

# LA RED UNIVERSAL DIGITAL

*EL PARADIGMA SOCIO-TECNOLÓGICO<sup>1</sup>*  
*(Versión 2.0)*

**Autores:**  
**BEATRIZ ANAYA RODRÍGUEZ**  
**BEGOÑA GARCÍA-MIGUEL VELA**

---

<sup>1</sup> Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una licencia “Reconocimiento 2.5 España” de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/es/>.

La evolución de los avances técnicos en áreas como la Electrónica, la Informática y las Comunicaciones, junto con la creciente necesidad de abordar los cambios y funciones sociales, han dado lugar a una inmensa infraestructura, formada por circuitos, dispositivos, señales, materiales físico-químicos, equipos, redes, interfaces, sistemas operativos...que, de forma metafórica, denominamos la Red Universal Digital. Con esta denotación se pretende destacar su naturaleza de red, pero también su naturaleza conceptual, que es la de convertirse en la interfaz del ser humano para percibir, conocer, registrar y controlar el mundo a través de la información.

La tecnología y la industria tecnológica se mueven en la vanguardia, en una lucha permanente por encontrar una ventaja competitiva importante; en una continua búsqueda de nuevos modelos de negocio, atendiendo a las necesidades sociales que van surgiendo tras cada nuevo avance. Lo que en un momento es lo más innovador, en un escaso margen de tiempo, se convierte en algo completamente obsoleto; la evolución tecnológica deja atrás su propia innovación.

Son tres las claves que han conducido a la fusión de todas las redes y sistemas en la Red Universal Digital: la Electronificación, que tendía a unificar las técnicas de funcionamiento y fabricación de dispositivos y circuitos; la Digitalización, que tendía a la unificación en la representación, almacenamiento, transmisión y procesamiento de datos; y la Computerización, que tendía a introducir lógica, gestión, multifuncionalidad programable e “inteligente” en todos los componentes (F. Sáez Vacas, 1983).

## ÍNDICE

1. **Introducción**
2. **Evolución de la Red Universal Digital**
3. **Componentes de la Red Universal Digital**
  - 3.1. **Plataformas digitales**
  - 3.2. **Interfaces**
  - 3.3. **Sensores**
  - 3.4. **Infoimplementos**
  - 3.5. **Pecés o microcomputadores**
4. **Futuro de la Red Universal Digital**
5. **Resumen**
6. **Comentarios bibliográficos**
7. **Bibliografía**
8. **Webografía**

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la imparable convergencia de las tecnologías de la información ha generado profundos cambios en todos los ámbitos de nuestro entorno social, económico, educativo, político... Como bien apunta Fernando Sáez Vacas en su libro *“Más allá de internet: La Red Universal Digital”*, el filósofo [J. Echeverría](#) (W1) señala que la Infotecnología crea un nuevo espacio de relaciones sociales que modifica completamente nuestras actividades, conceptos y vidas, sin que seamos realmente conscientes de la magnitud de esos cambios. Este concepto, denominado por [J. Echeverría](#) (W1) como El Tercer Entorno social, es una realidad en construcción íntimamente relacionada con la Red Universal Digital que presentamos en este trabajo, cuyo soporte se basa, entre otros, en el teléfono, radio, televisión y redes telemáticas. En relación con este concepto y pese a que no es objeto de este trabajo, destacamos también el concepto de Telépolis, acuñado por el mismo autor, que define *“el conjunto de formas de interacción social que se han ido desarrollando en el Tercer Entorno (E3) durante las décadas finales del siglo XX”*, y que va más allá de la futura Sociedad de la Información, originando nuevas formas sociales y transformando muchas de las anteriores.

Hablar de Red Universal Digital (R.U.D) supone referirnos, dentro de la Infotecnología, al conjunto heterogéneo de todas las redes: redes de larga distancia (WAN), redes de área local (LAN), redes de sistemas (SAN), redes hogareñas (HAN) y

redes corporales (BAN o PAN); todas ellas conectadas a plataformas informáticas, comunicadas por medio de interfaces y sensores con el mundo físico de las personas y las cosas.

En definitiva, la Red Universal Digital constituye un gigante, complejo e invisible engranaje que nos envuelve y crece a nuestro alrededor, soportando cada día un mayor número de funciones sociales.

A lo largo de este capítulo se intentará explicar el verdadero alcance y significado de la denominada Red Universal Digital, desengranando los componentes que la constituyen, y profundizando, en la medida de lo posible, en su origen, evolución y futuro.

## 2. EVOLUCIÓN DE LA RED UNIVERSAL DIGITAL

Como ya se ha comentado en la introducción, la R.U.D (Red Universal Digital) es un gigantesco entramado de redes, comunicadas entre si a través de plataformas informáticas conectadas, por medio de interfaces y sensores, con el mundo natural.

Las redes que conforman la Red Universal Digital son el resultado de los cambios tecnológicos experimentados por las redes telegráficas y de telefonía, origen indiscutible de las actuales redes de comunicaciones.

Tras la invención del [teléfono](#)(W2), constituido por un transmisor y un receptor conectados mediante un cable metálico conductor de la electricidad y, cuya función básica era la comunicación entre dos personas (Bell, 1876), surge la necesidad de hacer frente al reto industrial que suponía el mercado telefónico y la creciente demanda del mismo; surge así la red telefónica.

Dos grandes fenómenos se desarrollan de manera relacionada: su tendencia a constituirse como red universal de comunicaciones y su preponderancia tecnológica, industrial y financiera, primero en Estados Unidos, y posteriormente en Europa. En 1930, momento en el que ya existía una consolidada red telefónica internacional, se diseñaban ya los primeros pasos de un mercado mundial de las telecomunicaciones, avanzando por la senda abierta por la red telegráfica internacional.

El desarrollo de las tecnologías informáticas y de comunicación ha permitido transformar el mero terminal fijo de voz, en un terminal móvil multifuncional, que soporta servicios de datos, voz, multimedia, navegación... Esta evolución pasa por tres generaciones de telefonía móvil: la primera, la analógica, que constituye la telefonía tradicional; la segunda, que utilizaba tecnologías de radio digital; y la tercera generación, que es la que integra servicios de voz, datos, multimedia y conexión plena a Internet, y que aún se encuentra en desarrollo.

Algo parecido ocurre con la [evolución de los ordenadores tradicionales](#) (W3). Muchos han sido los precursores de los tradicionales pecés (1981, IBM-PC), máquinas de gran tamaño, consumo eléctrico y coste de mantenimiento. A partir de los años 50, la tecnología avanza lo suficiente como para comercializar ordenadores, además de

desarrollarse herramientas que facilitan su utilización y programación. Es en los años 60 cuando se produce la explosión en el diseño, fabricación y comercialización de los mismos; aparecen multitud de fabricantes, la mayoría de ellos efímeros, destacándose dos hechos significativos: el IBM System 360 y la aparición de los miniordenadores. En el año 1971 se comercializa el primer microprocesador de la historia, el Intel 4004, pero es en 1981 cuando IBM lanza el PC, que ofrece la posibilidad de utilizar discos flexibles y duros e incorpora varios sistemas operativos (MS-DOS entre otros). Tras esto aparece el famoso Apple Macintosh, tecnológicamente superior al IBM-PC y que incorpora un interfaz de usuario mucho más amigable.

A partir de este momento, los dispositivos informáticos continúan evolucionando, lanzándose al mercado multitud de variantes de los ordenadores tradicionales, que poco a poco se transforman, añadiendo nuevas prestaciones como interfaces más desarrolladas, pantallas planas, portabilidad, conexiones inalámbricas, tamaño reducido, etcétera.

En los años 80 se desarrolla la conocida Ethernet, pero es en los 90 cuando se produce una espectacular expansión de las redes de ordenadores, en primer lugar redes locales y posteriormente Internet. Junto con el bajo coste de los pecés en comparación con los grandes mainframes, este desarrollo hace que las empresas generalicen el uso de los pecés en red, en lugar de sistemas centralizados con terminales remotos.

A finales de los 90 y principios del siglo XXI se generaliza el uso de dispositivos móviles y de comunicaciones inalámbricas, que supone una auténtica revolución, generando una nueva dimensión en el ámbito de las comunicaciones; y más aún, en las relaciones sociales, laborales, modelo de negocios, políticas empresariales...

Como ya hemos apuntado, todas estas transformaciones tecnológicas, tanto el desarrollo de las redes de comunicaciones como la evolución de los dispositivos, confluyen en la red de redes, más conocida como Internet. La Web se ha constituido como una parte esencial de la arquitectura del ciberespacio, y continua evolucionando, ampliando sus prestaciones físicas como consecuencia de la demanda de los usuarios (mayor ancho de banda, servidores más potentes, software más eficaz y seguro a prueba de intromisiones indeseadas, navegadores más potentes...) y comunicativas (nuevos protocolos por ejemplo para albergar el creciente número de direcciones IP, nuevas herramientas y lenguajes...). La utilidad y uso de los pecés no desaparece, pero sí pierde peso específico progresivamente en este nuevo universo digital, en especial si lo comparamos con el desarrollo de la Web y el incremento del número de cibernautas en relación con el aumento de usuarios del pecé.

En esta evolución hacia la Red Universal Digital (R.U.D), destacan dos hechos importantes que relacionan las redes tradicionales con el desarrollo de Internet. En primer lugar estamos viviendo la apertura de Internet a los terminales móviles, hecho que comentábamos al hacer referencia a la tercera generación. La complejidad a la que se ve sometido el entorno junto con el la evolución técnica creciente, da lugar a la búsqueda de nuevos modelos de negocio y desarrollo tecnológico. Los teléfonos móviles, mediante tecnología [WAP\(Wireless Application Protocol\)](#)(W4) soportan, con bastantes limitaciones, servicios de datos y voz en formato Internet, a la espera de una nueva tecnología que proporcione conectividad total. Por otro lado está la

transformación adicional de Internet en una red telefónica (mediante la tecnología IP), hecho que podría desplazar por completo a los operadores de telefonía fija actuales.

Queda entonces patente la convergencia entre la telefonía móvil e Internet, creando una nueva red con un potencial de crecimiento espectacular, dada la elevada aceptación de ambos sectores por separado. Muchas compañías telefónicas ya están sustituyendo parte de su infraestructura tradicional por distintos tipos de redes multiservicio basadas en IP. El sistema telefónico se transforma hacia la red internética, más barata y capaz de nuevos y más avanzados servicios. El poder unificador de IP en la arquitectura de redes deja entre ver la tendencia actual a la universalización de las redes.

### **3. COMPONENTES DE LA RED UNIVERSAL DIGITAL (R.U.D.)**

Ya vimos como la Red Universal Digital se ha desarrollado ante nosotros casi invisiblemente, poco a poco se ha formado un completo conjunto heterogéneo de múltiples redes, un gran organismo electrónico que soporta gran parte de las funciones sociales actuales, y todo ello, sin apenas percatarnos...

Cuando decimos invisible, no es sólo porque los circuitos, ondas electromagnéticas, software o señales no son perceptibles a los sentidos humanos, sino también (y sobretodo) porque es invisible su complejidad, ya que sus mecanismos de proceso son incomprensibles, salvo para los técnicos específicos de cada apartado concreto, y las interfaces operativas de usuario enmascaran la realidad del funcionamiento maquinal.

Hemos vivido cambios de las infraestructuras tecnológicas sin ser conscientes de la enorme complejidad que conllevan, por ello, es necesario hacer un estudio detallado de cada una de las partes, componentes, niveles funcionales, etc. en que podríamos dividir la Red Universal Digital. División, quizá, poco formal, pero convenientemente adecuada para lograr tener una visión global de la R.U.D. mediante el estudio de sus detalles.

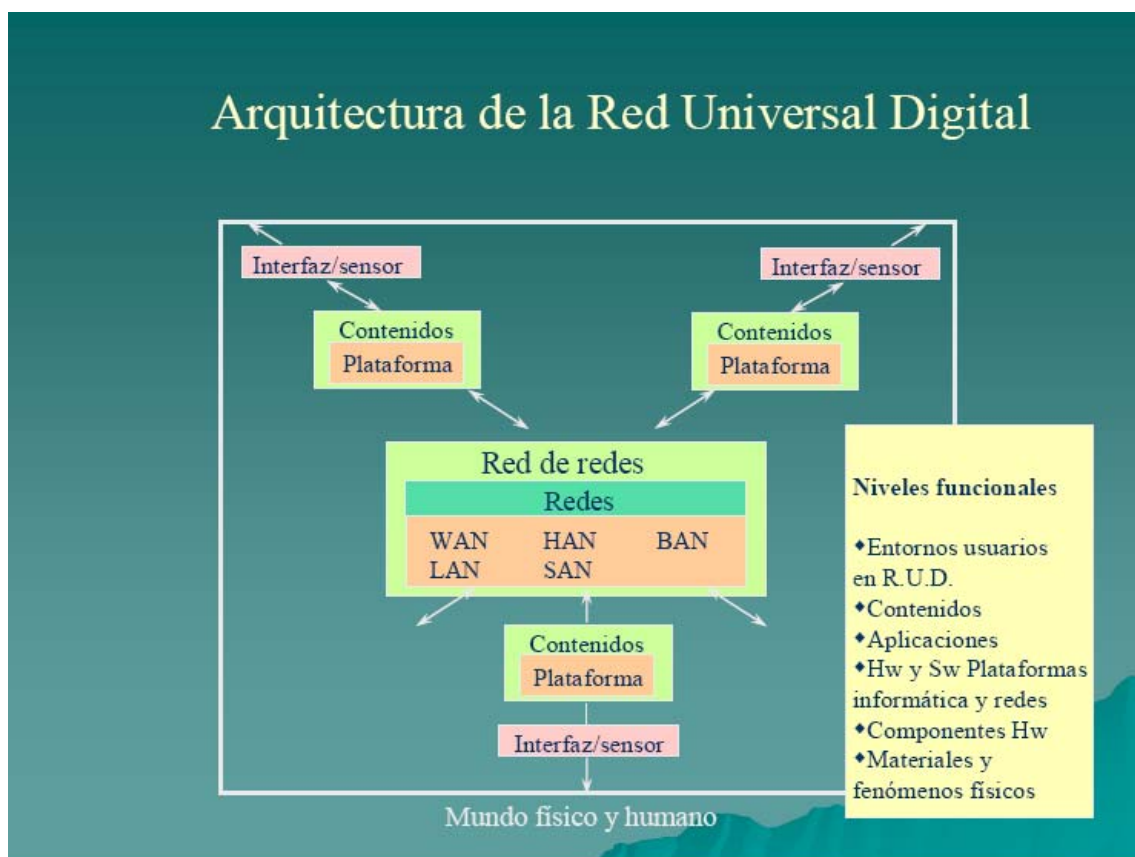
La R.U.D. no sólo tiene que ver con la comunicación, sino también con la percepción, procesamiento, representación y control. Se puede ver, cómo el embrión de un sistema nervioso universal completo. Se está convirtiendo en la Interfaz que se está construyendo el ser humano para percibir, conocer, registrar y controlar el mundo a través de la información.

Pasamos por tanto a estudiar la arquitectura del ciberespacio, estudiaremos “el bosque a través de los árboles”, de este complejo y cambiante concepto que tanto impacto está teniendo en nuestra sociedad.

#### **3.1. PLATAFORMAS DIGITALES**

Como expusieron Bell y Gray en 1997 puede observarse, a un nivel de observación suficientemente alejado, cierta regularidad en la formación de las arquitecturas de las redes de plataformas digitales. En nuestro caso, el concepto de plataforma hace referencia a muchos y distintos objetos que de alguna forma soportan contenidos: ordenador, microprocesador...

El siguiente esquema de “arquitectura básica”, sacado del escrito de Fernando Sáez Vacas *Notas explicativas basadas en el libro del autor "Más allá de internet: La Red Universal Digital"* (2004), se repite como un objeto semigeométrico cuya estructura se repite a diferentes escalas. Distintas plataformas (ordenador, microprocesador, PDA, televisor, teléfono, reproductor de música, consola de videojuegos, sensor, etc.) se conectan o pueden conectarse a una red y esta red a otra u otras.



Fuente: Fernando Sáez Vacas, *Notas explicativas basadas en el libro del autor "Más allá de internet: La Red Universal Digital"* (2004)

Las plataformas funcionan con determinados tipos de sistemas operativos y ejecutan programas/aplicaciones con contenidos, como pueden ser juegos, imágenes, textos, cálculos, simulaciones, vídeos, mediciones, mensajes, etc. Las plataformas se comunican con el ser humano usuario mediante diversas interfaces y con el mundo físico que nos rodea mediante sensores.

En la actualidad, lo que da la tendencia a un tejido cada vez más denso, es la proliferación de plataformas digitales a diferentes niveles de potencia y complejidad, plataformas que en los últimos años se han multiplicado y universalizado, hasta llegar a algunas de bajo precio para aplicaciones masivas. Y lo que también es importante, este crecimiento de potencia y complejidad no va acompañado, en la mayoría de los casos, por un crecimiento de tamaño del dispositivo.

A continuación, vemos los distintos tipos de plataformas que podríamos decir que integran la R.U.D. en la llamada **Pirámide de plataformas digitales**, descrita por Fernando Sáez Vacas en su escrito ya comentado *Notas explicativas basadas en el libro del autor "Más allá de internet: La Red Universal Digital"* (2004). En ella podemos observar no solamente la gran variedad de estos elementos, sino también cómo a medida que bajamos en la estructura, disminuye el precio de los artículos y aumenta el número existente de éstos.

<b>Plataforma</b>	<b>Precio</b>
Supercomputador	10.000.000\$
Mainframe	1.000.000\$
Servidor	100.000\$
Estación de trabajo	10.000\$
Computador personal	1.000\$
PDA, infoimplementos, terminales móviles, computadores ubicuos	100\$ 10\$
Tarjeta inteligente	1\$
RFID	0,1\$
Otros	-

Fuente: Fernando Sáez Vacas, *Notas explicativas basadas en el libro del autor "Más allá de internet: La Red Universal Digital"* (2004)

Empezando por la parte alta de la pirámide, estudiamos los supercomputadores, mainframes y servidores, en muchas ocasiones, difíciles de entender. Sobretudo la distinción entre superordenadores y ordenadores centrales (mainframes) no es muy sencilla, pero generalmente se puede decir que los superordenadores se centran en los problemas limitados por la velocidad de cálculo mientras que los ordenadores centrales



se centran en problemas limitados por los dispositivos de E/S y la fiabilidad. No obstante, pasamos a estudiarlos en detalle para despejar posibles dudas.

Los supercomputadores son el tipo de computadores más potentes y rápidos que existen en un momento dado. Son de gran tamaño, los más grandes entre sus pares. Procesan grandes cantidades de información en poco tiempo, pudiendo ejecutar millones de instrucciones por segundo, están destinados a una tarea específica y poseen una capacidad de almacenamiento enorme. Como observamos, tienen un elevado coste, por lo que se fabrican muy pocos, siendo normal que se fabriquen por pedido.

Los supercomputadores actúan como árbitro de todas las solicitudes y controlan el acceso a todos los archivos, gestionando las operaciones de entrada y salida, pudiendo soportar miles de usuarios en línea, o alrededor de 16 a 512 procesadores.

Como ejemplo de las tareas específicas que pueden llevar a cabo, estas potentes máquinas son usadas para la búsqueda de yacimientos de petróleo con grandes bases de datos sísmicos, o también, su uso está muy extendido en el estudio y predicción del clima en cualquier parte del mundo.

Los mainframes son sistemas de varios procesadores que ejecutan varias tareas a la vez, son también de gran rapidez y elevado coste (para hacernos una idea, no suelen ser menos de varios cientos de miles de dólares), siendo capaces de controlar al mismo tiempo a cientos o miles de usuarios, así como cientos de dispositivos de entrada y salida.

En cuanto al número de programas que puede soportar simultáneamente un mainframe, es más poderoso que un supercomputador, pero estos últimos pueden ejecutar un solo programa más rápido que un mainframe.

Este tipo de ordenador central es usado principalmente por una gran compañía para el procesamiento de una gran cantidad de datos; por ejemplo, para el procesamiento de transacciones bancarias.

Otra característica de ventaja frente a los supercomputadores es la alta calidad de su ingeniería interna, que tiene como consecuencia una alta fiabilidad y soporte técnico caro pero de alta eficiencia. Un ordenador central puede funcionar durante años sin problemas ni interrupciones y las reparaciones del mismo pueden ser realizadas mientras el mismo está funcionando. Los vendedores de ordenadores centrales ofrecen servicios especiales; por ejemplo, si se rompe el ordenador, el vendedor ejecutará las aplicaciones de su cliente en sus propios ordenadores sin que los usuarios lo noten mientras que duran las reparaciones. La independencia interna de estos ordenadores es tan grande que, por lo menos, en un caso conocido, los técnicos podían cambiar los ordenadores centrales de sitio desmontándolos pieza a pieza y montándolos en otro lugar, dejando, mientras tanto, dichos ordenadores funcionando; esta característica propició el cambio de los ordenadores centrales de un sitio a otro de manera transparente.

Como ya hemos indicado, los ordenadores centrales, soportan miles de usuarios de manera simultánea que se conectan mediante falsos terminales. Esta característica permite que algunos puedan ejecutar o dar cobijo a muchos sistemas operativos y por lo tanto, no funcionan como un ordenador solo, sino como varios ordenadores virtuales. En este papel, un ordenador central por sí solo puede remplazar docenas o cientos de pequeños ordenadores personales, reduciendo los costes administrativos y de gestión al tiempo que ofrece una escalabilidad y fiabilidad mucho mejor. La fiabilidad se consigue por la independencia de sus componentes internos señalada anteriormente, y la escalabilidad se logra porque los recursos físicos del ordenador pueden ser redistribuidos entre los terminales virtuales según las necesidades; esto es mucho más difícil de hacer con ordenadores personales, porque para quitar o añadir nuevos componentes físicos hay que desenchufar el ordenador muchas veces y las limitaciones de dichos componentes son mucho mayores. Cuando un ordenador central actúa como el centro de operaciones de muchos terminales virtuales, puede ofrecer la potencia necesaria para que dichos ordenadores operen de manera eficiente, pero también la flexibilidad de las redes de ordenadores personales.

### **UN POCO DE HISTORIA**

Muchos fabricantes producían ordenadores centrales en los sesenta y los setenta. En los días de gloria, eran conocidos como IBM y los siete enanitos: Burroughs, Control Data, General Electric, Honeywell, NCR, RCA y Univac.

Pero una demanda escasa y la gran competencia provocó una gran temblor en el mercado. RCA fue comprado por Univac y GE también abandonó. Honeywell fue comprado por Bull, Univac se unió a Sperry para formar Sperry/Univac, que más tarde se unió con Burroughs para formar Unisys Corporation en 1986, (conocido como apareamiento de dinosaurios). En 1991, AT&T poseyó durante un breve tiempo NCR.

Las empresas se dieron cuenta de que los servidores basados en diseños de microordenadores de menor coste se podían instalar con un coste mucho menor y ofrecer a los usuarios locales un mayor control de sus propios sistemas, y los falsos terminales empleados para conectarse a los sistemas de ordenadores centrales fueron reemplazados gradualmente por los ordenadores personales. En consecuencia, la demanda cayó en picado y las instalaciones de ordenadores centrales se restringieron sobre todo a las instituciones financieras con necesidades de procesamiento de grandes cantidades de datos. Durante un tiempo, existió un consenso dentro de los analistas de la industria de que el mercado de los ordenadores centrales estaba terminado, ya que las plataformas de ordenadores centrales eran sustituidas por redes de ordenadores personales. Esta tendencia terminó en 1990, ya que las empresas encontraron nuevos usos para sus ordenadores centrales, porque ahora, podían ofrecer servidores web con una potencia similar a la de cientos de pequeños ordenadores personales, pero con mucha menos electricidad y costes administrativos.

Otro factor que aumentó en la práctica el uso de ordenadores centrales fue el desarrollo del sistema operativo [GNU/Linux](#) (W5), que es capaz de ejecutarse en muchos sistemas de ordenadores centrales diferentes, directamente o, más frecuentemente, a través de una máquina virtual. Esto permite a los ordenadores

centrales aprovecharse de la experiencia en programación y de las comunidades del mercado de los ordenadores personales.

Actualmente, los ordenadores centrales de IBM dominan el mercado, junto con Hitachi, Amdahl y Fujitsu.

El servidor podría ser el computador en el que se ejecuta una aplicación informática o programa que realiza alguna tarea en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes, tanto si se trata de un ordenador central (mainframe), miniordenador, ordenador persona, una PDA o un sistema integrado, sin embargo, los servidores por antonomasia son los computadores destinados únicamente a proveer los servicios de estos programas.

Si continuamos bajando nos encontramos las estaciones de trabajo (wordstations). Una estación de trabajo se parece a un computador personal y generalmente es usado por una sola persona, al que un PC. Aunque ésta es mucho más poderosa que un computador personal promedio, principalmente en dos aspectos:

- Internamente, están construidas de forma distinta, se basan generalmente en otro tipo de diseño de CPU llamado [RISC](#) (W6) (procesador de cómputo con un conjunto reducido de instrucciones), con lo que se obtiene un procesamiento más rápido de las instrucciones.
- Externamente, la estaciones de trabajo están diseñadas para apoyar a una red permitiendo a los usuarios compartir archivos, programas de aplicaciones y hardware, como por ejemplo las impresoras.

Las workstations se utilizan por ejemplo para [manufactura asistida por computadora \(CAM\)](#) (W7), publicidad o creación de software.

Pasamos ahora directamente a la explicación de las tarjetas inteligentes y la tecnología RFID, saltándonos los computadores personales, PDA's, infoimplementos y computadores ubicuos que se explicarán detenidamente en apartados posteriores.

Las [tarjetas inteligentes](#) (W8) o SmartCards son pequeños dispositivos de las dimensiones de una tarjeta de crédito que contienen una memoria electrónica y posiblemente un circuito integrado (IC).

A pesar de su reducido tamaño estas tarjetas permiten almacenar información, encriptarla y así evitar su lectura por parte de personas no autorizadas. Otra característica destacable es que para poder utilizarse es necesaria una clave de acceso o PIN. Esto las hace ideales para almacenamiento y procesamiento de datos confidenciales.

Estos pequeños dispositivos están en auge en la actualidad, por el alto rendimiento que ofrecen tanto en fiabilidad como seguridad y su uso esta muy extendido en varias aplicaciones: instituciones médicas, bancos, DNI electrónico...

Y por último, RFID (siglas de *Radio Frequency IDentification*, en español Identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (*Automatic Identification*, o Identificación Automática).

Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, similar a una pegatina, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona. Contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID. Las etiquetas pasivas no necesitan alimentación eléctrica interna, mientras que las activas sí lo requieren. Una de las ventajas del uso de radiofrecuencia (en lugar, por ejemplo, de infrarrojos) es que no se requiere visión directa entre emisor y receptor.

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el coste, el alcance y las aplicaciones son diferentes. Los sistemas que emplean frecuencias bajas tienen igualmente costes bajos, pero también baja distancia de uso. Los que emplean frecuencias más altas proporcionan distancias mayores de lectura y velocidades de lectura más rápidas. Algunos ejemplos de aplicaciones de estos dispositivos son:

- Las de baja frecuencia se utilizan comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de barricas de cerveza, o como llave de automóviles con sistema antirrobo. En ocasiones se insertan en pequeños chips en mascotas, para que puedan ser devueltas a su dueño en caso de pérdida.
- Las etiquetas RFID de alta frecuencia se utilizan en bibliotecas y seguimiento de libros, seguimiento de palés, control de acceso en edificios, seguimiento de equipaje en aerolíneas, seguimiento de artículos de ropa y ahora último en pacientes de centros hospitalarios para hacer un seguimiento de su historia clínica. Un uso extendido de las etiquetas de alta frecuencia como identificación de acreditaciones, substituyendo a las anteriores tarjetas de banda magnética. Sólo es necesario acercar estas insignias a un lector para autenticar al portador.
- Las etiquetas RFID de UHF se utilizan comúnmente de forma comercial en seguimiento de palés y envases, y seguimiento de camiones y remolques en envíos.
- Las etiquetas RFID de microondas se utilizan en el control de acceso en vehículos de gama alta.

### 3.2. INTERFACES

Como indica Fernando Sáez Vacas en su libro “*Más allá de internet: La Red Universal Digital*” (2004), [Norman](#)(W9) escribió “los humanos somos seres analógicos atrapados en un mundo digital”. El ser humano es una entidad biológica, adaptable, flexible, tolerante a los fallos, sensible, aproximativo, que sin embargo está construyendo su entorno y el conjunto de actividades básicamente a la medida de máquinas rígidas, inflexibles, precisas, exigentes e intolerantes.

La evolución ha hecho al ser humano básicamente dependiente de la tecnología, y sin a veces ser consciente de “su invasión”: sistemas de control y tráfico de metros y trenes en nuestros desplazamientos, en los viajes la utilización de los últimos medios de transportes (modernísimos aviones), pero no solamente eso, sino de los kilómetros de carriles automatizados que nos traen nuestra maleta tras el desembarco, al hacer la compra cómo el lector de artículos va incrementando la cuenta, si enfermamos, la gran cantidad de pruebas y máquinas que velan por nuestra salud... estamos rodeados de tecnología, y puesto que hay que convivir con ella, hay que hacerlo de la mejor manera posible, no sólo adaptándonos nosotros a ella, aprendiendo a manejar novísimos aparatos, utilizando servicios virtuales que antes hacíamos manualmente... sino que es preciso ( y lo más importante) crear una tecnología fácil de usar, de entender, lo que llamamos humanizar la tecnología, que sea capaz de interpretar la necesidad que tengamos y satisfacerla eficientemente.

Estos objetivos tienen el nombre de diseño antropocéntrico, cuya meta consiste en reunir y acoplar las mejores propiedades de humanos y máquinas, al servicio de los primeros, ayudar a salvar la “[brecha digital](#)” (W10).

Necesitamos una tecnología invisible, y no sólo porque no la veamos, sino principalmente por ser inteligente y servicial, que no reclama nuestra atención, ocultando su complejidad.

Con este objetivo se han desarrollado diversas interfaces que permiten el intercambio de información entre usuario y máquina (interfaz de usuario), la cual desarrolla un sistema interactivo que posibilita, a través del uso y la representación del lenguaje virtual, una interacción fácil, cercana y amigable con un sistema informático.

### **Interfaz de usuario gráfica (GUI)**

Surge como evolución de la línea de comandos de los primeros sistemas operativos y es pieza fundamental en un entorno gráfico. La GUI es un tipo de interfaz de usuario que utiliza un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.

Como ejemplo tradicional tenemos el sistema formado por el ratón, teclado y el conjunto dinámico de ventanas, iconos y menú en la pantalla de un PC, este sistema sigue el modelo de interacción TAC (Teclar, Apuntar, Clicar).

### **Interfaz en lengua natural**

Es evidente que el modelo TAC y la pareja ratón-teclado está físicamente hecha a la medida irreducible de nuestras manos y no está hecho precisamente a la medida del tamaño de los miles de millones de dispositivos tecnológicos existentes.

Por ello, existe un enorme desarrollo en materia de comprensión de lenguaje y habla, irreducibles al tamaño de chips. Chips con un increíble aumento del número y potencia de sus circuitos, capaces ya de albergar y procesar datos (sonidos, vocabularios, sentencias, gramáticas) y muchos de los complejos algoritmos de ingeniería lingüística.

Por tanto, estas interfaces en lengua hablada hacen referencia a aquellos sistemas que permiten el uso y la utilización de dispositivos informáticos a través de órdenes habladas. Como ejemplo usual vemos ya en los coches cómo el conductor controla los sistemas de audio, climatización, navegación, iluminación... a través de instrucciones verbales.

### **Interfaz perceptiva**

El ser humano posee los cinco sentidos (vista, oído, tacto, gusto y olfato) como canales de entrada formando su sistema de percepción. La interfaz perceptiva (perceptual) es la que permite al dispositivo obtener información del entorno de manera similar a como lo hacen los humanos.

Así, las *Perceptual User Interfaces (PUI's)* proporcionan muchos estilos o modos de interacción con las máquinas, según convenga en cada circunstancia o diseño: habla, habla y gesto, texto y tacto, sonido, etc.

La comunicación del humano con la máquina, se ha producido hasta ahora por combinación de operaciones mecánicas y pulsaciones de caracteres alfanuméricos realizados con mando a distancia, teclado, ratón, joystick, lápiz óptico, tabletas diversas o pantalla táctil, pero las posibilidades actuales del hardware y software, junto con el desarrollo de I+D en ciencia e ingeniería, va ampliando la comunicación, haciéndola más humana, ya que comprende el sonido, la imagen, la voz, la palabra hablada y escrita en lenguaje natural, los gestos, ciertas características biométricas personales, tales como las huellas digitales o el mapa de iris, el tacto... utilizando para ello diversos dispositivos según la situación como micrófonos, cámaras ópticas, escáneres, recepción de frecuencia y biosensores. Lo mismo ocurre con la comunicación máquina-humano: la máquina nos escucha y atiende, pero también nos habla y si le preguntamos, responde.

Como indica Fernando Sáez Vacas en su libro "*Más allá de internet: la Red Universal Digital*" (2004) la [infotecnología pervasiva](#) (W11) contribuye a formar un entorno tecnosocial en el que la atención humana, es decir, sus canales de comunicación se convierten en un bien todavía más escaso, del que en último extremo tiende a apoderarse la Red Universal Digital.

### **3.3. SENSORES**

Como ya se indicó la arquitectura de la R.U.D. era un inmenso tejido de redes, en el que flotan, conectadas, toda suerte de plataformas informáticas, "enchufadas" por medio de interfaces y de sensores con el mundo natural de las personas, de las cosas y de los fenómenos físicos.

Los sensores son la forma tecnológica de comunicación de la plataforma con el mundo físico. Vimos que la máquina, y por extensión la R.U.D., puede poseer o ampliar los cinco sentidos humanos. Pero, además, posee otros muchos sentidos, para detectar, medir y registrar múltiples variables relacionadas con la materia, como la temperatura, presión, velocidad, altura, humedad, distancia, frecuencia de radiación, radioactividad, textura, imagen, etc.

A través de los sensores, la R.U.D. obtiene diversa información para poder ofrecer incontables aplicaciones al ser humano, tales como, cambios en el nivel y temperatura del agua que podrían anticipar y por consiguiente, reducir consecuencias, de ciertos tipos de catástrofes naturales; sensores de roturas de cristales en escaparates de tiendas; sensores de medición del nivel de agua en presas para que al adquirir una determinada altura se abran las puertas de salida, evitando una posible rotura de la misma, etc.

### 3.4. INFOIMPLEMENTOS

Según [Donald Norman](#) (W9) un infoimplemento es un utensilio diseñado para una aplicación concreta y posee sus propios circuitos informáticos cortados a medida de la tarea, de tal manera que “aprender a usarlo es lo mismo que aprender la tarea”. Además Norman añade que el infoimplemento debería ser capaz de permitir la comunicación universal y la compatibilidad con otros dispositivos complementarios, de cualquier marca o fabricante.

El infoimplemento es la solución ante la complejidad de los procesadores, consiste en hacer transparente al procesador, hacer transparente su funcionalidad y procesos a vista del usuario, haciendo que éste realice una tarea específica sin ayuda nuestra. Hoy en día se incorporan microprocesadores por todas partes, en zapatos, ropa, joyas, lámparas, frenos de coche, fármacos, libros, papel, espejos, picaportes, integrados... siempre que se puede, con microcámara, microemisor de radio y antena o cualquier dispositivo para red inalámbrica. Y mediante este modelo informático cada infoimplemento realiza una tarea relativamente sencilla.

Como vemos en el día a día vivimos en un mundo creciente de estos objetos, de manera que han acabado siendo potenciales componentes de la R.U.D. Al mismo tiempo los infoimplementos son un modelo de informática ubicua, se meten en las cosas para confundirse con el entorno (por ejemplo los microchips en los medicamentos programados para avisar al enfermo de que ha de tomarse su dosis), como también con un modelo de informática indumentaria (microchips en los zapatos que permiten procesar la distancia recorrida por ejemplo).

### 3.5. PECÉS O MICROCOMPUTADORES

Dedicamos un apartado completo al estudio de esta clase de computadores por la relevada importancia que han tenido en el desarrollo tecnológico y su enorme implicación en la vida cotidiana de las personas. Son los computadores más accesibles para cualquier tipo de usuario, son computadores personales, de escritorio, de bajo costo y que pueden ser usados en múltiples aplicaciones. Se podría decir que son de tal flexibilidad que pueden ser usados tanto por un experto en el trabajo como por un niño en casa. En un principio sólo podían ser usados en ambientes monousuario, pero actualmente su evolución permite la característica multiusuario e incluso pueden ser servidores de una red de computadores.

A partir de mediados de los 80 hemos experimentado una curiosa evolución en cuanto a esta informática personal, pasando de ésta a la informática ubicua. Lo vemos en la siguiente clasificación (por orden temporal de aparición):

- Ordenador
- PC Desktop (para ser colocado sobre la mesa)
- Laptop (para colocarlos sobre el regazo, pecés portátiles)
- Pocket (de bolsillo)
- Handheld/Palm (de mano)
- Wearable (integrados en la vestimenta)
- Ucé (ordenador ubicuo)

Este desarrollo de los pecés y la evolución general de las clases de computadores (siguiente cuadro) nos hace pensar en el cambio de la tendencia: de muchas personas que comparten un solo ordenador, a muchos ordenadores que nos comparten a cada uno de nosotros:

clase	nº personas/nº componentes
mainframe	muchos-uno
pecé	uno-uno
Internet – componentes distribuidos	transición...
ucé (computador ubicuo)	uno-muchos

#### 4. FUTURO DE LA RED UNIVERSAL DIGITAL

Desde la aparición de las primeras redes telegráficas y de telefonía, la evolución en el campo de las tecnologías informáticas y de comunicaciones ha sido imparable, concentrándose en la búsqueda de nuevos y más eficaces sistemas de redes, y mejorando los elementos que las configuran. Todas estas transformaciones convergen en lo que se ha denominado como la Red Universal Digital, que integra toda la sociedad de la información y las comunicaciones.

La cuestión ahora es qué futuro le espera a dicha Red Universal Digital, dado que la tecnología continúa desarrollándose a una velocidad vertiginosa. El continuo estudio y la experimentación de la tecnología, aborda nuevos y variados retos que se plantean para un futuro no muy lejano, en esa incesante búsqueda de romper las limitaciones de velocidad y capacidad de los dispositivos electrónicos. La microelectrónica ha permitido el desarrollo brutal que hemos experimentado en las últimas décadas. Y esta tendencia hacia la miniaturización continúa, con enormes perspectivas técnicas y financieras. Tecnologías como la computación molecular, la computación cuántica o la nanotecnología proponen romper las barreras hasta ahora conocidas y podrían suponer una segunda revolución industrial en el siglo XXI.

El término **nanotecnología** se usa para definir las ciencias y técnicas que se aplican a un nivel de nanoescala (esta es una medida extremadamente pequeña, una millonésima de metro), que permite trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. Supone el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a



nanoescala. Al manipular la materia a una escala tan pequeña, se demuestran fenómenos y propiedades totalmente nuevas que genera todo un mundo de posibilidades. Ésto representa la potencial creación de nuevas estructuras y productos que tendrían un gran impacto en la industria, la medicina... introduciéndonos en una nueva era. Los avances nanotecnológicos protagonizarán de esta forma la sociedad del conocimiento, con multitud de desarrollos de gran repercusión en la instrumentación empresarial y social.

Este sueño comenzó en 1945, en una conferencia en el Caltech, el Instituto de Tecnología de California, donde el físico (y posterior ganador de un premio Nobel) [Richard Feynman](#) (W12), lanzó la idea de mover átomos y formar configuraciones distintas entre ellos. Esta idea se hizo tangible con el descubrimiento en 1982 del [Microscopio de Efecto Túnel](#) (W13) (Gerd Binnig y Heinrich Rohrer), que consistía en detectar una corriente eléctrica túnel, no permitida clásicamente pero sí cuánticamente, y que permitía visualizar los átomos como entidades independientes al palparlos cuando se analizaba.

La nanotecnología supondrá numerosos avances para muchas industrias, abriendo las puertas a la creación de nuevos materiales con propiedades extraordinarias (como desarrollar materiales más fuertes que el acero pero con solamente el diez por ciento de su peso), nuevas aplicaciones informáticas con componentes increíblemente rápidos o sensores moleculares capaces de detectar y destruir células cancerígenas en las partes más delicadas del cuerpo humano como el cerebro. Podría también hacerse posible la integración de Terabits por centímetro cuadrado (esta memoria es la que tienen doscientos ordenadores juntos aproximadamente y que se puede conseguir en un botón). Con tal memoria no sólo se podrán almacenar datos sino también analizar, seleccionar y tomar decisiones más adecuadas en un momento dado. Hablamos entonces de un funcionamiento dotado de *inteligencia*.

Su alcance y posibilidades pueden ser ilimitados. En el mes de Diciembre de 2007 se publicaba en la revista Nature Nanotechnology, cómo científicos del Reino Unido han logrado obtener las primeras imágenes de nanotubos de carbono en células humanas, descubriendo que los nanomateriales pueden matar las células en función de la dosis y del tiempo de exposición, lo cual puede ayudar a entender mejor hasta que punto son tóxicos los nanotubos, generando gran inseguridad entre los investigadores que trabajan en el campo de la biomedicina.

Pero no sólo destaca el desarrollo de la nanotecnología. A lo largo del último medio siglo, las computadoras han ido duplicando su velocidad con el paso de los años, al tiempo que el tamaño de sus componentes se reducía a la mitad. Las máquinas de nuestros días son millones de veces más potentes que sus rudimentarios antepasados a causa de tan explosivo progreso. El incremento del poder de las computadoras se debe esencialmente a la miniaturización incesante de su componente más elemental, el transistor.

En 1948, J. Bardeen, W. Brattain y W. Shockley hicieron el gran descubrimiento científico que ha cambiado la vida del siglo XX: el [transistor](#) (W14). Cuando observaron el efecto, no tenían la menor idea de las repercusiones que tendría este descubrimiento, y sin embargo, toda la electrónica actual está basada en el transistor,

más o menos compactado con las técnicas microelectrónicas. El transistor es el paradigma claro de cómo la ciencia y la tecnología se dan la mano.

La ciencia de la computación, en busca de una alternativa más allá de la tecnología del transistor, ha iniciado el estudio de la mecánica cuántica y su aporte para la creación de nuevos ordenadores. Así surgen disciplinas como la **nano-computación** y la **computación mecánico-cuántica**.

Los nanocomputadores tendrán componentes cuyo funcionamiento se rige por los principios de la mecánica cuántica, pero los algoritmos que ejecutan probablemente no involucren un comportamiento cuántico; los computadores cuánticos en cambio buscan usar la mecánica cuántica en un nuevo tipo de algoritmo.

El computador cuántico es un dispositivo que realiza las operaciones en bits cuánticos (qubits). Los qubits, al igual que los bits clásicos pueden alcanzar los valores de cero o uno, pero se diferencian de los mismos en que además, pueden estar simultáneamente en ambos estados, con una probabilidad asociada a dichos estados. Esta propiedad se conoce como superposición, así como la unión de varios átomos en la distancia se conoce como entrelazamiento; todo ello constituiría un computador cuántico con múltiples estados simultáneos. Consigue así un paralelismo masivo, aprovechando la naturaleza exponencial de la mecánica cuántica, pudiendo almacenar una cantidad exponencial de datos y realizando un número exponencial de operaciones, rebasando así la capacidad de la mayoría de los ordenadores convencionales conocidos. Viendo estas posibilidades y teniendo en cuenta que los átomos se decantan finalmente por uno de los dos estados posibles, se intuye el espectacular potencial de estas máquinas para llevar a cabo multitud de operaciones paralelas.

Un ejemplo destacable del potencial de estos computadores cuánticos y de sus posibles repercusiones es el estudio realizado por Peter Shor (1994), donde demostraba la posibilidad real de aplicar las propiedades cuánticas a la factorización de los números. A partir de sus datos es posible realizar estimaciones acerca del potencial teórico de estas máquinas, observándose una enorme reducción en el tiempo que se tardaría en factorizar un número entero de 400 dígitos. La repercusión del computador cuántico es, entonces, desmesurada, ya que si éstos se comercializasen y se aplicasen en el desciframiento de claves, ni los mejores códigos protectores serían útiles.

Otro campo en desarrollo es el de la **computación molecular**. Estamos hablando de electrónica molecular, dónde se construyen moléculas individuales capaces de realizar funciones matemáticas equiparables a las que realizan los dispositivos de los que disponemos en la actualidad, tales como operaciones lógicas elementales o almacenamiento de bits.

Esta área tiene una corta historia, ya que es un sector aún emergente, que se encuentra en estado de gestación. Su investigación reciente se centra en la creación de computadores binarios (circuito que oscila entre los estados cero y uno al recibir un impulso eléctrico) a partir de las moléculas de distintas sustancias orgánicas. Ya en 1999 se presentaba una puerta lógica “Y”, construida mediante la combinación de varios computadores binarios, compuestos por millones de moléculas de la sustancia orgánica *rotaxane*. O en 2000, año en el que se presentaba un computador binario formado por una molécula denominada *catenane*.

La necesidad de investigación en este campo radica, como ya hemos mencionado anteriormente, en la constante tendencia a la miniaturización. La diferencia de tamaño entre los dispositivos integrados actuales (que ya de por sí pueden parecer bastante reducidos para la tecnología que contienen) y los dispositivos integrados por estos nanochips es increíble. Y cuanto más pequeños sean estos componentes, más densos serán los chips, consumirán menos energía, serán más rápidos y funcionales y más baratos en relación coste-efectividad. Sin embargo, para llegar a todas estas ventajas a través de la consecutiva reducción de tamaño, encontramos dos limitaciones importantes: por un lado la limitación que impone la tecnología actual, que supone una barrera para las posibilidades teóricas, y, por otro lado, límites económicos asociados a dicha tecnología.

Finalmente, cabe mencionar el área de la **nootecnología**, término acuñado por Fernando Sáez Vacas, que describe a la tecnología que funciona dirigida por copias internas, recambiables y perfeccionables, intangibles, vivas y directamente conectables por procesos de acción. Copias vivas que contienen conocimiento elaborado tal vez por los mejores físicos, médicos, artistas, ajedrecistas, economistas o contables (Sáez Vacas, 2000). Este término hace referencia a la “inteligencia” de las máquinas, construidas mediante el hardware al que hemos hecho referencia a lo largo de todo el capítulo, o lo que es lo mismo, al software.

Definíamos la Red Universal Digital como el conjunto de todas las redes (antiguas y emergentes), conectadas mediante plataformas informáticas y sensores con el mundo natural, el mundo de las personas. Llegados a este punto, es más que evidente la importancia del software, encargado de regir todas esas redes, sistemas y elementos que configuran la Red Infotecnológica. Tan importantes son los elementos hardware, como los sistemas operativos, aplicaciones y contenidos, que permiten que una parte creciente de la Infotecnología actual contenga conocimiento activo, dispuesto a operar y realizar todo o parte del trabajo que el personal humano es incapaz de realizar.

La nootecnología pretende incluso dar un paso más, llegando al punto de sustituir las propias funciones humanas (un ejemplo de ello podría ser los autodiccionarios de los teléfonos móviles, mediante los cuales, con sólo pulsar la primera letra de la palabra que se quiere escribir, aparece dicha palabra). Por tanto, podemos decir que la nootecnología conlleva una sustitución y amplificación de la inteligencia de los humanos, obligando a que éstos aumenten su cualificación para controlarla y sacarle todo el partido posible.

Sobre toda la infraestructura que venimos destacando a lo largo del capítulo se apoyan las aplicaciones, herramientas y contenidos, que son las que realmente proporcionan capacidad para la transformación social. El hardware es el soporte, el software, el vehículo del cambio.

## 5. RESUMEN

En este capítulo se ha pretendido interpretar el concepto de Red Universal Digital (R.U.D.) que Fernando Sáez Vacas desengrana en su libro “[\*Más allá de\*](#)

*internet: la Red Universal digital*" (2004) (W15), y generar una visión global del entorno infotecnológico que nos envuelve, responsable de los profundos cambios producidos en la sociedad actual.

Estudiando la evolución que ha sufrido la tecnología y considerando las expectativas futuras de la misma, somos conscientes de que nos encontramos en un entorno dinámico y constantemente cambiante, que nos obliga a renovarnos y a ampliar nuestros conocimientos para poder obtener beneficio de dichos cambios. Nos encontramos ante la llamada Sociedad de la Información, donde el conocimiento se convierte en uno de los activos más valorados.

En los apartados que conforman este capítulo hemos desarrollado detalladamente cada una de las tecnologías y componentes que funcionan como soporte físico y funcional de la compleja arquitectura que hemos denominado Red Universal Digital.

De igual manera hemos reflejado cómo el desarrollo de nuevas disciplinas (nanotecnología, nootecnología, etc.), supondrán una auténtica revolución, no sólo en el entorno tecnológico, sino también en el resto de sectores, generando nuevas prestaciones con un potencial incalculable.

En cualquier caso, pretendemos que el lector se percate de las dimensiones que alcanza este concepto, convirtiéndose en el auténtico sistema nervioso del Mundo.

## 6. COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS

- La introducción incluye conceptos desarrollados por F. Sáez Vacas, O. García, J. Palao y P. Rojo, (2003).
- Los epígrafes: "Evolución de la Red Universal Digital", "Componentes de la Red Universal Digital" y "Futuro de la Red Universal Digital", están basados en F. Sáez Vacas (2004).
- El concepto de Plataformas Digitales desarrollado en el epígrafe "Componentes de la Red Universal Digital" extrae ideas de las notas explicativas de F. Sáez Vacas basadas en el libro anteriormente citado.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Sáez Vacas, F., O. García, J. Palao y P. Rojo, *Temas básicos de innovación tecnológica en las empresas*, (2003). Extraído de: <http://turing.gsi.dit.upm.es/~fsaez/intl/indicecontenidos.html>

- Sáez Vacas, F., *Más allá de internet: la Red Universal Digital*, Ed. Universitaria Ramón Areces, S.A, Madrid, 2004.
- Sáez Vacas, F., notas explicativas basadas en el libro del autor: “*Más allá de Internet: la Red Universal Digital*”, Ed. Ramón Areces, 2004. Extraído de: <http://netosfera.1blogs.es/wp-content/blogs.dir/154/files/argumentos-sobre-el-concepto-de-red-universal-digital-oct-2004.pdf>

## 8. WEBOGRAFÍA

- W1: J. Echeverría, [http://home.barcelona2004.org/esp/actualidad/biblioteca/biblioteca\\_selecta/ficha.cfm?lnkBiblioteca=48&txtCategoria=Globalizaci%F3n%20y%20desarrollo](http://home.barcelona2004.org/esp/actualidad/biblioteca/biblioteca_selecta/ficha.cfm?lnkBiblioteca=48&txtCategoria=Globalizaci%F3n%20y%20desarrollo)
- W2: Orígenes del teléfono, <http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/telefono.htm>
- W3: Evolución de los ordenadores tradicionales, <http://petra.euitio.uniovi.es/asignaturas/historia/transparencias/t1.2.pdf>
- W4: Tecnología WAP, <http://www.elcodigo.com/tutoriales/wap/wap1.html>
- W5: GNU/Linux, <http://www.gnu.org/gnu/linux-and-gnu.es.html>
- W6: RISC, <http://www.consulintel.es/Html/Tutoriales/Articulos/risc.html>
- W7: Manufactura asistida por computadora (CAM), [http://es.wikipedia.org/wiki/CAM\\_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/CAM_(inform%C3%A1tica))
- W8: Tarjetas inteligentes, <http://www.upm.es/laupm/carneupm/infogen.html>
- W9: Norman, <http://www.ainda.info/norman.html>
- W10: Brecha digital, [http://www.geocities.com/brecha\\_digital/](http://www.geocities.com/brecha_digital/)
- W11: Infotecnología pervasiva, <http://alumnocobaya.1blogs.es/wp-content/blogs.dir/30/files/infotecnologia-pervasiva.pdf>
- W12: Richard Feynman, <http://palmera.pntic.mec.es/~fbarrada/profesores/prof442.html>
- W13: Microscopio de efecto de túnel, [http://es.wikipedia.org/wiki/Microscopio\\_de\\_efecto\\_t%C3%BAnel](http://es.wikipedia.org/wiki/Microscopio_de_efecto_t%C3%BAnel)
- W14: El transistor, <http://etsiit.ugr.es/alumnos/mlii/transistor.htm>
- W15: Más allá de internet: La Red Universal Digital. <http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/Resenas/ensayos/resena.asp?id=80>