

Dentro de los principales usos del wifi, encontramos la instalación de LAN sin cables en edificios –desde oficinas hasta centros comerciales, aeropuertos y hoteles–, con la que es posible conectarse a internet con un portátil y, a lo sumo, un usuario y palabra secreta para poder utilizar los servicios de la red. Sin embargo, donde ha resultado ser un gran revulsivo el uso del wifi ha sido, precisamente, en las zonas rurales, donde las inversiones en cableado eran absolutamente prohibitivas. En estas zonas, el wifi ha permitido ofrecer servicios de correo electrónico, servicios de Administración electrónica desde la página web de la Administración local o compartir archivos y otros recursos (impresoras o fax) por toda la comunidad. Estas redes wifi locales, cuando no han podido disponer de una conexión a internet por cable, debido al mencionado problema de la última milla, han tenido que recurrir, en función de sus necesidades o sus posibilidades, a dos soluciones principales:

- La primera, dotar de una **conexión a internet vía satélite** –donde los datos se transmiten por radio al satélite y desde el satélite en lugar de usar cables– a un telecentro de la población, generalmente el ayuntamiento o la administración local. En este telecentro se instala el punto de acceso principal a partir del cual se genera la red wifi.
- La segunda, utilizar un **ordenador itinerante** que recoge los datos que tienen que salir a internet (correo electrónico, descargas de páginas web) y que se desplaza a un núcleo urbano donde, a su vez, se conecta con un punto de acceso wifi o *hotspot* conectado a internet, al que sirve las peticiones de datos y recoge las respuestas; respuestas que, en su nueva visita a la red wifi, entregará a sus peticionarios al conectarse a la red. Estos ordenadores itinerantes pueden ir instalados en autobuses de líneas o en el transporte utilizado por el cartero rural.

A pesar de que su implantación es cada vez menor, también es conveniente hablar de **WiMAX** o especificación IEEE 802.16 con una estructura similar a la de las redes wifi, siendo su principal diferencia la forma en qué los ordenadores o nodos se conectan a la red, que hace que el alcance de los puntos de acceso sea mucho mayor. Esto hace que la principal aplicación de la tecnología WiMAX sea conectar dos redes wifi distantes entre ellas o una red wifi con otra red conectada a internet, y minimizar así los problemas de la última milla.

Es fácil ver como WiMAX ha ido perdiendo interés a medida que se iban implantando y afianzando los estándares de telefonía móvil digital, con la sucesión de tecnologías 3G, 4G y 5G.

Popularizada por los teléfonos móviles, la tecnología **Bluetooth** o especificación IEEE 802.15.1, que permite conectar con una gran facilidad dispositivos entre sí, intercambiar información entre ellos o utilizar los unos como periféricos de los otros (por ejemplo, que un ordenador portátil conectado por Bluetooth a un teléfono móvil lo utilice para conectarse a internet). Esta conexión se basa en ondas de radio de muy corto alcance (incrementable según la potencia suministrada) del mismo rango de frecuencias que la tecnología wifi, pero con un alcance (y consumo) mucho menor, de ahí su utilidad en pequeños dispositivos con gran proximidad.

En tercer lugar tenemos la tecnología **RFID** (*radio frequency identification*) o identificación por radiofrecuencia. Esta tecnología se basa en las llamadas etiquetas RFID, que pueden almacenar información que proporcionarán a un emisor-receptor a su petición, que en función de si son pasivas, semiactivas o activas (las dos últimas alimentadas por batería) podrán proporcionar más o menos información al receptor, desde un simple «sí» o «no» hasta cambiar la información almacenada por la que el emisor le proporcione.

Las aplicaciones civiles más comunes de las etiquetas RFID son los dispositivos antirrobo de libros o discos con etiquetas, como la que aparece en la figura 1, antirrobo de prendas de vestir, pago en peajes de autopistas o chips para la recuperación de animales extraviados, que, además, incorporan información sobre su historial veterinario. En el ámbito de la Administración, su uso es ilimitado, y existen experiencias y propuestas para el seguimiento de documentación en papel, medio de pago electrónico para pequeñas tasas administrativas, o como manera de identificación de individuos a la vez que puede incorporar su expediente médico.

Finalmente, debemos hablar de **NFC** (*near-field communication* o comunicación de campo cercano). Se trata de un conjunto de protocolos de comunicación que permite que dos dispositivos se comuniquen entre sí a muy cortas distancias (de pocos centímetros), lo que da origen a su nombre. Quizá el uso más popular actual del NFC es el de los pagos *contactless* mediante tarjetas de crédito o débito que incorporan la tecnología, o usando dispositivos móviles que emulan la correspondiente tarjeta financiera. Otro posible uso del NFC es emular las etiquetas RFID, aunque con un alcance en general mucho menor, que será más o menos útil dependiendo de la aplicación.

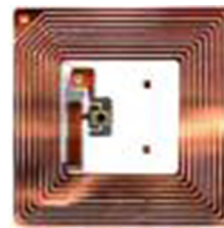


Figura 1

3. Barreras al acceso

Definimos la **accesibilidad** como la facilidad con que un contenido puede ser utilizado por el usuario final, especialmente si este tiene algún tipo de discapacidad.

Muchos factores, como las discapacidades físicas o psíquicas, los diferentes niveles culturales o la actualización tecnológica de los equipos de los usuarios, influyen no ya en la calidad del acceso, sino en la mera posibilidad de acceder a internet o utilizar un teléfono móvil.

En el ámbito de internet, corresponde a la W3C fijar los estándares tecnológicos –algunos de los cuales veremos en el apartado "4. Tecnología y código de Internet"– que posibiliten la **accesibilidad** de todas las páginas web y sus contenidos multimedia a cualquier tipo de usuario, independientemente del software utilizado, del hardware o de sus capacidades físicas.

Por otra parte, no se trata únicamente de garantizar el acceso a la red a quienes tienen alguna dificultad añadida, sino de facilitarlo a todos y cada uno de los usuarios, por lo que la accesibilidad es un término que se engloba dentro de otro más genérico, la usabilidad.

Definimos la **usabilidad** como la medida empírica y relativa acerca de lo fácil, rápido y agradable que es utilizar un determinado producto o servicio.

La usabilidad incluye, además de la posibilidad de acceder o accesibilidad, la calidad de este acceso, teniendo en cuenta aspectos como un buen uso de la tipografía –que facilite la legibilidad–, el color –que el contraste facilite la lectura–, la situación de los apartados y botones en la página –que sean fáciles de encontrar y estén dispuestos de manera intuitiva–, la semiótica de los iconos, etc.

Tanto la usabilidad, en general, como la accesibilidad, en concreto, son puntos fundamentales en cualquier servicio de internet y, por descontado, en cualquier servicio en línea de la Administración, que debe velar, mucho más que el sector privado, por no discriminar a sus usuarios, por definición todos sus administrados. Para objetivar la accesibilidad de un sitio web, la **iniciativa para la accesibilidad en la web (WAI)**, un grupo de trabajo del W3C, definió una serie de guías –sobre contenido, sobre formato, sobre tecnología, etc.– para la

accesibilidad del contenido web (WCAG) marcando tres prioridades: las que se tienen que satisfacer (prioridad 1), las que se deben satisfacer (prioridad 2) y las que se recomienda satisfacer (prioridad 3).

Las WCAG dan, en primer lugar, una serie de *principios*: perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y robustez. A continuación, da una serie de *pautas*, objetivos que deberían perseguir todos los creadores y proveedores de contenidos. Acto seguido, se dan unos *criterios de éxito*, medibles, que pueden usarse para establecer niveles, desde el mínimo A, hasta el AA y el AAA, el máximo nivel de accesibilidad definido. Finalmente, contiene una serie de técnicas, que divide en suficientes y recomendables.

En muchos países, la normativa legal ya obliga a la Administración pública a alcanzar un nivel de accesibilidad en sus sitios de nivel AA y, en algunos casos, incluso de AAA. La Unión Europea ha publicado diversas normativas sobre la accesibilidad de sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles de los organismos del sector público.

Los requisitos para tener uno u otro nivel de accesibilidad se basan en las facilidades (o barreras) que una página web tiene para su navegación por parte de usuarios con discapacidades físicas (sensoriales, motrices), dificultades de comprensión o lectura (por discapacidad o por registro cultural), la posibilidad de usar ciertos dispositivos de entrada de datos como el ratón o el teclado (o, en su defecto, dispositivos alternativos), tipos de pantalla y su resolución, tipo de conexión, etc. Sobre la de una serie de indicadores, y el nivel de exigencia aplicado, se alcanza el nivel correspondiente.

Veamos un ejemplo: las imágenes de una página no son accesibles para los discapacitados visuales a partir de determinado grado de discapacidad. Es una cuestión de prioridad 1 (y, por tanto, debe cumplirse siempre, incluso para el nivel más bajo de accesibilidad, el A) que todas las imágenes –y muy especialmente las que influyen en la navegación de la página, como los botones de acción– tengan una etiqueta explicativa que defina la imagen y proporcione información tanto sobre su contenido como, si lo tiene, la acción que conlleva hacer clic en ella. Una prioridad de nivel 2, y siguiendo en la misma lógica, es evitar el uso de imágenes para mostrar contenido que podría explicarse mediante texto o código especial legible por una máquina, como, por ejemplo, fórmulas matemáticas. Una prioridad 3 sería el contraste de color entre fondo y texto. Como se puede entender, las prioridades de nivel 1 son irrenunciables porque censuran partes de la página a determinados colectivos, mientras que las de nivel 3 facilitan el acceso pero no lo imposibilitan.

Referencia bibliográfica

La Fundación Sidar publica un compendio de legislación relativa a accesibilidad:

<http://www.sidar.org/recur/direc/legis/index.php>

4. Tecnología y código de internet

El principal papel del W3C no es, sin embargo, y sin ánimo de restar importancia a esta cuestión, desarrollar las guías de accesibilidad, sino fijar los estándares que posibilitan el entendimiento entre las aplicaciones con las que se accede a la web y los contenidos y servicios que allí se encuentran.

A continuación, presentaremos algunos de los principales lenguajes y tecnologías que se utilizan en la web, la mayoría de ellas pertenecientes al grupo de recomendaciones del W3C, con la excepción de PDF y MySQL.

Es interesante ver esta procesión de lenguajes y tecnologías como una progresión secuencial en el tiempo y cómo cada novedad ha ido a suplir una deficiencia del anterior estadio de la tecnología. Tengamos en cuenta que la comunicación por internet se inició con el envío de archivos de texto sin absolutamente ningún tipo de formato, lo que se llama **texto plano**. Aunque la línea temporal no es, en sentido estricto, tan secuencial ni tan discreta, creemos que esta aproximación resulta más pedagógica.

Dado que el texto plano es, a todas luces, demasiado sencillo y dificulta sobremanera enfatizar lo escrito, ya sea con el uso de negritas, cursivas, subrayados, listas, etc., la primera necesidad a cubrir era, precisamente, cómo enriquecer el texto. Además, y para evitar tener que teclear cada vez una URL en el navegador, se quiso incluir la posibilidad de enlazar un documento con otro, de manera que todos ellos, en el límite, estuviesen conectados. De ahí nace el concepto de *world wide web* o telaraña mundial, y el **hipertexto**, el texto que puede enlazar a otros textos con **hipervínculos**, será el paradigma de esa telaraña o red.

El **HTML** (*hypertext markup language*, lenguaje de marcado de hipertexto) es, la forma que toma el lenguaje que va a dar todas esas posibilidades –de riqueza y de hipertexto– al texto plano. Lo que el HTML hace es añadir **etiquetas** a todos y cada uno de los elementos del texto donde sea necesario añadir formato o bien un hipervínculo. Así, en esencia, el HTML sigue siendo un archivo de texto (generalmente con extensión .html) al que se ha añadido otro texto específico que enriquece el texto original. HTML se compone, *grosso modo*, de una serie de elementos o etiquetas que describen semánticamente el contenido. Así, tenemos <p> para marcar párrafos, <h1> o <h2> para marcar encabezados de primer nivel, para dar énfasis a determinadas partes de un texto...

En sus inicios, cada navegador decidía cómo mostrar al usuario el contenido en función de cómo su autor lo había etiquetado. Pronto surgió la necesidad de dar a los creadores de contenido la posibilidad de dar su propio formato a

sus páginas web. Para ello se crearon las llamadas **CSS** (*cascading style sheets*, hojas de estilos en cascada), que, como su propio nombre indica, sirven para separar el estilo del contenido del texto. A diferencia de los archivos de texto con los que habitualmente trabajamos, por ejemplo en los procesadores de texto, el formato queda almacenado en un archivo aparte (con extensión .css), que es referenciado por los archivos HTML. Desde CSS se definirá qué aspecto debe darse a cada nivel de título, cómo debe marcarse el texto enfatizado, etc.

La combinación de HTML y CSS nos permite crear páginas visualmente atractivas –además de accesibles y usables–, pero no permite apenas ninguna interacción con el usuario ni con otras fuentes de información. La manera de atacar esta limitación es dotar al navegador de un lenguaje de programación, JavaScript. Igual que ocurre con HTML y CSS, los navegadores leen e interpretan el código JavaScript para presentar al usuario las páginas tal y como las idearon sus autores, diseñadores y programadores.

La combinación de las tres tecnologías –HTML, CSS y JavaScript– y que vino a llamarse **DHTML** (*dynamic HTML* o HTML dinámico) permitió crear páginas con un cierto dinamismo.

Decimos que JavaScript es un lenguaje de programación en el lado del cliente (o *front-end*), puesto que es en el navegador (o cliente) donde se interpretan sus comandos. Existen, por otro lado, lenguajes de programación en el lado del servidor (o *back-end*). Como intuirá el lector, estos lenguajes se interpretan en el servidor web para crear los archivos HTML, CSS y en algunos casos JavaScript que este servidor enviará al navegador. Un ejemplo trivial de uso de esos lenguajes de programación es escribir en la página web la fecha en que se creó.

Antes de seguir hablando de lenguajes de programación en el lado del servidor debemos hablar de **bases de datos**. Una base de datos es una colección organizada de datos, almacenada electrónicamente en un ordenador. Un ejemplo de base de datos es la información que conserva una universidad de sus estudiantes. Es natural pensar que la universidad deberá conservar el nombre y los apellidos de esos estudiantes, su dirección, su número de teléfono –y deberemos considerar la posibilidad de que el estudiante tenga más de un número de teléfono o dirección postal– y, para cada periodo de docencia, de qué asignaturas se ha matriculado y las notas que ha obtenido en ellas, tanto durante la evaluación continua como en los exámenes, y la nota final obtenida – y también deberá considerarse la posibilidad de que el estudiante no supere la asignatura y se matricule de nuevo en ella. Como puede intuirse, el modelo de datos puede volverse muy complicado muy rápidamente, incluso para ejemplos relativamente sencillos.

Un primer problema importante de las bases de datos es considerar, como veíamos en el ejemplo anterior, la posibilidad de que a una entidad (un estudiante, en nuestro caso) le correspondan diferentes ítems (por ejemplo, números de teléfono). Los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD, o DBMS

por sus siglas en inglés) suelen almacenar la información en tablas (el lector seguramente habrá almacenado información así usando una hoja de cálculo, como Excel o LibreOffice Calc). En esas tablas se podrían habilitar múltiples columnas para cada uno de los posibles números de teléfono, pero esto es, por un lado, poco eficiente (seguramente tendremos muchas celdas vacías en nuestra tabla) y, por el otro, insuficiente: si habilitamos dos columnas para números de teléfono, ¿qué haremos para el estudiante que tenga tres? Para solventar estos inconvenientes se suelen usar bases de datos **relacionales**: se almacenan en una tabla los datos fijos y a cada entidad (estudiante, en nuestro caso) se le asigna un número identificador único. Y después se habilita una segunda tabla en la que en cada línea se almacena un número de teléfono junto al identificador único del estudiante al que corresponde. Podemos tener una cantidad prácticamente ilimitada de tablas y de **relaciones** entre ellas. Su buen diseño es un trabajo potencialmente complejo y que puede representar la diferencia entre un sistema eficiente y uno incapaz de lidiar con las necesidades derivadas de su uso.

Los SGBD tienen casi siempre un *lenguaje de consultas* que permite escribir de manera relativamente sencilla instrucciones para crear nuevos registros, recuperarlos de acuerdo con algún criterio (estudiantes matriculados en el periodo docente actual de una determinada asignatura en un aula determinada, por ejemplo, es una consulta que se ejecuta cada día una cantidad innumerable de veces en el Campus Virtual de la UOC, por ejemplo), actualizar esa información o borrarla. El más popular de esos lenguajes de consulta es SQL (*simple query language*, o lenguaje simple de consultas), que ha dado nombre a toda una categoría de bases de datos (es posible que el lector haya oído hablar de bases de datos NoSQL: imagínese la importancia de las bases de datos SQL si al resto se las define por «no ser SQL»).

Volviendo a los lenguajes de programación en el lado servidor, en un gran número de casos estos se encargan de interactuar con una base de datos para construir la página web (con su HTML, su CSS y su JavaScript) que se muestra al usuario en función de lo que este necesite y todos los parámetros que haga falta. Eso es lo que pasa cuando alguien accede al portal de la UOC: el servidor recupera la información que se debe mostrar de una serie de datos y construye la página que se muestra. Más complejo es el proceso cuando el estudiante ha accedido al Campus Virtual: las diferentes páginas del Campus son diferentes para cada estudiante, y el número de consultas que se hace para cada página cargada puede superar fácilmente la centena. Y lo mismo sucede cada vez que se accede a buena parte de los sitios web: un sistema complejo construye las páginas que vemos al acceder a medios de comunicación, tiendas en línea, páginas de organismos públicos, blogs...

Las bases de datos son, pues, en muchos aspectos, el motor de las TIC, al menos en lo que a tecnologías de la información se refiere. Si repasamos los conceptos enumerados anteriormente, nos daremos cuenta de que las bases de datos nos sirven para todos y cada uno de los pasos de la gestión del conocimiento,

desde la auditoría hasta su aplicación práctica en nuestros procesos. Más si nos ceñimos al caso de la Administración pública, cuya tarea más importante es la gestión de ingentes cantidades de información, ya sea tributaria, de salud, legal, etc.

Una última tecnología de la que debemos hablar al lector es Ajax (originalmente, *asynchronous JavaScript and XML*, o JavaScript asíncrono y XML, aunque esas siglas han ido perdiendo vigencia). Hace años, cada vez que una aplicación web debía mostrar datos nuevos al usuario, cargaba una página nueva. En la actualidad esto, en muchos casos, no es así. En la mayoría de aplicaciones de correo, por ejemplo, al inicio se carga una especie de carcasa que contiene casi todos los elementos que compondrán todas las páginas que el sistema puede mostrarnos y todo o casi todo el código JavaScript que la aplicación va a necesitar. A partir de ahí, en vez de pedirle páginas nuevas al servidor, el JavaScript de la página se encarga de pedir al servidor única y exclusivamente la nueva información que necesita (el contenido de un determinado mensaje de correo electrónico, por ejemplo) y se reorganiza para mostrar esa información al usuario. Esto ha hecho posible que la web sea el mecanismo para interactuar cada vez más con categorías de aplicaciones, hasta el punto de que cada vez los usuarios invierten prácticamente todo el tiempo que pasan frente al ordenador –y frente al móvil– dentro del navegador y de aplicaciones que son en gran medida un navegador.

Si combinamos las bases de datos con las posibilidades que permiten las telecomunicaciones, tenemos ante nosotros dos conclusiones potentísimas:

- Internet –entendida en sentido amplio, incluyendo comunicaciones por cable y sin cable– hace posible tener, conceptualmente, una sola base de datos compuesta por todas las bases de datos existentes, enlazadas debidamente mediante identificadores clave, como el número de identificación fiscal. De esta manera, cualquier departamento de la Administración debería poder, por medio de aplicaciones de Administración electrónica, compartir datos con otros departamentos y, a la inversa, utilizar datos de otros departamentos para sus fines, dentro, naturalmente, de los límites legales relativos a la protección de los datos personales.
- Internet hace posible que el administrado pueda explotar los datos de las distintas bases de datos de la Administración –dentro de los márgenes que permita el ordenamiento en función del carácter público o privado de la información– y, a su vez, proporcionar a dichas bases de datos la información sobre su persona y acciones de la que aquellas carecen.

Apuntamos aquí como reflexión el hecho de que la tecnología, por norma general, no conoce fronteras, por lo que sería posible, *de facto*, disponer de una única base de datos –al menos de cara al usuario, sea este el ciudadano o el funcionario– con *todos* los datos del mundo. Esta **unicidad y transnacionalidad de los datos** ha venido siendo perseguida por los servicios de seguridad

y administrativos nacionales, que han suscrito cláusulas para poder facilitar la prosecución de sus tareas más allá de su ámbito jurisdiccional. Sin embargo, en el momento en el que no es necesario personarse fuera de la propia jurisdicción, el mismo concepto de esta queda más que en entredicho. Buenos ejemplos de ello son el efecto prácticamente universal del Reglamento General de Protección de Datos europeo, o los efectos globales que tiene cualquier nueva normativa estadounidense, dado que al regular empresas residentes en Estados Unidos se tiene efecto sobre todos sus usuarios en todo el planeta.

El enfoque de los anteriores párrafos se ciñe única y exclusivamente a lo que la tecnología *hace posible*, no a lo que políticamente o incluso moral o legalmente es posible o incluso recomendable.

4.1. Bases de datos

Volvamos, una vez más, a la tecnología.

Describíamos en el apartado anterior una serie de tecnologías que permitían, desde el sencillo HTML estático hasta las páginas que acceden a bases de datos gracias a Ajax y construyen páginas dinámicas. Esto, combinado con la creciente disponibilidad de información en bases de datos, permite acceder de manera simple cada vez a más información. Así, hoy en día es casi natural pensar en una aplicación web que nos permita ver cuál ha sido la inversión pública de uno u otro tipo en cualquier zona a lo largo del tiempo, consultar nuestra información fiscal, la mesa electoral a la que debemos dirigirnos para ejercer nuestro derecho a voto...

Retomemos, pues, el tema. Las bases de datos, conectadas entre sí, y con una interfaz cómoda y amigable –accesible, usable– como puede ser un navegador de internet, permiten:

- Enriquecer un conjunto de datos con más datos.
- Personalizar los datos que mostramos según el usuario.

De entre las incontables aplicaciones que tienen las bases de datos, existen tres especialmente importantes en el ámbito de la Administración electrónica.

Un CMS (en sus siglas inglesas un sistema de gestión de contenidos) es una base de datos que gestiona contenidos que van a ser publicados, por norma general, en una página web. Decimos por norma general porque al estar almacenados en una base de datos –y no en un archivo de texto plano– es inmediato acceder a esos datos desde cualquier dispositivo conectado a la red. El CMS, además de la base de datos, incorpora una serie de plantillas o estructuras de formato para mostrar esos datos. Hasta aquí, el funcionamiento es igual que cualquier base de datos con una interfaz gráfica. El principal uso de un CMS

es el de almacenar, como datos, los textos, las imágenes y los archivos multimedia y de todo tipo que luego compondrán noticias, artículos, o informes, utilizando la combinación entre base de datos con los contenidos y el formato de una noticia, un artículo o un informe, en lugar de tener una inmensa cantidad de páginas estáticas.

Aunque pueda parecer que la única ventaja es el ahorro de un cierto trabajo – incluso de un cierto espacio en el ordenador o el servidor–, la verdad es que el tratar la información de esta manera hace posible su **búsqueda** y su **filtrado**.

Tomemos, como ejemplo, la web del *Boletín Oficial del Estado* (BOE), el diario oficial del Estado español, donde este publica leyes, disposiciones y otros actos. La publicación del BOE es obligatoria, ya que el Estado debe informar a sus ciudadanos preceptivamente. Cuando hablábamos de la alfabetización informacional, nos referíamos a ella como la capacidad de encontrar información, de entenderla y de poder utilizarla en beneficio propio. Sin embargo, la publicación diaria de decenas de páginas de normativa estatal, simplemente adaptando el formato en papel al formato digital, nos haría, a efectos prácticos, analfabetos informacionales, ya que nos sería muy difícil poder gestionar tanta información en tan poco tiempo.

El diario oficial, cuando abandonó el formato en papel, pasó a publicarse exclusivamente en un sitio web, pero en lugar de hacerse en forma de páginas estáticas, se hizo alimentando una base de datos, lo cual hizo posible la búsqueda de determinadas palabras en el texto o el filtrado de las normas publicadas en una determinada fecha o bajo un ámbito concreto. Esta opción permite, además, relacionar de manera automática leyes entre sí, añadiendo el campo correspondiente. Por último, el formato se puede cambiar a placer, sin miedo a afectar los textos legales o sin tener que ocasionar costes elevadísimos al tener que cambiar todos y cada uno de los diarios. Aunque este último caso pueda parecer una frivolidad, piénsese en cuántos ministerios, secretarías, direcciones y departamentos cambian de denominación al pasar unas elecciones, o bien qué sucede si nos queremos dirigir a un público en más de una lengua oficial.

Si las bases de datos, en concreto los CMS, pueden ayudar a gestionar la información pública de la Administración, lo mismo ocurre con la información que hace referencia a los administrados.

Los CRM (también del inglés, gestión de las relaciones con el cliente) se incorporaron a la vida de las empresas para llevar el control de todas las interacciones que tienen con sus clientes, desde las campañas publicitarias hasta el cobro de sus productos o servicios, pasando por el registro de informaciones, quejas, sugerencias, etc. Una vez más, bajo unas siglas no se esconde más que una «simple» base de datos que lo «único» que hace es registrar toda la información que la empresa tiene del cliente, tanto información estática (sus datos personales, sus aficiones, sus datos bancarios) como la información dinámica

(qué le hemos vendido, cuántas veces nos ha comprado, cómo ha pagado). En este sentido, la Administración funciona de la misma manera, guardando datos personales de los ciudadanos, así como un registro exhaustivo –completo, en el mejor de los casos– de todas y cada una de las interacciones que suceden entre ambos. Una vez más, la ventaja de llevar las cuentas en una base de datos –y no en expedientes en papel– y, además, que esta esté conectada a la red de modo que pueda interactuar con otras bases de datos nos permite una eficiencia sin parangón.

Ejemplos

La Agencia Tributaria Española (<http://www.aeat.es/>) permite hacer innumerables trámites administrativos, desde la información hasta el pago de tributos, pasando por la descarga de formularios. Todas las acciones –relacionadas con el pago de tributos– que hace el administrado quedan registradas para su consulta posterior.

Actualmente, el mejor ejemplo de CRM es, sin duda alguna, la banca electrónica, donde el detalle de las acciones del cliente –tanto en línea como, por ejemplo, telefónicamente– queda registrado exhaustivamente.

Además de la rapidez en la gestión de los datos y el consiguiente incremento de la eficiencia –ya de por sí un objetivo válido–, con los CRM es posible también una mayor eficacia, al permitir, como en el caso anterior, buscar los datos de manera casi infalible; mucho más que en una montaña de expedientes en un sótano lleno de archivos. Por otra parte, sería potencialmente posible, aunque en muchos ordenamientos se prohíbe en buena medida por la necesidad de proteger los datos personales, cruzar los datos para saber más y mejores cosas sobre el administrado, ya sea en negativo (darse cuenta de que no solamente no paga sus impuestos, sino de que, además, tiene deudas con la justicia y serios problemas de salud por su adicción a los narcóticos), ya sea en positivo (descubrir que una mínima inversión en un hospital en una zona rural aislada posibilitaría una menor mortandad infantil y una mayor calidad de vida para los padres que viven alejados de la pediatría urbana), con las rentas políticas que, respectivamente, se devengarán en uno y otro caso.

Si nos ponemos en la piel de quien utiliza los servicios de la Administración, el hecho de que esta sea más eficiente y eficaz en la gestión de la información redundante, necesariamente, en una mejor relación de la Administración con los administrados. Desde el momento en que todas las bases de datos pueden interactuar las unas con las otras, el administrado debería poder acceder a todos sus datos fácilmente o actualizarlos desde un mismo punto. El programa estrella de toda Administración electrónica que se precie es, sin duda alguna, la llamada **ventanilla única**: un punto de información al ciudadano que sería capaz de informarle, recoger sus datos y gestionar sus trámites administrativos sin que aquel necesite conocer los procedimientos que hay que efectuar en todos y cada uno de los innumerables trámites existentes.

La última base de datos de especial aplicación en el ámbito de la Administración son los **SIG** o **sistemas de información geográfica**. Como el propio nombre indica, los datos tratados aquí no versan sobre contenidos informativos (como los CMS) o datos personales (como los CRM), sino datos sobre el

territorio. Huelga decir que la administración del suelo y las infraestructuras son uno de los principales cometidos de la Administración. Los SIG ayudan a contextualizar determinados datos e información en el terreno, de manera que sea posible captar a primera vista, y siguiendo con uno de los ejemplos anteriores, qué barrio paga menos impuestos por cabeza, es decir, cuál tiene las rentas más bajas y, en cambio, tiene mayor déficit de infraestructuras educativas, sanitarias o de ocio. Aunque parezca trivial, esta información que aparece clara y diáfana en un mapa es absolutamente indescifrable cuando queda oculta tras una maraña de números y tablas.

Ejemplo

Un ejemplo de aplicación de los SIG –en conjunción con los sistemas de posicionamiento global– es el proyecto IDE-E, desarrollado por el Consejo Superior Geográfico del Estado Español, que permite alimentar una base de datos con información del territorio y después visualizarla mediante mapas. La principal característica del sistema es que las administraciones no solamente pueden explotar la base de datos, sino también alimentarla.

<http://www.idee.es/web/guest/inicio>

No podemos cerrar este apartado, dedicado a la tecnología, sin un último apunte de carácter tecnológico. La actitud de la que hacíamos mención al hablar de la web 2.0, así como la filosofía que impulsa el software libre, han hecho florecer una «pila tecnológica» que se ha venido a agrupar bajo el acrónimo **LAMP**. Este acrónimo toma su nombre de Linux –un sistema operativo de software libre–, Apache –un servidor web o programa para servir páginas web, también de software libre e instalado en la mayoría de servidores del mundo–, MySQL –un gestor de bases de datos– y PHP, Perl y Python –lenguajes de programación en el lado servidor (existen otras «pilas» basadas en otras tecnologías, que casi siempre consisten en la combinación de sistema operativo, servidor web, gestor de bases de datos y lenguaje de programación en el lado servidor, como la que gira alrededor de la tecnología de Java o los productos de Microsoft, pero la gratitud y ubicuidad de LAMP la convierten en el ejemplo paradigmático).

La principal aportación de las tecnologías LAMP es que cubren todo el espectro de aplicaciones necesario para poder publicar en la red, desde el sistema operativo y la aplicación de servidor web (Linux y Apache) hasta los lenguajes para dar forma a la página web (las «P»), pasando por quién gestionará los datos que alimentaran el formato programado anteriormente, la base de datos MySQL.

A ello hay que añadir la esencial particularidad de LAMP de que se trata de un conjunto de aplicaciones de software libre, lo que implica que son:

- Gratuitas
- Fáciles de manipular

Conjuntadas unas características con otras, lo que ha permitido la tecnología o grupo de tecnologías que conforman LAMP es una gran democratización de internet, ya que ha facilitado en extremo la publicación de contenidos –el uso estrella– desde cualquier punto de vista (artículos, series de datos numéricos, directorios) y ha incluido la posibilidad de alimentar estos contenidos mediante la misma red, lo que en definitiva acaba significando que, dados los permisos necesarios, cualquier usuario puede, potencialmente, convertirse en autor o editor de cualquier sitio web, sea suyo o no.

Esta tecnología y su adopción por parte de la Administración no es una cuestión baladí. La democratización de internet significa, a su vez, la democratización de los medios de comunicación y llevar hasta el extremo la interlocución entre Administración y administrado, bidireccionalmente y de manera individual o agregada.

4.2. Interoperabilidad

Hasta ahora, hemos hablado de bases de datos que albergan distintos contenidos y de cómo se pueden utilizar esas bases de datos para dar una información personalizada, dinámica, según una serie de parámetros de búsqueda o de filtrado.

Ahora bien, ¿qué sucede cuando la información está almacenada en distintas bases de datos? ¿Es posible cruzar la información de las distintas bases de datos para obtener un único registro, dinámico, que sea la combinación de diversas fuentes?

La respuesta a esta pregunta requiere eso que coloquialmente se conoce como que las bases de datos «se hablen», lo que técnicamente se llama interoperabilidad.

Criado, Gascó y Jiménez (2010) definen interoperabilidad como:

La capacidad mediante la cual sistemas heterogéneos, no solo tecnológicos, pueden intercambiar información y procesos técnicos o datos [...] la habilidad de organizaciones y sistemas dispares y diversos para interactuar con objetivos consensuados y comunes y con la finalidad de obtener beneficios mutuos.

Es decir, la interoperabilidad es la capacidad de que distintos sistemas puedan interactuar entre ellos. Según la naturaleza de estos sistemas, la interoperabilidad será también de una u otra naturaleza.

La **interoperabilidad organizativa** se refiere, como el propio nombre indica, a que distintas organizaciones acomoden su estructura interna y de relación con el exterior para poder colaborar entre ellas. Si, por ejemplo, una organi-

zación no tiene previsto emitir una serie de informes que otra organización necesitaría para desempeñar determinadas funciones, nos encontramos ante un caso de falta de interoperabilidad organizativa. Por norma general, la interoperabilidad organizativa (o su carencia) viene determinada por la misión y los objetivos de la organización, los procesos y organigramas que la gestionan y, muy especialmente en el caso de la Administración, por la normativa que la afecta.

La **interoperabilidad semántica** tiene que ver con la naturaleza de la información o de los datos que deben intercambiarse entre sistemas. Así, el caso más paradigmático es el uso de sistemas de medición acordados, como el sistema métrico decimal, de modo que una misma cifra signifique lo mismo en todas partes (evitando el equívoco, por ejemplo, de tomar millas por kilómetros). No obstante, y más allá de las unidades utilizadas para la medición de indicadores, es también necesario que haya acuerdo –o interoperabilidad– en los indicadores mismos. Así, muchos indicadores socioeconómicos pueden darse en números absolutos, relativos per cápita o incluso por familia o por hogar (pensemos, por ejemplo, en la penetración de internet en la población). Es fácil ver que algunas barreras a la interoperabilidad semántica son fáciles de corregir (por ejemplo, convertir millas en kilómetros), mientras que otras o bien no se pueden corregir o acarrearán siempre un error de cálculo («personas con acceso a internet» es difícil de extrapolar con exactitud del indicador «hogares con acceso a internet»).

Por último, la **interoperabilidad técnica** es la que se refiere a los soportes y canales tecnológicos, formatos y protocolos que se utilizan para el intercambio de datos. Un claro ejemplo de interoperabilidad imperfecta lo habrá sufrido cualquier usuario que haya tenido que utilizar archivos creados con sistemas operativos distintos (Windows, Mac iOS, Linux). La mejor manera de facilitar la interoperabilidad técnica es, sin duda, el uso de estándares universales reconocidos y utilizados de manera generalizada. Un ejemplo de estándar sencillo y de gran aceptación es el uso de archivos CSV, que tabulan los datos separándolos por una simple coma.

Bibliografía

Criado, J. I.; Gascó, M.; Jiménez, C. E. (2010). *Marco Iberoamericano de Interoperabilidad* [en línea]. Buenos Aires: CLAD. <http://old.clad.org/documentos/otros-documentos/documentos-xii-conferencia-iberoamericana-de-ministros-2010/04-01-Bases%20para%20una%20estrategia%20iberoamericana%20de%20interoperabilidad.pdf/at_download/file>

