

Tema 7

LA ALDEA GLOBAL: DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN A LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

COMENTARIOS GENERALES

Los contenidos de este tema son:

- Procesamiento, almacenamiento e intercambio de información. El salto de lo analógico a lo digital.
- Tratamiento numérico de la información, de la señal y de la imagen.
- Internet, un mundo interconectado. Compresión y transmisión de la información. Control de la privacidad y protección de datos.
- La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cable, fibra óptica, satélites, ADSL, telefonía móvil, GPS, etc. Repercusiones en la vida cotidiana.

El principal objetivo del tema es que los estudiantes comprendan la ciencia subyacente, sin lo cual estas tecnologías son “cajas negras” y no se puede comprender su desarrollo exponencial, sus límites y sus posibilidades de futuro. Lo primero es la posibilidad de digitalizar la información, es decir, como transformarla en números. Y no solo los textos, sino también los sonidos y las imágenes. Lo segundo es ver los soportes físicos que hacen posible almacenar, tratar y transmitir esa cantidad de información. Para ello no es necesaria una comprensión de los semiconductores n y p , de los diodos (uniones np) o los transistores (uniones pnp o nnp). Basta con saber que los transistores están hechos de materiales semiconductores, cuyas propiedades les permiten actuar como puertas lógicas: abiertas o cerradas, lo que obliga a una digitalización binaria, 0 y 1, también muy favorecida por los métodos de almacenamiento magnéticos (magnetizado o no) y ópticos (blanco y negro, como el código de barras).

Por otra parte, los métodos de producción de estos dispositivos han permitido una miniaturización creciente y, en consecuencia, una creciente capacidad de almacenaje y tratamiento. Para la transmisión basta con una comprensión de los tipos de ondas electromagnéticas y su propagación por el aire, fibras ópticas, cables coaxiales, etc. Lo que si es importante en este tema es que los estudiantes comprendan y valoren las implicaciones sociales de las TIC (relaciones CTSA) y que una sociedad de la información no implica una sociedad de conocimiento.

COMENTARIOS A.1

Los estudiantes mencionan las distintas edades que aparecen en los libros de historia: paleolítico, neolítico, edad del cobre, del bronce, del hierro, antigua, media, moderna y contemporánea. El profesor puede señalar que no deja de ser curioso que los historiadores secuencien las edades en la prehistoria a partir de la tecnología, es decir a partir de los materiales con los que los hombres confeccionaban sus instrumentos y de las técnicas o procesos que usaban para elaborarlos, pero que, cuando empiezan la historia (a partir de la escritura), se olviden de la tecnología y, aún más, de la ciencia.

COMENTARIOS A.2 y A.3

Las TIC son fruto de la convergencia, o simbiosis, de muchos desarrollos científicos y tecnológicos sin los cuales no habrían sido posible. Entre ellos podemos mencionar los siguientes:

- Electromagnetismo (líneas de transmisión, ondas electromagnéticas, memorias magnéticas)
- Física cuántica y la electrónica (transistores, circuitos integrados, microprocesadores)
- Satélites de comunicaciones
- Óptica (láser, CD, fibras ópticas).

COMENTARIOS A.5

Sólo en 1887, veintitrés años después de los trabajos de Maxwell, el científico alemán Heinrich Hertz (1857-94) mostró que una corriente eléctrica oscilante emite ondas electromagnéticas, denominadas ondas de radio o hertzianas. En 1800 Herschel descubrió que, en los espectros de luz visible, siempre existía junto al rojo cierta radiación, de mayor longitud de onda, que se denominó infrarrojo. Poco después se encontró, “más allá” del violeta, la radiación ultravioleta. Los rayos X fueron descubiertos por Roentgen en 1895. En 1896 Becquerel descubre la radiactividad y, a comienzos del siglo XX, Rutherford aísla en ella los rayos gamma. Todas estas radiaciones, junto con las ondas hertzianas, constituyen el *espectro electromagnético*.

Las ondas electromagnéticas cubren un amplio espectro y pueden clasificarse según su principal fuente o su efecto más importante al interactuar con la materia (los intervalos de frecuencias ν o longitudes de onda λ son sólo aproximados):

1) *Las ondas de radio o hertzianas*. Tienen longitudes de onda desde 10 km a 0,1 m (frecuencias de 30 kHz a 3 GHz). Se subdividen en: onda larga, de 10 a 1 km o de 30 a 300 kHz,

onda media (de 1.000 a 100 m o de 300 a 3000 kHz), onda corta (de 100 a 10 m o de 3 a 30 MHz), VHF (de 10 a 1 m o de 30 a 300 MHz) y UHF (de 100 a 10 cm o de 300 a 3.000 MHz). Se generan por la aceleración de electrones en circuitos oscilantes.

Las ondas hertzianas tienen tres mecanismos de propagación: por onda de suelo (la antena induce en el suelo un campo que se debilita con la distancia y con la resistividad del suelo, que es menor en el mar), por onda de espacio (siempre que el trayecto esté desembarazado de obstáculos) y por reflexión ionosférica. Las ondas largas (de 10 a 2 km) se propagan esencialmente por onda de suelo y son poco sensibles a los obstáculos. La onda media viaja cientos de km (entre 630 para 150 kHz y 120 para 1.500 kHz). La onda corta se refleja en las capas de la ionosfera, con lo cual puede viajar miles de km. Las ondas métricas y centimétricas (FM; VHF; UHF) tienen el inconveniente de contornear poco los obstáculos, lo que en países de orografía accidentada origina zonas de sombra y obliga a la utilización de antenas repetidoras. Para estas longitudes también se pueden utilizar líneas de transmisión de hilos paralelos, de pares trenzados y cables coaxiales. Los hilos paralelos se utilizan hasta 0.5 MHz y los coaxiales hasta 1 GHz (VHF, UHF).

2) *Las microondas* (de 10 cm a 1 mm o de 3 a 300 GHz). Se generan también con dispositivos electrónicos y su uso se inició en la Segunda Guerra Mundial con el desarrollo del radar. Las microondas se propagan en el espacio y también en guías de onda, que son tubos metálicos de sección rectangular y de dimensiones del orden de la longitud de onda.

3) *El infrarrojo* (de 1 mm a 780 nm o de 300 GHz a 400 THz). Es producido por cuerpos calientes y emisiones moleculares (procesos vibracionales y rotacionales).

4) *La luz o espectro visible* (de 780 nm a 390 nm o de 482 a 769 THz). Es la estrecha banda a la cual es sensible nuestra retina. Está producido por emisiones atómicas y moleculares y su importancia es evidente en la visión y en los instrumentos ópticos. Tanto la luz como el infrarrojo se propagan por el espacio y por fibras ópticas.

5) *Los rayos ultravioletas* (de 390 a 0,6 nm o 769 THz a $6 \cdot 10^{17}$ Hz). También son emitidos por átomos y moléculas. Por la magnitud de su energía producen muchos efectos químicos.

6) *Los rayos X* (de 10^{-9} a $6 \cdot 10^{-12}$ m o de $3 \cdot 10^{17}$ a $5 \cdot 10^{19}$ Hz). Se generan por emisiones atómicas o por radiación de frenado (cuando los electrones rápidos son fuertemente desacelerados, por ejemplo, al chocar contra un blanco metálico).

7) *Los rayos gamma* (de 10^{-10} a 10^{-14} m o de $3 \cdot 10^{18}$ a $3 \cdot 10^{22}$ Hz) son de origen nuclear (se encuentran en reactores nucleares y la radiación cósmica). No son absorbidos fácilmente y producen graves efectos en los seres vivos.

COMENTARIOS A.6

Hay una gran demanda de bandas de frecuencia de ondas de radio por acumulación de usuarios: radiotelegrafía y radiotelefonía (denominadas sin hilos), radio, televisión, radioastronomía, telemetría, radiolocalización, radioaficionados y un largo etc. Las ondas largas se emplean en localización en el mar, radiotelegrafía y emisoras nacionales, ya que su alcance es de unos 2000 km. La onda media se utiliza en emisoras de radio nacionales y locales.

La onda corta se refleja en la ionosfera y la utilizan las emisoras internacionales.

Las microondas se utilizan en hornos microondas, en transmisión vía satélite y en teléfonos móviles.

Los IR tienen aplicaciones en la vida cotidiana (lectores, mandos), industria, la medicina, la astronomía, etc. Están implicadas en el calentamiento global.

Los UV se pueden utilizar en la esterilización de instrumentos. La importancia de la capa de ozono reside en su capacidad de absorberlos, evitando los efectos perniciosos para la vida.

COMENTARIOS A.7

Para que una antena pueda recibir ondas (y que éstas se comporten como tales) su tamaño deben ser del orden de la longitud de onda λ (como se puede ver en las antenas de VHF, UHF o móviles). Si λ es mayor, las ondas contornean los obstáculos. Si λ es menor, se comportan como rayos (óptica geométrica) y se reflejan en los obstáculos, p. e., montañas que originan zonas de sombra y obliga a la utilización de antenas repetidoras, como ya hemos dicho. Pero sólo si se reflejan permiten la visión, con lo cual podemos utilizar microondas (radar) para ver aviones, el visible para ver objetos tan pequeños como las bacterias (utilizando microscopios), pero para ver virus o estructuras cristalinas necesitamos electrones, rayos X, etc.

COMENTARIOS A.8

Se utilizan ondas de radio, microondas (móviles), infrarrojos o luz (fibra óptica). A la modificación de las magnitudes características de la onda armónica, como la amplitud o la frecuencia, para darle contenido informativo se la denomina modulación. En el emisor se produce la superposición de la onda modulada de audio (o vídeo) y una onda portadora, mediante un dispositivo electrónico denominado modulador. En el receptor se produce la separación de la onda de audio y la portadora, mediante un demodulador o filtro.

COMENTARIOS A.9

Depende de la energía de cada fotón, $E=h\nu$ y de la intensidad $I = n / t \cdot S$ (número de fotones por segundo y metro cuadrado)

COMENTARIOS A.10

Para ello es conveniente asignar roles a, por ejemplo, 6 alumnos, 3 críticos (un ecologista, el presidente de una AMPA cercana a una antena, un científico) y 3 favorables (un empresario de telefonía, un ingeniero de telecomunicaciones y un alcalde). Cada uno realiza una breve exposición inicial, en la que argumenta su postura y después se realiza un debate (Solbes y Vilches, 2004).

COMENTARIOS A.11

Texto adaptado de *Les empremtes de la ciència* de Jordi Solbes.

El transistor actúa como amplificador, al igual que triodos. También como puerta lógica que permite controlar -encender y apagar- el flujo de portadores.

COMENTARIOS A.12

La primera es una cuestión de obtención de información a partir del texto y las fotos. La segunda, de interpretación. A partir del texto se puede apreciar que es un proceso muy contaminante en la producción, primero porque para obtener 30 partículas por m^3 de aire es necesario consumir mucha energía eléctrica y agua; de hecho, la mayor parte del un edificio de producción de chips está ocupada por aparatos de filtración y acondicionamiento de aire. También por la utilización de capas de polímeros y disolventes para eliminarlas. Posteriormente se rompe la oblea en pequeños rectángulos, cada uno de los cuales con un tamaño inferior al cm^2 , contiene un circuito integrado completo.

Por ello, en un corto plazo se acercaran a sus límites físicos, es decir, pocos átomos, con lo cual las fluctuaciones cuánticas impedirán el comportamiento de los transistores como puertas lógicas. Se está investigando en nuevas tecnologías sustitutivas con dispositivos cuánticos, moleculares, ópticos, etc.

COMENTARIOS A.13 Y A.14

Este desarrollo ha originado una serie de industrias electrónicas que pueden incluirse en uno o más de los siguientes grupos: componentes, comunicaciones, control (empleo de dispositivos electrónicos en el manejo y control de máquinas, base de la automática y la robótica) y ordenadores. Los productos de la electrónica están presentes en todas las esferas sociales: en la industria, en la administración, en las viviendas (electrodomésticos, ordenadores personales), en el armamento, etc. Sus implicaciones en la vida de los hombres son múltiples: la productividad, la destrucción de empleo, la generación de nuevos empleos, el control de la intimidad de los individuos, etc.

COMENTARIOS A.15

Los dispositivos magnéticos se basan en la magnetización de materiales que recubren soportes diversos: los disquetes (1,44 MB) y los discos duros (n.100 GB).

Las cabezas de lectura-escritura (pequeños electroimanes) transforman las señales eléctricas de entrada en registros magnéticos y viceversa.

COMENTARIOS A.16

Los dispositivos ópticos se basan en la tecnología láser para el registro y lectura de la información: los discos compactos (CD) y los DVD. Codifican binariamente la información mediante puntos blancos y negros, como el código de barras.

Tienen capacidad de almacenamiento muy elevada. En un CD hay 700 MB, más de 400 disquetes (texto de una enciclopedia). Un DVD puede almacenar hasta 7 GB, es decir, 10 CD.

COMENTARIOS A.17

Una fibra óptica es un pequeño cilindro de vidrio (núcleo) rodeado por otro cilindro exterior, también de vidrio (la envoltura), con el índice de refracción inferior al del núcleo, lo que produce en el interior de éste la reflexión total.

Entre sus aplicaciones mencionaremos la transmisión de imágenes o luz; en medicina como bisturí; la transmisión de señales telefónicas, de radio, televisión o Internet.

Se codifica de forma binaria la señal incidente y se transforma en pulsos de luz transmitidos por la fibra óptica. Las señales transmitidas se descodifican al llegar a su destino.

En 1977 se instaló en Chicago el primer sistema de comunicaciones por fibra óptica con una capacidad de 8.000 canales telefónicos simultáneos. Posteriormente, otro, entre Chicago y Filadelfia, con un sistema que permitía 24.000 canales telefónicos. En 1987 se enviaban 27 Gb/s, unos 400.000 canales.

COMENTARIOS A.18

Los estudiantes entienden con facilidad que si, por ejemplo, se abre más o menos un grifo, el volumen de agua que sale por segundo puede variar de forma continua. Sin embargo, una llave de paso sólo permite que el agua fluya o no fluya. En un termómetro de mercurio, la altura de la columna puede variar de forma continua.

Por el contrario, en un termómetro “digital”, la temperatura viene expresada por unos números y no por los intermedios.

A partir de los ejemplos anteriores, los estudiantes pueden llegar a los conceptos de magnitudes digitales y analógicas.

El término “digital” se refiere a cantidades discretas, expresables por números enteros, como la cantidad de personas en una sala, la cantidad de coches en una zona de estacionamiento, etc.

El término “analógico” se refiere a las magnitudes o valores que varían con el tiempo en forma continua como la distancia y la temperatura.

COMENTARIOS A.19

Si el velocímetro indica la velocidad del coche por medio de una manecilla, la magnitud será analógica porque puede indicar cualquier valor de forma continua. Lo mismo ocurre en el segundo caso y en el tercero. El número de libros que hay en una biblioteca es una magnitud digital porque el rango de valores que puede tomar es discreto. Por ejemplo, 100 libros, 101 libros, etc. pero no 101,4 libros.

Los aparatos o sistemas digitales presentan varias ventajas con respecto a los analógicos:

- Son más fáciles de diseñar.
- El almacenamiento de información resulta muy eficiente.
- La precisión es muy grande.
- Se pueden programar.
- El “ruido” los afecta menos.
- Se pueden construir con circuitos integrados.

Sin embargo, las magnitudes del mundo real son, en general, analógicas. Por ejemplo, la velocidad de un coche, la intensidad del sonido, la temperatura, la presión, el caudal de un líquido, etc. Por tanto, la entrada de los sistemas digitales es analógica en el mayoría de los casos. Los sistemas digitales han de ser capaces de:

- Convertir la señal analógica en digital.
- Procesar la señal digital.
- Convertir en analógica la señal procesada.

El proceso anterior se puede entender fácilmente si se aplica a un CD de música. El sonido producido por los instrumentos o por las voces es recogido por un micrófono cuya salida es una tensión que varía de forma continua. Por tanto, se trata de una señal analógica. Esta señal se convierte en digital a través de un procedimiento que se verá más adelante. La señal digitalizada se almacena en un disco compacto. Cuando el disco se reproduce, se obtiene una señal digital que se transforma en analógica y se amplifica.

COMENTARIOS A.20

Los ordenadores están formados por dispositivos que sólo se pueden encontrar en dos estados: tensión alta o baja, dejan pasar la corriente eléctrica o no la dejan pasar. Los dos estados posibles se representan por medio de dos números; el 0 y el 1.

En la vida cotidiana se pueden encontrar muchos dispositivos del tipo anterior. Por ejemplo, una bombilla puede estar encendida o apagada, un interruptor deja pasar la corriente eléctrica o no la deja pasar, una llave de paso puede dejar pasar un caudal de agua o no, etc.

El sistema de numeración que utilizamos habitualmente se llama decimal porque se basa en diez símbolos o números: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. El sistema de numeración que sólo utiliza dos símbolos, el 0 y el 1, se denomina *binario*.

COMENTARIOS A.21

En el sistema decimal los números se forman comenzando por el 0. El siguiente sería el 1 y a éste le seguiría el 2. De esta forma se llegaría al 9. A continuación se toma el 1 y se le añade el 0. Se formaría el número 10. Los números sucesivos se forman colocando después del 1 los números sucesivos, 1, 2, etc. Dando lugar a los números 11, 12, 13, etc. Cuando se alcanza el 19, se toma la cifra 2 y se coloca detrás de ella 0, 1, 2, etc formando los números 20, 21, 22, etc.

En el sistema binario se utiliza el mismo procedimiento. Los números que se forman serían 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, etc. Por tanto, la correspondencia entre los nueve primeros dígitos en el sistema binario y decimal aparece en la tabla siguiente:

Decimal	Binario
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101

6	110
7	111
8	1000
9	1001

COMENTARIOS A.22

En el sistema binario de numeración las cifras (el 0 y el 1) se denominan bits (abreviatura para *binary digit*). Por ejemplo, el número 110010 está formado por 6 bits.

Si se utiliza un conjunto de 2 bits, se pueden formar cuatro números: 00, 01, 10 y 11, es decir, $2^2 = 4$ números. Si se toman tres bits, los números resultantes serían ocho: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111, es decir $2^3 = 8$ números. En general, si se toman N bits, se pueden formar 2^N números. Si se tiene un conjunto de 8 bits, llamado byte, se podrán formar $2^8 = 256$ números.

En los ordenadores los datos se almacenan y se manipulan en grupos de 8 bits. Los datos son de dos tipos: numéricos y no numéricos.

En el sistema BCD (Binary Coded Decimal), cada cifra del número en notación decimal se representa por su equivalente en el sistema binario. Por ejemplo, el número 527 está formado por los dígitos 5, 2 y 7. El equivalente binario de la cifra 5 es 0101, el de la cifra 2, 0010 y el de la cifra 7, 0111. Por tanto, en el sistema BCD, el número 547 se representa por 0101 0010 0111. Dado que las cifras expresadas en el código BCD están formadas por cuatro bits y los ordenadores procesan y almacenan los datos en forma de bytes, es necesario convertir los grupos de cuatro bits en grupos de ocho. Para ello se utilizan varios procedimientos. En el código ASCII (que se verá más adelante) se antepone 0011 al grupo de cuatro bits que representan cada cifra. Se tendría:

Decimal	ASCII
0	0011 0000
1	0011 0001
2	0011 0010
3	0011 0011
4	0011 0100
5	0011 0101
6	0011 0110
7	0011 0111
8	0011 1000
9	0011 1001

Por ejemplo, el número 527 se representaría por los tres bytes:

00110101 00110011 00100111

En otros sistemas se coloca 0000 delante del número expresado en código BCD:

Decimal	
0	0000 0000
1	0000 0001
2	0000 0010
3	0000 0011
4	0000 0100
5	0000 0101
6	0000 0110
7	0000 0111
8	0000 1000
9	0000 1001

En esta codificación, el número 527 vendría dado por los bytes:

00000101 00000010 00000111.

Los datos no numéricos como las letras, los signos de puntuación o las funciones de control (retorno de carro, espacio, etc.) que aparecen en los teclados de los ordenadores se denominan alfanuméricos. La representación binaria se realiza de acuerdo con el código denominado ASCII (American Standard Code for Information Interchange). En la tabla siguiente aparece la equivalencia entre los datos *alfanuméricos* y su expresión en el código ASCII:

Por ejemplo, la secuencia de los cuatro bytes siguientes 01001000 01001111 01001100 01000001 corresponde a HOLA.

Binario	Representación	Binario	Representación	Binario	Representación
0010 0000	espacio ()	0100 0000	@	0110 0000	`
0010 0001	!	0100 0001	A	0110 0001	a
0010 0010	"	0100 0010	B	0110 0010	b
0010 0011	#	0100 0011	C	0110 0011	c
0010 0100	\$	0100 0100	D	0110 0100	d
0010 0101	%	0100 0101	E	0110 0101	e
0010 0110	&	0100 0110	F	0110 0110	f
0010 0111	'	0100 0111	G	0110 0111	g
0010 1000	(	0100 1000	H	0110 1000	h
0010 1001	)	0100 1001	I	0110 1001	i
0010 1010	*	0100 1010	J	0110 1010	j
0010 1011	+	0100 1011	K	0110 1011	k
0010 1100	,	0100 1100	L	0110 1100	l

0010 1101	-	0100 1101	M	0110 1101	m
0010 1110	.	0100 1110	N	0110 1110	n
0010 1111	/	0100 1111	O	0110 1111	o
0011 0000	0	0101 0000	P	0111 0000	p
0011 0001	1	0101 0001	Q	0111 0001	q
0011 0010	2	0101 0010	R	0111 0010	r
0011 0011	3	0101 0011	S	0111 0011	s
0011 0100	4	0101 0100	T	0111 0100	t
0011 0101	5	0101 0101	U	0111 0101	u
0011 0110	6	0101 0110	V	0111 0110	v
0011 0111	7	0101 0111	W	0111 0111	w
0011 1000	8	0101 1000	X	0111 1000	x
0011 1001	9	0101 1001	Y	0111 1001	y
0011 1010	:	0101 1010	Z	0111 1010	z
0011 1011	;	0101 1011	[	0111 1011	{
0011 1100	<	0101 1100	\	0111 1100	|
0011 1101	=	0101 1101	]	0111 1101	}
0011 1110	>	0101 1110	^	0111 1110	~
0011 1111	?	0101 1111	_		

Los ordenadores realizan operaciones con los datos de acuerdo con las instrucciones contenidas en un *programa*. Dichas instrucciones se implementan por medio de circuitos digitales que se diseñan de acuerdo con el *álgebra de Boole*.

En el álgebra de Boole se tienen:

- constantes y variables que sólo pueden presentar dos valores: 0 y 1.
- tres operaciones básicas: O, Y y NO.

C. Shannon mostró en 1939 que se pueden construir circuitos electrónicos que realicen las operaciones del álgebra de Boole.

La función NO invierte un dígito binario. Las funciones Y y O aceptan dos bits como entrada (designados por A y B) y generan un bit de salida determinado por los valores de las entradas.

Las funciones lógicas se pueden describir por medio de las *tablas de verdad*.

Si se utiliza este recurso, la tabla de verdad de la función NO es

A	NO
0	1
1	0

y las de las funciones O e Y son respectivamente:

A	B	O
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

COMENTARIOS A.29

Tim Berners Lee es un claro ejemplo de altruismo científico, pero tenemos muchos más ejemplos de responsabilidad social de científicos y científicas, por ejemplo, su movilización a favor de la paz entre las naciones (en la que han participado Einstein, Born, Joliot Curie, Pauling o el movimiento Pugwash, dirigido por Dorothy Crowfoot o Joseph Rotblat), o los investigadores que han puesto de manifiesto, pese a la oposición de multinacionales o gobiernos, algunos de los graves problemas que nos afectan, las “verdades incómodas” (el deterioro medioambiental, el agotamiento de recursos, el cambio climático, etc.), como Rachel Carson, Rowland, Molina, etc., y que nos han hecho conscientes de cómo se puede contribuir a solucionarlos (energías alternativas, etc.).

Las aportaciones de Kahn y Cerf son los protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol). Con el IP se define una red de comunicación por paquetes. La información viaja fragmentada en paquetes de datos de tamaño estándar; cada paquete incluye información que identifica la dirección de los ordenadores emisor y receptor.

Las pasarelas o routers, interconectan las distintas redes y transfieren los paquetes de una red a la siguiente hasta alcanzar su destino. Los paquetes viajan a través de rutas múltiples, pudiendo llegar en orden diferente al que fueron enviados.

El protocolo TCP es el encargado de restablecer el orden original.

Actualmente, Internet agrupa más de 30.000 redes internacionales y el número de ordenadores conectados la misma supera los 1.000 millones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS TEMA 7

SOLBES, J. (2002). *Les empremtes de la Ciència. Ciència, Tecnologia, Societat: Unes relacions controvertides*. Alzira: Germania.

SOLBES, J. y VILCHES, A. (2004). Papel de la relaciones CTSA en la formación ciudadana, *Enseñanza de las Ciencias* 22 (3), 337-348.