

11

Cómo creamos internet

Historia global de un desarrollo

Un apasionante recorrido en menos de 90 páginas por los principales hitos y mitos de la historia de internet contado por muchas de las personas que lo hicieron posible

14%



99

Los orígenes de internet en España

Los primeros pasos hacia internet en España visto por las personas clave en su implantación

8%

145

30 entrevistas personales a pioneros norteamericanos y europeos

Norm ABRAMSON 145	Ginny STRAZISAR 205	Bob TAYLOR 265	Louis POUZIN 321	Tim BERNERS-LEE 397
Steve CROCKER 151	Stephen WOLFF 209	Robert KAHN 273	Larry LANDWEBER 341	P. MOCKAPETRIS 405
Frank HEART 157	Paul BARAN 219	Jon POSTEL 287	Dennis JENNINGS 355	Elisabeth FEINLER 415
Don NIELSON 167	R. SCANTLEBURY 225	Vint CERF 293	Gordon BELL 367	D. ENGELBART 423
Peter KIRSTEIN 181	Larry ROBERTS 237	H. ZIMMERMANN 303	Kees NEGGERS 381	Ray TOMLINSON 431
Pål SPILLING 197	Len KLEINROCK 251	Danny COHEN 313	Brian CARPENTER 391	Steve LUKASIK 439

54%

Conozca las anécdotas, hasta ahora inéditas, del desarrollo de la red escuchando a sus protagonistas en esta selección de entrevistas.

índice de contenidos

453



*11 entrevistas a
pioneros españoles*

Josep Maria BLASCO	453	José BARBERÁ	491
Fernando FOURNON	463	Iñaki MARTÍNEZ	497
Juan QUEMADA	469	Miguel Ángel SANZ	503
Jordi ADELL	477	Tomás DE MIGUEL	509
Juan RIERA	481	Víctor CASTELO	517
Juan A. ESTEBAN	485		

523

*La conectividad (1993-2003) y los servicios
(2003-2013) de internet en España.*

Cronología global (1963-2013) de los hitos más importantes.

12%

4%

El contenido de este libro no
es lineal, sino modular.
Permite que el lector pueda
pasar de un módulo a otro
(todos interrelacionados entre
sí), sin que afecte a la lectura.

539

*Los grandes lanzamientos de
servicios y herramientas de internet
Una visión del futuro de internet*

3%

557

*Mi biblioteca
Glosario
Índice onomástico
Sobre el autor
Agradecimientos*

5%



En el libro, este símbolo indica la posibilidad
de escuchar las voces originales (en inglés)
de nuestros protagonistas en persona.

5%

En este índice visual el porcentaje
presente dentro de cada sección refleja la
aportación de la misma al total del libro.

La prehistoria de la red 1963-1983

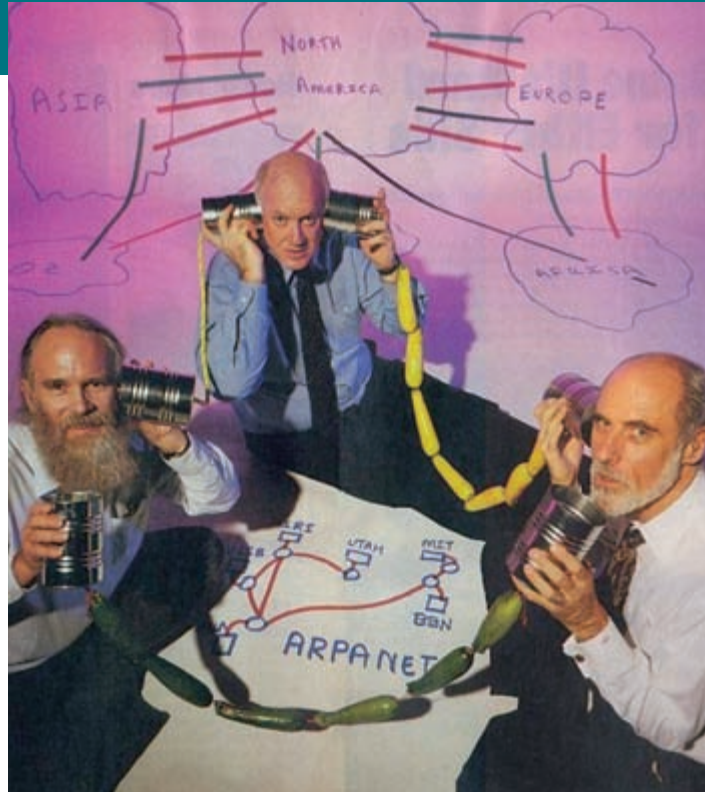


Imagen publicada el 8 de agosto de 1994 en la revista Newsweek, con motivo de la celebración del 25 aniversario de ARPANET (De Izq. a derecha: Jon Postel, Steve Crocker y Vint Cerf).

Al principio ARPA creó ARPAnet.
Y ARPAnet no tenía forma ni voz. Y la oscuridad era total.
Y el espíritu de ARPA hizo mover sus labios y dijo “Hágase un protocolo” y un
protocolo se hizo. Y ARPA vio que era bueno.
Y ARPA dijo: “Háganse más protocolos”, y así se hizo.” Y ARPA vio que era bueno.
Y ARPA dijo: “Háganse más redes”, y así se hizo.

La mayoría de los pioneros a quienes podemos llamar “padres de Internet” (y especialmente los más importantes) se esfuerzan por destacar la participación fundamental de muchos otros. A pesar de que haya Gobiernos y empresas que pretendan asegurar lo contrario, Internet se fraguó y evoluciona actualmente con el esfuerzo continuo de muchísimas personas voluntarias o que fueron y son financiadas por fuentes de administraciones públicas y empresariales de muchos países. Por ello, podemos asegurar que Internet no tiene ni dueño ni un único lugar de nacimiento. Ir contra esta aserción es no conocer los orígenes de la red o tener algún interés especial por distorsionar esta historia, hasta ahora bastante oculta, de los orígenes de Internet.

pondrán énfasis en los operadores de telecomunicaciones y el sector privado, y otros justamente lo contrario, diciendo que fue únicamente el sector público.

Cada teoría tiene sus seguidores y detractores, pero lo que es importante dejar claro es que no se excluyen entre ellas, sino que se complementan. Después de entrevistar a decenas de personas afines a una u otra teoría, lo que mejor se ajusta a la realidad histórica ocurrida es considerar que Internet tiene múltiples orígenes, y que las piezas iniciales y necesarias de este puzzle se construyeron en lugares distintos, financiadas unas de forma pública y otras de forma privada. Todo ello ocurrió durante décadas, mucho antes de que la red *Internet*, en su mayor esplendor y usabilidad, viera la luz y fuera adoptada por el gran público.

Después de hablar sistemáticamente durante horas con más de trescientos pioneros de Internet a lo largo de todo el mundo, muchas personas me preguntan: ¿tienes claro ahora cuál es el futuro de Internet a medio y largo plazo? La respuesta es clara y contundente: “Pues no”. La evolución de Internet no fue, no es y no será nunca predecible, dado que las innovaciones no son únicamente de mejora progresiva y continua, sino que son innovaciones de ruptura. Podemos fijarnos en que las grandes predicciones, miradas en retrospectiva, nos hacen reír: “Nunca tendremos más de 128 redes conectadas”, “Los dominios ‘.com’ no hace falta introducirlos porque la actividad estará solo en el ‘.edu’ y en el ‘.mil’”, “Como el idioma será el inglés, podemos utilizar códigos³ ASCII de 7 bits”, “¿Para que se pueden querer más de 56 kbps de ancho de banda?”.

Estamos en un comienzo y es prácticamente imposible atisbar el futuro de algo que ha venido doblando su población casi anualmente. Hace relativamente poco superábamos los 1.000 millones de usuarios y en abril de 2012 se superaron los 2.300 millones de usuarios estimados, lo que representa ya un 33% de penetración de los habitantes del planeta. A pesar de ello, y al final del libro vamos a apuntar algunas tendencias en las que coinciden casi todos nuestros pioneros.

3 Estos códigos, a diferencia de los “nuevos” de 8 bits, no incluyen ni letras acentuadas, ni diéresis, ni ñ, ni ç...

2. Creando y siguiendo un estricto método

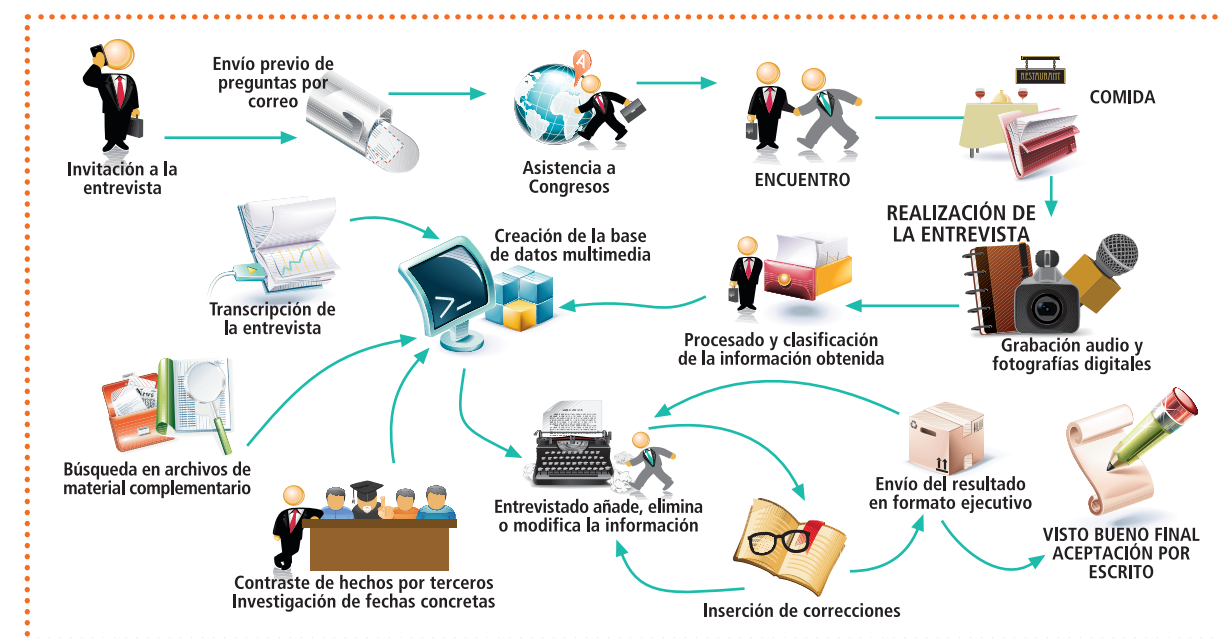
Metodología

Esta historia se basa en el resultado de una compilación de entrevistas inéditas, combinadas con un sinfín de pequeñas anécdotas directamente contadas por los personajes durante las entrevistas personales realizadas durante la fase de documentación. Aunque la mayoría de los documentos creados y utilizados tienen un marcado acento técnico, a veces incomprensible para un lector no avezado, se ha querido dar un carácter claramente divulgativo al redactado de esta obra en aras a poder alcanzar una mayor difusión, evitando en lo posible caer en tecnicismos.

El principal objetivo de este libro es, precisamente, el de acabar con los mitos e imprecisiones técnicas escritas hasta ahora y dar respuesta a todas y cada una de estas preguntas, cosa que conseguimos a lo largo de las detalladas entrevistas personales, cuya realización y doble revisión ha requerido casi dos décadas de perseverante y sostenido esfuerzo.

Necesariamente, lo que podemos incluir en un formato impreso y finito en páginas no es el estudio completo, viéndonos obligados a dejar de lado algunos nombres de personas que contribuyeron de forma importante con sus investigaciones. Así pues, se presenta de forma editada y amena aproximadamente el 10% del material recopilado, destacando especialmente a algunos de los personajes más significativos.

Este libro se ha elaborado a partir de más de 300 entrevistas con los principales pioneros a nivel global. El proceso de elaboración y verificación del contenido pasa por que todas y cada una de las



En 1970, Bob Metcalfe construyó una interfaz de red entre el IMP (precursor del router) del MIT y el ordenador PDP-6 para conectar este a la red ARPAnet.

interfaz para adaptar el *hardware* de ese ordenador al IMP (*router*). El segundo fue acabar mi tesis doctoral (que me habían suspendido en Harvard por ser poco teórica) y el tercero, me encargaron diseñar una red para un nuevo ordenador personal: el Alto (precursor ya en 1973 de casi todo lo que tenemos en la informática actual).



Esta nueva red tenía que poder conectar cientos de ordenadores Alto, uno por uno, a través de nuestro edificio. De hecho, la idea principal era que esta red pudiera llevar documentos hacia la primera impresora láser que allí se inventó. Dadas las especificaciones, la red debería trabajar a megabits por segundo para poder abastecer el ritmo de impresión especificado de una página por segundo, con una resolución de 500 puntos por pulgada (...).



Norm Abramson 000

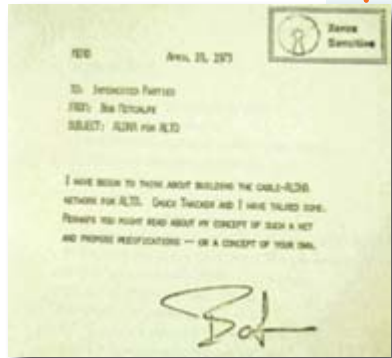
Por una de esas casualidades, y al no poder dormir por el *jet lag* mientras se quedaba a dormir en casa de su amigo Steve Crocker, en Washington DC, Metcalfe descubrió un artículo del profesor **Norm Abramson** de la University of Hawaii en el que describía el rendimiento de la red de conmutación de paquetes (vía radio) llamada ALOHAnet. No solo estuvo despierto hasta que finalizó el artículo, sino que (según cuenta, gracias al profesor **Alvin Drake** del MIT) entendió el razonamiento matemático, con el que estuvo en desacuerdo. Específicamente, en el modelo de colas que asumía que ALOHAnet tenía un número infinito de usuarios que seguirían escribiendo en el ordenador a pesar de no obtener respuesta alguna.

(...) como usuario de redes, no me pareció realista. Y dado que estaba buscando algo teórico con lo que acabar mi tesis doctoral de Harvard, rehice el modelo de Abramson con unas asunciones más realistas. Trabajando en ello me di cuenta de que el rendimiento de una ALOHAnet dependía de los parámetros del proceso de retransmisión²¹ y de que, si se controlaban dichos parámetros en función del tráfico, la inestabilidad de la red ALOHAnet que Abramson había modelado podía ser eliminada y desaparecía por completo (...).

21 Que se producía cada vez que había una colisión cuando dos ordenadores querían enviar datos a la vez.

(...) Bingo. Pedí permiso y estuve seis meses en Hawái, con Norm Abramson, estudiando ALOHAnet. En junio de 1973 presenté y conseguí aprobar mi tesis doctoral en Harvard, que fue publicada en diciembre del mismo año por el MIT y no por Harvard, todo ello mientras trabajaba en PARC (...).

Dado el encargo que le hicieron de crear una red para conectar impresoras a los ordenadores, y después de consultarlo mucho con colegas como Butler Lampson y Chuck Thacker, Metcalfe escribió una nota interna que describía la red local de alta velocidad que se debía construir, renombrando el nombre interno inicial: "Alto ALOHA Network" (red ALOHA para el ordenador personal desarrollado en PARC: el Alto) y denominándola Ethernet (dado que inicialmente funcionaba todo vía radio por el aire y a través del "éter"). Concretamente fue el 19 de abril de 1973.



Ese mismo junio, Metcalfe se unía a **Dave Boggs** y durante los dos años siguientes construyeron una red Ethernet de 100 nodos. Una vez presentada y asegurada la patente, publicaron un artículo conjuntamente en julio de 1976 en la revista *Communications ACM*.

En 1979, Metcalfe dejó Xerox y puso en marcha su propia empresa, 3Com Corporation²², para hacer de Ethernet un estándar abierto en la industria. Cuando la dejó once años más tarde, en 1990, la empresa tenía 2.000 empleados.

Bob Metcalfe prosigue contándonos:

(...) mi relación con los orígenes de ARPAnet fue la asistencia, en el intenso verano de 1973, a un seminario organizado por el profesor Vint Cerf en la Stanford University. Nos encontramos para desarrollar un protocolo de segunda generación para ARPAnet.

(...) en paralelo, yo continué trabajando dentro de Xerox en un protocolo similar, llamado PARC Universal Packet (PUP), que más tarde se convirtió en el protocolo IPX/SPX, comercializado y extendido por todo el mundo de la mano de Novell Netware²³.

(...) mi experiencia en PARC y mi tesis sobre conmutación de paquetes me fueron muy útiles para ayudar a hacer frente a los problemas iniciales que nos encontramos en el diseño del TCP/IP. Entre ellos estaban el conocer el tamaño óptimo de la longitud del mensaje y del paquete, la fragmentación de los mensajes

22 El nombre proviene del acrónimo de Computers, Communication & Compatibility: Com, Com, Com: 3Com.

23 Hasta que Microsoft integró el *software* de control de red en Windows, la gran mayoría de redes de área local funcionaban con Novell, como si de un monopolio se tratara.

Metcalfe escribió una nota interna que describía la red local de alta velocidad que se debía construir, renombrando el nombre interno inicial: "Alto ALOHA Network" (red ALOHA para el ordenador personal desarrollado en PARC: el Alto) y denominándola Ethernet (dado que inicialmente funcionaba todo vía radio por el aire y a través del "éter").



Dave Boggs

4. La prehistoria de Internet (1963-1973)

Llamamos así a todo el periodo desde los inicios de los años sesenta hasta 1974, año en que se crea el protocolo de comunicaciones TCP, llamado a revolucionar el modo en que el planeta se comunicaría de forma barata y simple.

4.1. Un relato sobre lo desconocido

Este libro se basa en el más amplio y sistemático estudio realizado hasta la fecha, basado en la entrevista pautada de los principales personajes que fueron claves para la creación y el consiguiente desarrollo de la red, algo que nos llevará fácilmente a entender el porqué de ciertas de sus características actuales.

La primera descripción escrita y publicada que podemos encontrar que hace referencia a relaciones interpersonales a través de una red, son una serie de notas escritas por Joseph C.R. Licklider y Wesley Clark del MIT, que se publican en agosto de 1962 como “On-Line Man Computer Communication”.



J. C. R. Licklider 1915-1990

Es fundamental tener presente el contexto de Guerra Fría en el que se encontraban las entonces dos mayores superpotencias: la URSS y los EEUU. Un hecho que puede parecer tan tangencial como es el lanzamiento del *Sputnik* (primer satélite artificial) en octubre de 1957, desencadenó como reacción al año siguiente el establecimiento de la Advanced Research Projects Agency (ARPA) en el Departamento de Defensa (DoD) estadounidense para restablecer el liderazgo de EEUU en ciencia y tecnología.

Veamos telegráficamente cuáles fueron los principales hitos durante la década de los años sesenta del siglo xx.

La primera descripción escrita y publicada que podemos encontrar que hace referencia a relaciones interpersonales a través de una red es una serie de notas escritas por **Joseph C. R. Licklider** y **Wesley Clark**, del MIT²⁵, que se publicaron en agosto de 1962 como “On-Line Man Computer Communication”. Sus referencias a lo que llamaron “galactic network”, que abarcaba las interacciones sociales de forma distribuida, fue sin duda una visión casi profética de lo que se podría llegar a hacer.

En sus notas preveían un conjunto de ordenadores interconectados a través de los cuales se podría tener acceso a datos y programas de cualquier sitio, presentando un concepto muy parecido a la Internet de hoy en día. No es de extrañar que Licklider acabara siendo el primer jefe del programa Computer Science, dedicado a hacer progresar la informática, que hubo en la agencia DARPA.

25 MIT: Massachusetts Institute of Technology, ubicado en Boston (Estados Unidos).

Un año antes, concretamente el 31 de mayo de 1961, **Leonard Kleinrock**, también del MIT, había publicado los resultados de su tesis doctoral: “Information Flow in Large Communication Nets”, creando conceptos básicos y el marco teórico sobre los flujos de información en redes de comunicación muy grandes.

En 1964, como veremos en su entrevista personal, **Paul Baran** (de la RAND Corporation de Santa Mónica, California) publicó un extenso y detallado estudio: “On distributed communications networks”. Él sí que estaba motivado por diseñar una red de voz *sin punto de fallo único*, resistente a un ataque nuclear, que siguiera funcionando ante la caída de unos cuantos nodos. A pesar de que finalmente no tuvo nunca una implementación práctica, se considera una de las bases de la conmutación de paquetes.

En febrero de 1965, el director de la oficina IPTO de ARPA, Ivan Sutherland, ofreció a Larry Roberts del MIT un contrato para desarrollar una red informática y, en julio, se lo ofreció también **Thomas Marill** para que ambos programaran y probaran dicha red. En octubre de 1965 se produjo la primera prueba y en octubre de 1966 documentaron estos experimentos y los presentaron²⁶ en la conferencia AFIPS²⁷. Este experimento demostró que era posible establecer enlaces de larga distancia entre dos ordenadores, pero que hacerlo utilizando la tecnología de conmutación de circuitos (la de la red telefónica clásica) era problemático, por lo que esta última no resultaba adecuada para estos fines.

En diciembre de 1966, Bob Taylor convenció finalmente a Larry Roberts, para que dejara el MIT y es contratado como investigador jefe en ARPA. Es allí en donde inmediatamente comienza el diseño del sistema de una red de área extendida (WAN) que posteriormente sería conocida como ARPAnet.

Ya en abril de 1967, Roberts organizó una sesión de diseño de ARPAnet en Ann Arbor (Michigan) a la que asistieron los investigadores principales de cada uno de los contratistas de la oficina IPTO de ARPA.

En octubre del mismo año, 1967, la Association of Computer Machinery organizó un simposio sobre Principios de Sistemas Operativos en Gatlinburg, Tennessee. El último día se presentaron ponencias sobre temas de comunicaciones y fue en una de ellas donde se hizo público el artículo²⁸ con el primer diseño de ARPAnet expuesto por Larry Roberts. En otra, el británico **Roger Scantlebury** presentó los avances del equipo de National Physical Laboratory (NPL) liderado por **Donald Davies**, quien acuñó y usó por primera vez el término “paquete”. Fue aquí donde los equipos de NPL y ARPA se

26 El artículo presentado en la conferencia se titulaba: “Toward a cooperative network of time-shared computers” (hacia una red cooperativa de ordenadores de tiempo compartido).

27 AFIPS: American Federation of Information Processing Societies (Federación americana de sociedades de procesamiento de la información).

28 El artículo de Larry Roberts se llamaba “Multiple computer networks and intercomputer communication”.



Thomas Marill

En febrero de 1965, el director de la oficina IPTO de ARPA, Ivan Sutherland, ofreció a Larry Roberts del MIT un contrato para desarrollar una red informática y, en julio, se lo ofreció también Thomas Marill para que ambos programaran y probaran dicha red. En octubre de 1965 se produjo la primera prueba...

Entre 1973 y 1975, la red se expandió de 30 a 57 nodos, evolucionando de meramente experimental a una red mucho más operacional.



Steve Crocker 000

El 7 de abril de 1969, se publicó el primer protocolo de ARPAnet, en el formato informal de “solicitud de comentarios” (o *Request for Comments*). El RFC 1 se llamó *Host Software* y fue escrito por **Steve Crocker**.

Los primeros paquetes se enviaron el día 29 de octubre de 1969 cuando **Charley Kline** (en UCLA), al tratar de conectarse y entrar en el ordenador del SRI (donde estaba **Bill Duval**), consiguió enviar las letras L, O y G (de “login”); momento en el que el sistema se bloqueó.

A partir de aquí, cada mes, BBN (tal como especificaba el contrato) fue construyendo, transportando e instalando un IMP (conmutador de paquetes) a cada uno de los contratistas de investigación (mayoritariamente universidades) que tenía ARPA. En junio de 1970, ya había dos líneas de comunicación que atravesaban los Estados Unidos y que conectaban el MIT, BBN y Harvard con seis IMP instalados en la costa oeste californiana. El esquema original permitía un máximo de 64 conmutadores (IMP) y un máximo de 4 ordenadores (*hosts*) por cada IMP.

Entre 1973 y 1975, la red se expandió de 30 a 57 nodos, evolucionando de meramente experimental a una red mucho más operacional.

Cerf indica específicamente y agradece de forma explícita la importante influencia de los franceses **Louis Pouzin** (diseñador de Cyclades³²) y de su colega, **Hubert Zimmerman**, en este diseño.

Durante el curso académico 1973-1974, Vint Cerf, con su grupo de investigación de redes en Stanford y después de muchas simulaciones, logró detallar más la idea, consiguiendo la primera especificación del protocolo.

En 1974, Kahn y Cerf publicaron su más que famoso artículo “A protocol for packet network intercommunication”³³. Posteriormente, ARPA contrató a tres grupos distintos (BBN Technologies de Boston, la Stanford University con Cerf a la cabeza y el University College of London con **Peter Kirstein**) para que desarrollaran distintas versiones operacionales del protocolo sobre distintas plataformas de *hardware*³⁴.

32 En su entrevista, Pouzin nos relata que la red Cyclades fue diseñada aprendiendo de los errores de ARPAnet y mejorándola, especialmente en el aspecto de interconectividad. No es de extrañar que Cerf se inspirara en ella.

33 Artículo que describía un protocolo para intercomunicar distintas redes de conmutación de paquetes. Permitiendo resolver el *internetting problem* y proporcionando una manera de intercomunicar distintas redes heterogéneas.

34 Se desarrollaron cuatro versiones: TCP v1, TCP v2, una división entre el TCP v3 y el IP v3 (propuesta por Danny Cohen en la primavera de 1978), y la versión estable: TCP/IP v4. El protocolo estándar todavía está en uso a día de hoy.



Don Nielson 000



Peter Kirstein 000



Pål Spilling 000

En 1975 se llevó a cabo una primera prueba del TCP/IP con dos redes, entre Stanford y el University College de Londres (UCL).

Pero no fue hasta el 22 de noviembre de 1977 cuando se realizó un exitoso test de interconexión que enlazó ubicaciones de Estados Unidos (SRI, **Don Nielson**), Reino Unido (UCL, **Peter Kirstein**) y Noruega (con **Pål Spilling**). Esta prueba consiguió unir redes con tecnologías de acceso totalmente distintas: ARPAnet (terrestre), SATnet (satelital) y PRnet (vía radio). Es en este momento puntual de la historia cuando podemos fijar el nacimiento real de internet como red formada por dos o más redes distintas.

En 1981, la National Science Foundation subsidió la creación y desarrollo de la Computer Science Network (**Larry Landweber**) con la que miles de personas se conectaron por primera vez a una red. CSnet se conectó a ARPAnet a través de TCP/IP, permitiendo conectar a muchos departamentos universitarios que no disponían de grandes recursos técnicos.

En marzo de 1982, el Departamento de Defensa de la administración americana decidió que todos sus nodos utilizaran TCP/IP, declarando este como el único estándar para todas las redes de ordenadores militares y requiriendo su uso a partir del día 1 de enero de 1983 (el llamado “the cut over”). Se completó³⁵ con éxito a pesar de la gran dificultad de coordinar (**Daniel Lynch**) tantos cambios en tantos sitios distintos.



Daniel Lynch

A finales de 1983, los casi 140 nodos (con más de 300 ordenadores conectados a ARPAnet) fueron divididos en dos redes distintas conectadas por una pasarela o *gateway*. Estas pasarelas fueron

35 En ese momento se tuvieron que cambiar los protocolos y los programas a un total de más de 5.000 máquinas. Como dice Vint Cerf: “Cada vez es más difícil cambiarle el motor a un avión mientras vuela”. Actualmente esto sería ideal para cambiar de nuevo el protocolo de Internet de IPv4 a IPv6, pero es prácticamente imposible por los centenares de millones de servidores que hay que cambiar. La transición será, pues, progresiva.

En 1975 se llevó a cabo una primera prueba del TCP/IP con dos redes, entre Stanford y el University College de Londres (UCL).



Roger Scantlebury 000

El artículo de Baran no trataba de lo mismo, ya que no estaba destinado a redes de ordenadores, sino que planteaba una red de voz y una red militar segura.

Mi aportación a Larry Roberts fue ofrecerle que utilizara esta técnica de la conmutación de paquetes que estábamos presentando. Creo recordar que al principio Larry no fue totalmente receptivo con la idea, pero en 1969, cuando los de Bolt, Beranek and Newman (BBN) instalaron el primer nodo para ARPA, por supuesto la idea fue ampliamente aceptada.

Así que estoy seguro de que este artículo (Donald Davies, Peter Wilkinson, Keith Bartlett y Roger Scantlebury) fue el inicio del concepto de la utilización de la transmisión de alta velocidad y de la conmutación de paquetes; fue la primera vez que la gente de ARPA se había enfrentado a esta idea.

Ahora bien, ya existía el artículo de Paul Baran y que conocimos durante el periodo que medió entre la redacción de nuestro artículo y su presentación. Y resultó que Paul Baran había tenido una idea muy semejante a la nuestra, pero su diseño estaba destinado a una red de voz muy segura, una red táctica militar que sobreviviera a un ataque nuclear, y utilizó la misma idea de la conmutación de paquetes en un principio, pero no la llamó así.

Recuerdo bien que, de hecho, a Larry Roberts y a los demás les señalé este artículo. Aunque el artículo de Baran no trataba de lo mismo, ya que no estaba destinado a redes de ordenadores, sino que planteaba una red de voz y una red militar segura. ARPA era un proyecto de defensa, pero la mayor parte de gente que trabajaba allí eran académicos de universidades, patrocinados y financiados por ARPA, de modo que el trabajo era realizado por personal no militar y era un proyecto no clasificado43.

Larry Roberts (MIT)



Larry Roberts 000

En febrero de 1965, el director de la oficina IPTO de DARPA, que por aquel entonces era Ivan Sutherland, ofreció a Larry Roberts (del Massachusetts Institute of Technology) un contrato para esponsorizar el desarrollo de lo que vinieron a llamar “red cooperativa de ordenadores de tiempo compartido”. En julio del mismo año, se lo ofreció a Thomas Marill (que también se había inspirado en las ideas de Licklider) para que ambos implementaran dicha red.

Larry nos explica:

El primer experimento no se realizó hasta octubre de 1965, cuando conectamos el TX-2/ANS/Q-32 (el gran ordenador de los Lincoln Lab. en el MIT) con el ordenador Q-3244 de la SDC de Thomas Marill (una empresa de desarrollo de sistemas de Los Ángeles).

43 En ningún momento el proyecto ARPAnet fue clasificado como secreto militar. Fue un proyecto siempre abierto que consideraba que lo que pudiera ser bueno para la “informática militar” sería bueno para todos. Es necesario recordar que, en aquellos momentos, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos era el mayor usuario de ordenadores.
44 El AN/FSQ-32 era un equipo hecho por IBM (International Business Machines) en 1960 y 1961 para el Comando Aéreo Estratégico (SAC) de la Fuerza Aérea de los EEUU IBM lo llamó el ordenador militar 4.020, pero fue más conocido como el Q-32. Jamás se llegó a construir más que la primera y única unidad.

(...) completamos un experimento que consistía en probar si era posible establecer una comunicación entre ellos basada en paquetes y enlazarlos. No fue una comunicación conmutada, simplemente se hizo a través de una línea telefónica regular.

Pero se trataba de una de las primeras conexiones de red (de área extendida) digitales del mundo. El experimento se plasmó por escrito un año después en un documento titulado: “Toward a Cooperative Network of Time-Shared Computers”, que se presentó en la conferencia de otoño de AFIPS en octubre de 1966.



NOTA HISTÓRICA

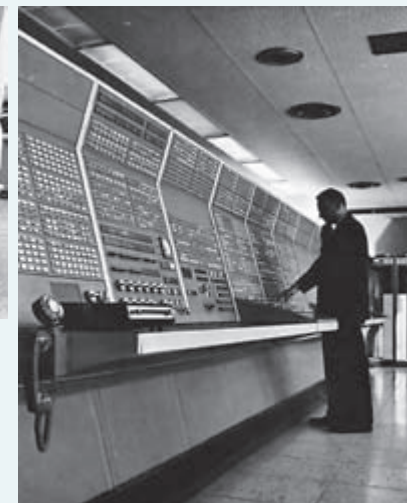
En octubre de 1965, y a propuesta de ARPA, se realizó una conexión remota de dos ordenadores mediante el uso de paquetes: ¡la idea funcionó! El ordenador TX-2 del Lincoln Laboratory del MIT (en Boston, con Larry Roberts) fue conectado al ordenador Q-32 de SDC System Development Corporation (en Santa Mónica, California con Thomas Marill). El experimento consistía en probar si era posible establecer una comunicación basada en paquetes entre ellos y enlazarlos. No fue una comunicación conmutada, simplemente se hizo a través de una línea telefónica dedicada a 1.200 bps y sin conmutadores de paquetes.

Los resultados de este experimento demostraron que los ordenadores de acceso múltiple (o tiempo compartido) podían trabajar bien entre sí y que el sistema telefónico de conmutación de circuitos no era adecuado para estos usos. Esta fue la confirmación empírica de la necesidad de utilizar la conmutación de paquetes para interconectar ordenadores.

Más tarde, según cuenta (a partir del año 2001) Roberts, al ser contratado por ARPA con el mandato de desarrollar ARPAnet, utilizó el libro de Kleinrock (Communication Networks) para convencer a sus colegas de que era posible construir una red de comunicaciones digital de área extendida.

Concretamente, en 1967, Larry Roberts reunió a varios de los investigadores principales (PI) de cada uno de los contratistas de ARPA, en Ann Arbor, Michigan, para establecer las especificaciones de lo que sería la red ARPAnet y determinar los aspectos clave de su diseño.

Wesley Clark propuso la idea de instalar un ordenador independiente frente a cada nodo para que sirviera de pasarela a la red y descargar la mayoría de las funciones de conexión y comunicaciones de los ordenadores host conectados, a este ordenador independiente se le denominó más tarde interfaz procesador de mensajes (IMP, por sus siglas en inglés). Kleinrock, por su parte, insistió en que si esta iba a ser una red experimental, entonces deberían incluirse en su diseño herramientas que permitieran realizar mediciones. Una vez propuestas



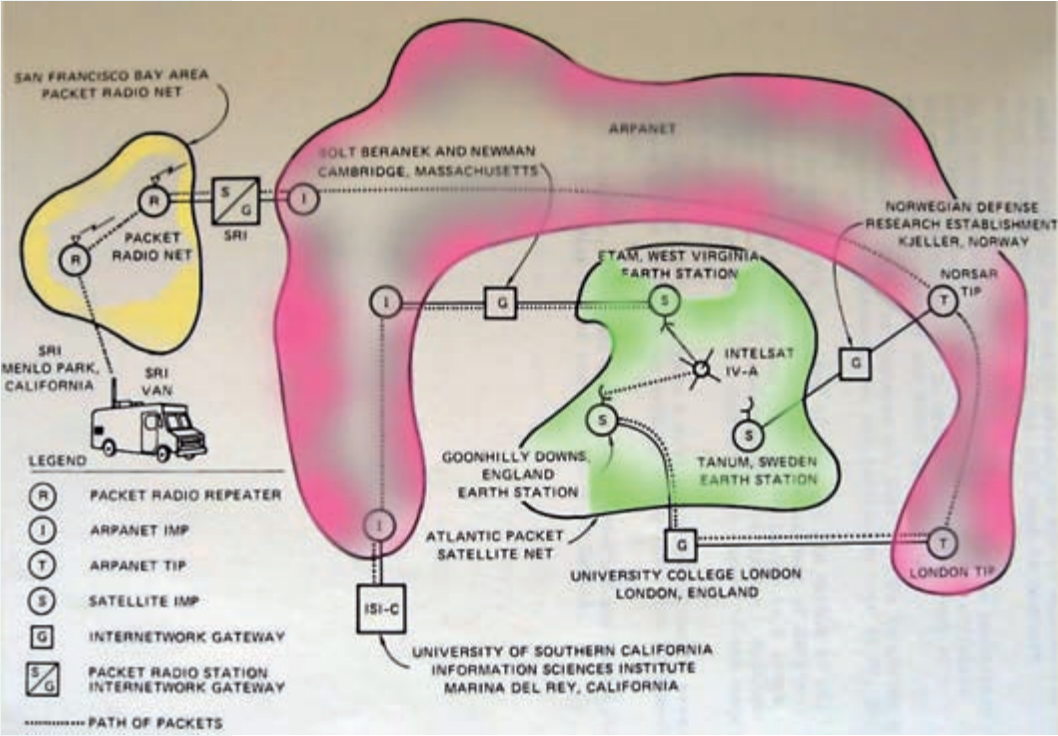
TX-2 en funcionamiento en el MIT, alrededor de 1962, (izquierda)
Q-32 de IBM ubicado en Santa Mónica, California (derecha).
Cortesía del Computer History Museum.



Wesley Clark

blemas provocados por interferencias y cortes. Kahn contemplaba desarrollar un protocolo local interno a la red “packet radio” y continuar utilizando NCP en el resto de redes. Pero NCP no permitía direccionar máquinas que no fueran las propias de la red ARPAnet y este protocolo (puesto en producción sobre la red) no se podía modificar. Además, el NCP no tenía ningún control de errores y si había pérdida de paquetes en la transmisión el protocolo se quedaría parado. Esto tenía su sentido, dado que ARPAnet era la única red para la que el NCP había sido diseñado y era tan fiable que no requería este tipo de controles. Sin embargo, no era adecuado para una red abierta o red de redes en las que no se puede predecir de antemano la calidad de las transmisiones.

Fue entonces cuando Kahn se decidió a desarrollar una nueva versión del protocolo bajo el paradigma de sistemas abiertos, antes comentado.



Noviembre de 1977. Primer experimento de *internetting* uniendo tres redes con tecnologías de acceso distintas: ARPAnet (terrestre), PRnet (vía radio) y SATnet (por satélite). Diagrama escaneado y coloreado del original. Cortesía de Don Nielson (SRI International).

5. La gestación del TCP (1973-1983)

5.1. La génesis del protocolo universal

Durante la primera mitad de los setenta, ya había varias redes que funcionaban mediante la técnica de conmutación de paquetes: la propia ARPAnet, otra red por radio (llamada PRnet) y otra por satélite (SATnet). Se trataba, pues, de encontrar el modo de interconectarlas de manera que cualquier ordenador de una de ellas pudiera hablar con cualquier otro ordenador de otra, asegurando unos principios que serían clave para el futuro desarrollo de Internet.

Ya en su día, mientras trabajaba en BBN (la empresa que había construido los primeros conmutadores de red para ARPAnet), **Robert Kahn** se había ocupado de la definición de estos principios básicos sobre comunicaciones⁶⁰, que debían cumplir los sistemas operativos.

La no existencia de un control central, la independencia de las redes conectadas y la utilización de pequeños ordenadores específicos –llamados *gateways* o *routers*– para asegurar el tráfico entre redes eran algunos de ellos.

Resumiendo, las cuatro reglas de diseño básicas del nuevo protocolo fueron:

1. Que cada red se mantuviera sin cambios para conectarla a ARPAnet.
2. Comunicaciones basadas en *best effort* (si un paquete no llega a su destino, ha de ser retransmitido lo antes posible).
3. Redes interconectadas por *gateways* (actualmente *routers*).
4. Sin control global a nivel de operación de red.

Las cuatro siguen siendo totalmente vigentes en la Internet de hoy día.

De la escasa literatura que se encuentra de esta época se deduce que también debían solucionarse muchos otros temas como:

- La adecuada retransmisión de paquetes en caso de cortes permanentes, asegurando que no hubiera pérdida de información.
- El diseño de las funciones básicas de los *gateways* o *routers* originales para reenviar los paquetes correctamente hacia su destino final.
- La necesidad de sistemas de comprobación que, al ensamblar los paquetes en el destino, pudiesen detectar posibles duplicados o desórdenes en la secuencia de llegada.
- El disponer de interfaces que permitieran trabajar con distintos sistemas operativos.

⁶⁰ Estos principios básicos se encuentran en el artículo de Bob Kahn.

Durante la primera mitad de los setenta, ya había varias redes que funcionaban mediante la técnica de conmutación de paquetes: la propia ARPAnet, otra red por radio (llamada PRnet) y otra por satélite (SATnet). Se trataba, pues, de encontrar el modo de interconectarlas de manera que cualquier ordenador de una de ellas pudiera hablar con cualquier otro ordenador de otra, asegurando unos principios que serían clave para el futuro desarrollo de Internet.

Un factor importante en la aceleración del crecimiento de la infraestructura de internet en Europa fue que, en 1990 (y seis años después de EARN), IBM tuvo la iniciativa, de nuevo con Herb Budd al frente, de crear una red académica de supercomputación de altísimas prestaciones, basada esta vez en tecnología Internet.

6. EASInet

La gran desconocida entre las redes que impulsó a Europa a coordinarse en Internet

Un factor importante en la aceleración del crecimiento de la infraestructura de Internet en Europa fue que, en 1990 (y seis años después de EARN), IBM tuvo la iniciativa, de nuevo con Herb Budd al frente, de crear una red académica de supercomputación de altísimas prestaciones, basada esta vez en tecnología Internet, subsidiando tanto los equipos de conmutación como las conexiones internacionales durante un periodo de tres años. Se llamó EASInet⁷³ y conectó los grandes centros de investigación y de supercomputación eu-



Mapa de EASInet (IBM), la primera red (internet) de muy alta velocidad a la que estuvo conectada España.

ropeos entre sí en forma de estrella y conectando el nodo central directamente a la NS-Fnet americana. Esto supuso que el CERN⁷⁴ (que actuaba a modo de *hub* o concentrador a nivel europeo) y la Cornell University se conectaran intercontinentalmente en febrero de 1990, con el primer enlace de más de 1 Mbps; algo que provocó una especie de terremoto entre la comunidad académica, forzando a las redes nacionales (NREN) aún reacias, a conectarse a internet.

La red entró en España en agosto de 1991 con la conexión a 64 kbps⁷⁵ del Centre de Supercomputació de Catalunya (CESCA) al Centre National Universitaire Sud de Calcul (CNUSC) de Montpellier y bajo el patrocinio de la Fundació Catalana per a la Recerca (FCR).

⁷³ EASInet: fue la red de la European Academic Supercomputing Initiative promovida por IBM.
⁷⁴ CERN: es el laboratorio Europeo para física de partículas, y alberga en su interior uno de los aceleradores de partículas mayores del mundo. Tanto el HTML como la Web nacieron allí, en el corazón de Europa: <www.cern.ch>.
⁷⁵ Cabe recordar que 64 kbps en 1991 era un ancho de banda gigantesco. En 1995, cuando el servicio WWW despegó a nivel global y se requería mayor ancho de banda, las conexiones de países enteros eran menores aún a 64 kbps.

6.1. El CERN y sus pioneros

Epicentro impulsor de Internet en Europa

Una de esas personas que, a pesar de haber sido clave en varios momentos decisivos de los orígenes de Internet en Europa, han permanecido siempre en la sombra de la historia es **François Fluckiger**. A través de él, y con su testimonio directo y privilegiado, nos podremos adentrar en el desconocido relato de las distintas fases por las que atravesó la lenta entrada de Internet en nuestro continente.

LAS REDES NACIONALES DE INVESTIGADORES

A mediados de los ochenta la mayoría de los Estados europeos no disponían de redes internas. Y mientras los Gobiernos y los grandes fabricantes iban discutiendo y negociando sobre cuál debía ser la estrategia, y sobre todo la tecnología que se iba a implantar, los científicos del entorno de la investigación pública, de manera casi imperceptible y natural, adoptaron la tecnología de Internet (el TCP/IP, en mayor parte por su gratuidad, facilidad de instalación y uso).

No tuvieron ningún mandato de sus organizaciones, más bien al contrario (desde los Gobiernos y desde los monopolios de telecomunicaciones se exigía que se utilizara el modelo de referencia OSI estandarizado por ISO, que de tan complejo jamás llegó a estar “listo”). Pero, aun así, desplegaron y ayudaron a desarrollar la tecnología Internet, esparciéndola por todos los centros universitarios (que utilizaban UNIX) y no fue hasta al cabo de más de diez años que el sector privado empezó a utilizarlo tímidamente.

Mientras en Estados Unidos la red iba creciendo de manera vertiginosa (especialmente desde que en 1983 se impuso el TCP/IP como único protocolo oficial en ARPAnet y en 1985 se hizo lo mismo para la nueva red NSFnet), en Europa se produjo el cisma entre dos corrientes: la de los operadores de telecomunicaciones, que desarrollaron sus estándares basándose en principios de la red telefónica, y la de los científicos informáticos (como es el caso en Francia de Louis Pouzin con la red Cyclades). Pero, a excepción de dos países: Noruega (con Uninett) y Reino Unido (con JANet), no hubo planes para desplegar redes a nivel nacional y de carácter multidisciplinar en ningún otro país europeo.

A la par que en Estados Unidos, en 1981, se creó BITnet. Participaron en esta creación Ira Fuchs (de CUNY) e IBM. En Europa, y siguiendo la estela de Reino Unido y Noruega, se crearon: DFN (Deutsches ForschungsNetz, en Alemania), FUnet (en Finlandia), SUEnet (en Suecia) y más tarde SURFnet (en Holanda). Se trata de estructuras, pero no de redes operacionales aún.

Los primeros esfuerzos para poder disponer de una red internacional (a pesar de que muchos países aún no disponían todavía de una nacional) se iniciaron



François Fluckiger

Mientras en Estados Unidos la red iba creciendo de manera vertiginosa (especialmente desde que en 1983 se impuso el TCP/IP como único protocolo oficial en ARPAnet y en 1985 se hizo lo mismo para la nueva red NSFnet), en Europa se produjo el cisma entre dos corrientes: la de los operadores de telecomunicaciones, que desarrollaron sus estándares basándose en principios de la red telefónica, y la de los científicos informáticos (como es el caso en Francia de Louis Pouzin con la red Cyclades).

Los primeros esfuerzos para poder disponer de una red internacional (a pesar de que muchos países aún no disponían todavía de una nacional) se iniciaron en Oslo en la reunión de julio de 1983 liderada por Larry Landweber (estas reuniones se convirtieron a partir de 1991 en las conferencias oficiales de la Internet Society: los Inet).

No fue hasta 1988, en que el CERN, bajo el impulso de Ben Segal, François Fluckiger y Brian Carpenter, se alejó de la estrategia oficial OSI.



El 7 de mayo de 2009 se celebró la reunión 58 de RIPE, en la que se conmemoró su 20º aniversario y que aunó a más de 500 personas en Ámsterdam (Holanda). La primera reunión de RIPE también se produjo en Ámsterdam el 22 de mayo de 1989 y asistieron catorce personas. En la foto aparecen cinco de “La banda de los seis” fundadores de RIPE, de izquierda a derecha: François Fluckiger (CERN), Daniel Karrenberg (EUnet, Holanda), Enzo Valente (INFN, Italia), Olivier Martin (CERN), Rob Blokzijl (Nikhef, Holanda), y Mats Brunel (SUnet, Suecia) no presente ese día. Cortesía de François Fluckiger (CERN).

Daniel Karrenberg pasó a ser el primer director de RIPE-NCC y durante más de diez años rigió su exitoso destino. En la actualidad emplea a más de 100 personas y tiene más de 5.000 miembros que contribuyen activamente (los LIR o registros locales).

LA IMPORTANCIA DEL CERN EN LOS ORÍGENES DE LA INTERNET EUROPEA

No fue hasta 1988, cuando el CERN, bajo el impulso de Ben Segal, François Fluckiger y Brian Carpenter, se alejó de la estrategia oficial OSI. De hecho, es el establecimiento de RIPE a mediados de 1989 el que marcó, sin ninguna duda, el comienzo de la era de Internet en Europa. El CERN, junto con las redes EARN, EASInet, EUnet y HEPnet desempeñaron un papel fundamental en el establecimiento y coordinación de la infraestructura de red paneuropea, así como su conexión hasta el núcleo de Internet: la americana NSFnet.

Después del lanzamiento de RIPE, el CERN continuó en su contribución al desarrollo de Internet, por el interés propio que ha tenido siempre en poder disponer de una red que le permitiera distribuir la masiva cantidad de datos⁸⁴ generados en sus experimentos de física de altas energías, hacia centros de

84 El LHC produce del orden de un millón de GB de datos por segundo. Gracias a un sofisticado sistema en tiempo real de selección, tan solo el 0,00001% de los datos debe preservarse. A pesar de esta drástica reducción, deben ser almacenados y procesados unos 25 millones de GB al año (25 petabytes): <http://dashb-earth.cern.ch>.

proceso, de manera distribuida. Cosa que no logró en los años noventa, pero que sí finalmente consiguió desde 2002. Ello ha sido posible gracias a la tecnología GRID que distribuye en tiempo real el trabajo y los datos con enlaces de fibra óptica que trabajan a múltiples de 10 gigabits por segundo (Gbps) desde el CERN hasta cada uno de los once grandes centros de datos distribuidos por todo el mundo.

Podemos resumir la importancia del CERN con estos hitos tan importantes:

- 1974 CERNet: una de las redes tipo IP más rápida del mundo (totalmente diseñada en el CERN).
- 1988 El CERN reúne a seis pioneros para crear RIPE (organismo de asignación de direcciones IP): François Fluckiger, Daniel Karrenberg, Enzo Valente, Olivier Martin, Rob Blokzijl y Mats Brunel.
- 1989-1990 Tim Berners-Lee presenta la primera propuesta para convencer al CERN sobre el WWW.
- 1990 Septiembre: Mike Sendall, su jefe, le dice: “¿Y por qué no? Probemos”, le pone recursos.
- 1990 Diciembre: primera versión del programa WWW (tres meses de desarrollo en un ordenador NEXT).
- 1990 Primer enlace transatlántico de más de 1 mbps, conectando el CERN con NSFnet en Cornell University.
- 1991 Verano. Liberación general del navegador y del servidor web (puesta gratuitamente en Internet).
- 1991 El CERN pasa a ser el hub de Internet mayor de Europa (85% del ancho de banda internacional).
- 1992 El CERN se convierte en miembro fundador de la Internet Society, ISOC.
- 1992 El CERN y otros (ANS, Cable&Wireless, DES, IBM, NSF, PTT Telecom, Sprint) crean Ebone: la primera red troncal IP Europea.
- 1993 Febrero: se libera el programa Mosaic de la americana NCSA (primer navegador gráfico).
- 1994 Septiembre: se crea el W3C (World Wide Web Consortium).
- 1995-1997 El jefe de networking del CERN, Brian Carpenter, dirige el Internet Architecture Board (IAB).

La guerra de protocolos (IP vs. OSI) se dio por oficialmente acabada en junio de 1990, durante la primera conferencia conjunta que se hizo en Killarney, Irlanda, al unirse la red EARN con RARE. Resultado de esta unión fue la actual TERENA⁸⁵. Se acordó también que se coordinarían las actividades de ingeniería a escala global.

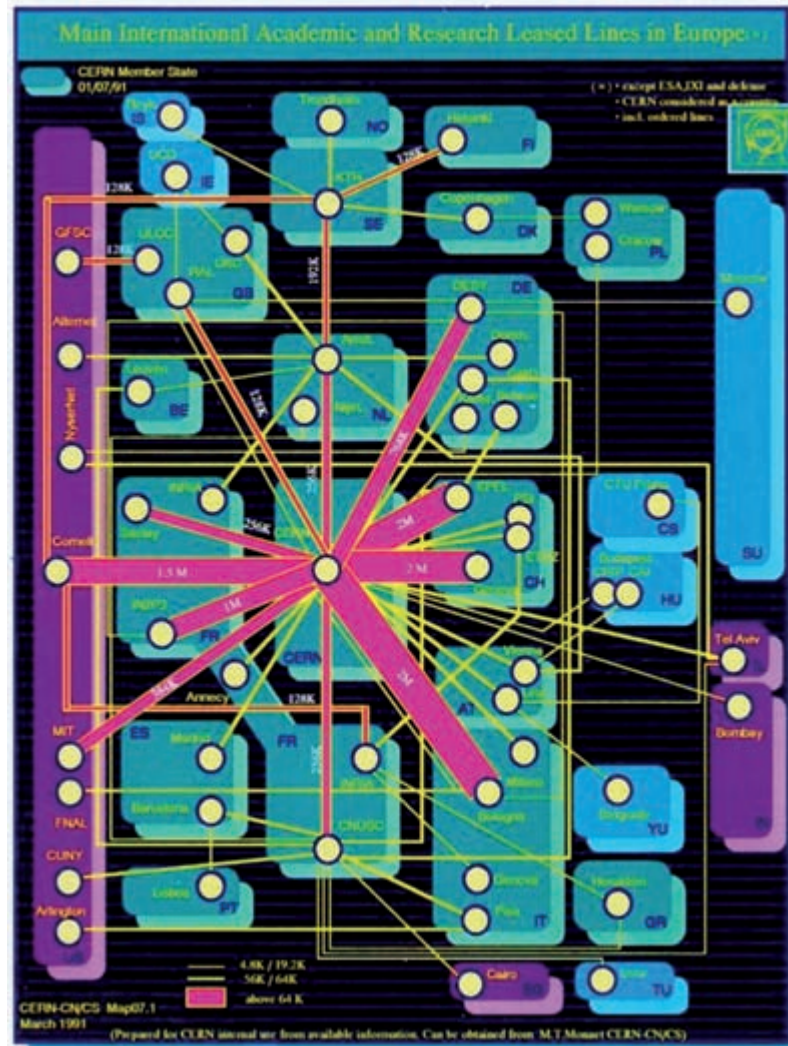
¿Cómo era la conectividad internacional en Europa en marzo de 1991?

A principios de los años noventa la red Internet europea estaba formada únicamente por universitarios e investigadores, y tan solo algunos países (los escandinavos, Holanda, España, Irlanda, Suiza y Austria) habían adoptado esta tecnología. Las comunicaciones internacionales se realizaban a través de redes puramente Internet (como EASInet o EUnet) o mediante la red IXI (que utilizaba la tecnología OSI de ISO: X.25).

85 TERENA: Trans-European Research and Education Networking Association. Es una asociación de redes nacionales de investigación (en España la representante es RedIRIS) ubicada en Ámsterdam (Holanda). Se formó inicialmente el 13 de junio de 1986 como RARE (Réseaux Associés pour la Recherche Européenne) pasándose a llamar TERENA tras la fusión de RARE con EARN (European Academic Research Network) en octubre de 1994.

La guerra de protocolos (IP vs. OSI) se dio oficialmente por acabada en junio de 1990, durante la primera conferencia conjunta que se hizo en Killarney, Irlanda, al unirse la red EARN con RARE.

A principios de los años noventa, el 85% del ancho de banda internacional instalado para Internet en Europa terminaba en el Centro de Cálculo, ubicado en el edificio 513 del CERN.



Principales líneas dedicadas internacionales para centros académicos y de investigación en Europa, en marzo de 1991. Se excluyen las líneas de la agencia espacial, ESA, de IRI y las de defensa. Se incluyen los Estados miembros del CERN. Las líneas de color rosado representan anchos de banda superiores a los 64 kbps. Las amarillas gruesas indican anchos de banda entre 56 k y 64 kbps y las delgadas representan líneas dedicadas de entre 4.8 kbps y 19.2 kbps. Cortesía de François Flückiger (CERN).

En ese momento, el 85% del ancho de banda internacional instalado para Internet en Europa terminaba en el Centro de Cálculo, ubicado en el edificio 513 del CERN.

7. La creación del sistema de nombres de dominio

A medida que Internet iba creciendo, se iban generando nuevas necesidades y, a su vez, creando nuevos conceptos que hicieron variar profundamente la tecnología.

En aras a simplificar su uso, se empezaron a asignar nombres a las máquinas para que no fuera necesario recordar las direcciones numéricas (como sucede en otras redes, como por ejemplo la red telefónica). Inicialmente, esto se resolvió mediante una simple tabla que cada ordenador guardaba localmente en un fichero (llamado "hosts.txt"), en el que se reflejaban todas las máquinas con sus nombres y direcciones IP asociadas.

Este sistema pronto se hizo ingestible, puesto que las actualizaciones eran constantes⁸⁶ y esto provocaba grandes cuellos de botella. Esta situación provocó graves tensiones entre las entidades gestoras de la red y bloqueó el crecimiento de Internet durante varios meses hasta que se implantó el nuevo sistema con una base de datos distribuida a nivel global: el DNS.

El crecimiento (inicialmente no esperado) del número de redes gestionadas independientemente, y por consiguiente del número de ordenadores asociados, llevó al desarrollo de un sistema que permitiera realizar este trabajo de constante actualización de una manera más distribuida, creándose el Sistema de Nombres de Dominios (DNS). Este permite la resolución de nombres de máquinas en direcciones Internet, manteniendo centenares de miles de máquinas actualizadas, de forma jerarquizada. Se utiliza la palabra *dominio*, puesto que el conjunto de máquinas que lo utilizan suele estar bajo los dominios de una misma empresa u organización.

A su vez, el incremento constante del tamaño de la red hizo cambiar la estructura de los *routers* (o encaminadores). Inicialmente existía un único algoritmo de enrutamiento, que seguían todos ellos. Al crecer drásticamente el número de redes conectadas, se dividió el trabajo de cada uno de ellos, implementando un sistema jerárquico con dos tipos de protocolos (uno interno, el IGP⁸⁷, y otro externo, el EGP⁸⁸) que trabajan en el interior de una cierta zona de Internet o en su exterior, respectivamente. De esta manera, se pudo reducir el problema que suponían las reconfiguraciones de toda la red cuando únicamente debía cambiarse cierta

¿CÓMO SE CONOCÍA LA RELACIÓN ENTRE EL NOMBRE DE UNA MÁQUINA Y SU DIRECCIÓN?

Inicialmente, se mantenía una gran lista de nombres de máquinas con sus direcciones (IP) internet asociadas en un fichero único, llamado "hosts.txt", que era hecho público en la red. Siempre estaba en el mismo sitio y los ordenadores (*hosts*) iban a él y lo copiaban diariamente para disponer de una copia local actualizada. La gestión de este fichero corría a cargo de voluntarios de un grupo en el SRI International, situado en California (Menlo Park), al que se llamó Centro de Información de Red o NIC (Network Information Center).

⁸⁶ A las actualizaciones de subredes y de máquinas se producían desde cualquier parte de la Tierra y las 24 horas.

⁸⁷ IGP: Interior Gateway Protocol (Protocolos de encaminamiento interior).

⁸⁸ EGP: Exterior Gateway Protocol (Protocolo de encaminamiento exterior).



Frank E. Heart

*Director del grupo de desarrollo en BBN
al que se le adjudicó el contrato de ARPA
para el diseño, la creación y la implantación
de ARPAnet.*

«Ninguna aplicación
militar ha sido
NUNCA UTILIZADA
para el propósito para
el que fue diseñada.»

«Atribuyo parte del éxito de ARPAnet al énfasis puesto en la fiabilidad.»



Me quedé en el Lincoln hasta 1966. Lo que ocurrió entonces es que durante un curso de verano (en 1965) sobre bibliotecas informatizadas, conocí a **Dan Bobrow**, investigador (de inteligencia artificial) que trabajaba en BBN, y nos hicimos amigos. Un año más tarde, BBN estaba teniendo problemas con un gran proyecto para el Hospital General de Massachusetts, sobre el tratamiento de datos informatizados en los hospitales, y Dan Bobrow se acordó de mí, así que habló con uno de los fundadores de BBN, **Dick Bolt**, e intentaron convencerme para que dejase el Laboratorio Lincoln. Fue una decisión difícil porque soy muy conservador y tenía un buen equipo y un buen trabajo, pero al final lo consiguió, y en diciembre de 1966 me incorporé a BBN, donde permanecí durante treinta años. Por tanto, solo he tenido dos trabajos en toda mi vida.

¿Cuál fue su primer contacto/experiencia con ARPAnet?

Comencé a trabajar en BBN porque tenían un proyecto sobre información médica⁵. En realidad, me incorporé a BBN para trabajar en proyectos de ciencias biológicas y el Lincoln se interesaba por este tipo de proyectos ya que se financiaba en gran medida por el Departamento de Defensa. Así que uno de los motivos por los que Dick Bolt logró que dejase el laboratorio fue ofrecerme la posibilidad de trabajar en un proyecto sobre información médica. Por ello decidí unirme a BBN.

5 BBN estaba trabajando en un proyecto llamado Hospital Computer Project, apoyado por el Instituto Nacional de Salud (NIH) en cooperación con el Hospital General de Massachusetts.

La primera vez que oí hablar de la idea de ARPAnet fue en la Spring Joint Computer Conference de 1968, celebrada en el paseo marítimo de Atlantic City. Conocí a **Larry Roberts**, que en esos momentos llevaba trabajando en ARPA cerca de un año. Lo conocía del Laboratorio Lincoln, pero nunca habíamos trabajado juntos allí. Sabía que mi equipo en BBN era muy bueno en la conexión de ordenadores con sistemas del mundo real. Algunos de los miembros de este equipo habían sido también miembros de mi grupo cuando trabajaba en el Lincoln que me siguieron cuando me incorporé a BBN, así que Larry también los conocía bien. Por entonces, Larry había estado hablando con diferentes empresas sobre su idea de la red. Creo que al principio lo intentó con AT&T e IBM, pero estas no se interesaron en absoluto por la idea. Así que habló con otras empresas y me comentó todo esto por si BBN pudiera estar interesado. Nos pareció una idea magnífica y no tuvimos que pensárnoslo mucho. Cuando finalmente nos llegó la solicitud de propuestas dedicamos un esfuerzo titánico a su redacción⁶.

Se trataba de una propuesta muy detallada y creo que uno de los motivos por los que BBN consiguió el contrato fue que entendió mejor que nadie los requisitos. De hecho, había muy pocos equipos en el mundo en ese momento con experiencia en la conexión de ordenadores a sistemas en tiempo real. La propuesta fue redactada esencialmente por cinco personas: **Severo Ornstein, Will Crowther, David Walden, Bob Kahn** y yo.

6 “No teníamos ni noches ni festivos...solo contábamos con 90 días para preparar la oferta... De hecho nos gastamos más de 100.000 dólares estadounidenses en la redacción de la propuesta”.



«La primera vez que oí hablar de la idea de ARPAnet fue en la Spring Joint Computer Conference de 1968.»

Participaron más personas, pero esas fueron las personas clave. Bob Kahn era más bien un teórico, así que no se dedicó al *software* o al *hardware*, sino que fue el responsable de algunas de las ideas originales, como el control de errores en las líneas telefónicas. Crowther⁷ y Walden fueron claves para el *software* y Ornstein para el *hardware*.

En su opinión, ¿cuáles son las características más importantes de ARPAnet?

Es una pregunta difícil. Creo que la fiabilidad era un tema muy importante; por ejemplo, los procesadores de mensajes con interfaz (IMP) tenían una función de vigilancia. Si el programa se volvía loco y no restablecía el reloj con frecuencia, el propio reloj reiniciaría la máquina de manera automática. Por tanto, la fiabilidad era algo fundamental.

La velocidad era un factor que había que tener en cuenta. La RFP⁸ solicitaba la obtención de resultados en toda la red a una velocidad⁹ indistinguible de la conseguida en un ordenador local. El *software* fue escrito en su totalidad en lenguaje máquina para la primera ARPAnet. Los bucles de *software* del lenguaje

7 Will Crowther: Frank Heart lo llamó “el superprogramador”. Él fue también quien escribió el primer juego de “aventura”.
8 RFP: solicitud de propuestas, emitida por IPTO (Oficina para las Tecnologías de Procesado de la Información) para ARPA
9 En 1969 la alta velocidad eran 500 milisegundos de ida y retorno.

Frank E.
Heart

máquina proporcionaban una velocidad suficiente para satisfacer este requisito.

Otra característica era que la red requería monitorización. Una vez se extendió y construimos procesadores de mensajes con interfaz de terminales (TIP¹⁰), nos encontramos con docenas de TIP que necesitaban una verificación de estado regularmente. Por eso, empleamos un marcador automático que llamaba a todos los TIP del país alrededor de las 3 a. m., cuando no había nadie trabajando, simplemente para comprobar si la línea funcionaba. Cuando se encontraban problemas, necesitábamos que alguien los solucionase. Inicialmente contratamos a Honeywell para que se encargara del mantenimiento y fue bien; posteriormente, organiza-

mos nuestro propio equipo de mantenimiento para asegurarnos de que la red funcionaba.

Por tanto, la fiabilidad, la velocidad y el funcionamiento de la red eran las características clave en los primeros tiempos. Para la gente que, como yo, ha participado en esto desde el principio, era difícil imaginar Internet como es hoy en día. Creo que al principio se pensaba que podría ser útil para la comunidad de investigadores, pero nadie podía imaginar que se convertiría en una herramienta y un juguete para todo el mundo. Por supuesto, el correo electrónico, la llamada *killer application* (aplicación

matadora), consiguió verdaderamente que muchas personas utilizaran la red. La noción de los navegadores, la World Wide Web y la voz sobre IP surgieron mucho más tarde, y no están relacionados con el trabajo que yo realicé.

10 TIP: procesador de mensajes con interfaz de terminales. Combinación de un IMP y un pequeño servidor integrado con conexiones terminales.

No fue hasta que los protocolos *host* se estandarizaron y los *host* fueron capaces de comunicarse entre sí, cuando la red empezó a convertirse en algo útil.

En realidad, la red nunca tuvo éxito en la capa de aplicación. Larry Roberts deseaba originalmente que las personas pudieran utilizar el *software* de *host* remotos, para reducir la necesidad de reinventar el *software*. Quería realmente que se utilizase más el *software* remotamente que localmente y eso no sucede ni siquiera hoy día, al menos no en el grado que él esperaba.

¿Cómo ha contribuido usted al desarrollo de ARPAnet?

Dirigí a un equipo para la construcción de ARPAnet. Sabe, resulta que mucha gente tuvo cierta influencia sobre Larry Roberts cuando este elaboró la solicitud de propuestas (RFP) de ARPAnet en 1968, pero en realidad, ninguno de ellos había construido una red. Por lo tanto, la RFP era bastante detallada en cuanto al diseño general de la red y lo que se esperaba de ella, pero fue BBN quien diseñó y creó la red, y lo hicimos desde cero.

¿Quiénes han sido las personas clave para el desarrollo de Internet?

Básicamente, ARPAnet fue construida por BBN, así que las cinco personas que he mencionado con anterioridad fueron cruciales:

- **Severo Ornstein**, geólogo de formación pero un genio en el diseño de *hardware*.
- **William Crowther**, nuestro superprogramador.
- **David Walden**, también en el diseño del *software*.
- **Bob Kahn**, un tipo muy inusual que era bueno en casi todo. Desempeñó un papel muy importante en BBN. Era un buen escritor y se responsabilizó de la mayor parte de la escritura de la especificación 1822¹³. También se encargó de multitud de interacciones con los sitios *host*.

13 La especificación 1822 define con el más absoluto detalle la interfaz que se ha de integrar en los ordenadores servidores para que puedan ser conectados a los IMP (o lo que hoy en día llamamos *routers*).

Otras personas de BBN que merecen mención:

- **Alex McKenzie**, por su trabajo en protocolos *host* y por su gestión del centro de monitorización de BBN.
- **Ben Barker, Bernie Cosell, Truett Thach y Marty Thrope**.
- **Larry Roberts**, de ARPA, que dirigió el proyecto global de ARPAnet y emitió la RFP. Si me preguntase quién fue la persona más importante, fuera de BBN, le diría que Larry Roberts.
- **Wes Clark**¹⁴ sugirió el uso de IMP; en lugar de conectar los *host* directamente, la conexión se hacía a través de los IMP que, al ser idénticos, permitían que los *host* no tuvieran que aprender a comunicarse con todo tipo de ellos, sino solo a hacerlo con el IMP. Esta arquitectura fue de extrema importancia porque, de otro modo, BBN hubiese tenido que aprender los detalles de cada *host*, lo que hubiera sido prácticamente imposible. Por tanto, cada servidor necesitaba un *hardware* y un *software* especial para conectarse al IMP local, pero todos los IMP eran idénticos. De otro modo, BBN hubiese sido incapaz de realizar su trabajo en nueve meses. Todo un verdadero récord, porque ese fue el tiempo que tardamos, incluyendo el necesario para la fabricación del *hardware* especial por parte de Honeywell y otras muchas cosas, y todo se realizó según lo previsto en plazo y coste.

También creo que al principio de ARPAnet, las personas de los primeros sitios *host* desempeñaron un papel importante. Tuvieron que construir *hardware* y *software* para conseguir que su ordenador funcionara con el IMP y solo tuvieron alrededor de seis meses para hacerlo. No recuerdo el nombre de todos ellos, pero algunos de los destacados son:

- **Leonard Kleinrock**, de la University of California en Los Ángeles.

Y también de UCLA:

- **Vint Cerf, Steve Crocker y Jon Postel**, quien también estuvo implicado en la estandarización y documentación de protocolos *host*. Llevó mucho

14 Wesley Clark: quien influyó verdaderamente en Larry Roberts, según Frank Heart y Bob Taylor.



Creación de un IMP pluribus, mucho después de la fotografía de grupo con el IMP original.

tiempo desarrollar los protocolos *host* para que fuesen capaces de ir en línea con los protocolos de red. Jon Postel fue crucial para hacerlo posible.

- **Roland Bryan**, de la UCSB en Santa Bárbara, California.
- **Dave Evans**, de la University of Utah.
- **Douglas Engelbart**, del SRI (Stanford, California).

Otras personas que trabajaron con Larry Roberts en ARPA:

- **Steve Crocker**, quien se incorporó a ARPA procedente de UCLA y participó en gran medida en los protocolos servidor.
- **Barry Wessler**, y
- **Al Blue**, quien no realizó ningún trabajo técnico, pero era un experto en acelerar los trámites burocráticos. Así que si se necesitaban modificaciones en el contrato, Al Blue era capaz de conseguir las en tres días.

Muchos años después, hubo otras personas importantes, por ejemplo:

- **Tim Berners Lee**, creador de la World Wide Web.

¿Recuerda un par de situaciones anecdóticas?

Existe la costumbre en EEUU de que cuando se concede un contrato importante a varias empresas de un determinado estado, las agencias gubernamentales avisan al representante del Congreso de ese estado para que les haga algún tipo de reconocimiento. Así que recibimos un telegrama del senador Kennedy en el que nos felicitaba por haber ganado el contrato, solo que el mensaje decía: *“Enhorabuena por haber ganado el contrato para el procesador de mensajes InterFAITH¹⁵”*.

Los IMP contaban con todo tipo de *software* de monitorización integrado, así que eran capaces de supervisar todo tipo de cosas. De hecho, establecida una conexión transcontinental con BBN, con una línea telefónica de 56 kbps, podíamos ver lo que estaba pasando en cada IMP. Era parte del sistema de fiabilidad. Cada IMP verificaba su línea telefónica; cada IMP podía contar los paquetes de cada línea telefónica y enviar la información a BBN.

Eso significaba, por primera vez, que los ordenadores situados en los extremos de las líneas telefónicas de AT&T estaban siendo monitorizados, con lo que, si por ejemplo, fallaba una línea de Los Ángeles a San Francisco, o empezaba a fallar, o aumentaba su tasa de error, alguien de nosotros llamaba a AT&T y decía: *“Creemos que se está produciendo un problema en su línea entre Los Ángeles y San Francisco”*; y ellos respondían: *“¿Dónde se encuentra, en Los Ángeles o en San Francisco?”*, y la persona le informaba: *“En realidad estoy en Cambridge, Massachusetts”*, y los técnicos de AT&T no podían creérselo. Les costó bastante acostumbrarse y no pensar que les estábamos tomando el pelo...

¿Qué opina acerca del futuro de Internet?

No puedo darle una respuesta sencilla. Me gustaría creer que ayudará a la extensión de la democracia, pero no sé si será así o si las personas continuarán matándose unas a otras.

15 En lugar de felicitarnos por haber ganado el proyecto para la construcción de un procesador de mensajes con INTERFAZ o IMP.

ISBN:978-84-9942-275-6. 576págs. Basado en programa
investigación wiwiw.org



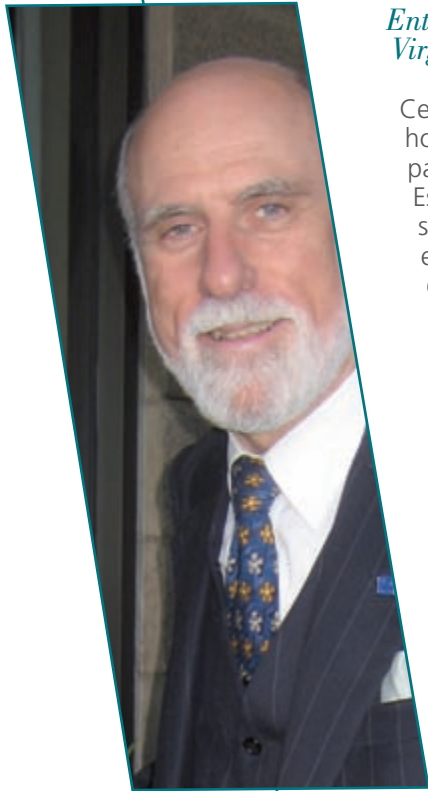
Vinton G. Cerf

Pionero de Internet.

«Envidio a los niños
de ocho años
que dominan la Red.
Lo han hecho veinte años
antes que yo.

**TUVIMOS
QUE INVENTARLA**
para hacer
lo que ellos hacen.»

La historia de Internet no se podría entender sin su contribución. Sin duda, este documento refleja por qué Cerf recibe el apodo cariñoso de "padre de Internet", aunque él insiste en llamarse "pionero de Internet". Vint es un hombre que ha dedicado su vida a resolver complicados problemas tecnológicos mediante ideas sencillas y soluciones brillantes.



Entrevista realizada¹ el 8 de diciembre de 2007 en McLean, Virginia

Cerf nació el 23 de junio de 1943 en New Haven, Connecticut, en el hospital de la Yale University. Su madre vivía allí con él mientras su padre estaba en el escenario europeo de la Segunda Guerra Mundial. Estaba en la Marina y servía como oficial de artillería a bordo de un submarino. Antes de que la bomba atómica cayera en Japón, se estaba preparando para embarcarse hacia el escenario del Pacífico, donde habían intentado invadir Japón. Pero tras el lanzamiento de los artefactos nucleares, la guerra terminó y al volver se mudaron de New Haven a Los Ángeles en 1946.

Así que, en realidad, Vinton Cerf creció en Los Ángeles. Vivía en el Valle de San Fernando, al norte de la ciudad, en una pequeña población llamada Van Nuys. Fue al instituto allí, donde resultó que Steve Crocker, Jon Postel y Karl Auerbach también habían estudiado. No coincidieron en el mismo curso. Jon Postel iba a un curso menos que Steve y este un curso menos que Vinton Cerf. Steve era su mejor amigo en el instituto, y todavía lo es, pero ninguno de los dos conocía a Jon Postel por aquel entonces. De hecho, no conocieron a Jon hasta que no terminaron la carrera en UCLA.

Cuando terminó el instituto, se matriculó en la Stanford University donde, desde 1961 hasta 1965, se especializó en matemáticas y, de manera secundaria, en alemán².

En 1965 comenzó a trabajar para IBM en la sede conocida como el centro de datos de Los Ángeles.

A partir de 1967, tras cursar un Doctorado en Ciencias de la Computación en UCLA, se encontró trabajando en ARPAnet, desarrollando el primer protocolo entre ordenadores centrales, y en 1972 volvió a Stanford como docente.

En 1976 regresó a ARPA hasta que en 1982 se unió a MCI. En 1986 pasó por CNRI para volver a MCI en 1994 hasta 2005.

www.ucla.edu
www.arpa.mil

www.ibm.com
www.mci.net

www.stanford.edu
www.google.com

Vinton G.
Cerf

1 Entrevista realizada a través de conversaciones el 25 de junio de 1999 (en San José, California), el 20 de mayo de 2000 (Tarragona), el 12 de junio de 2001 (Estocolmo) y completada mediante correspondencia electrónica los días 23 de junio de 2001 (Tenerife) y 23 de noviembre de 2001 (Barcelona). Y también la entrevista grabada en McLean (Virginia) durante la tarde del 8 de diciembre de 2007.

2 He estudiado alemán desde que tenía trece años más o menos. Mi padre invitaba a un profesor de alemán a venir a casa una vez a la semana y él me enseñaba. Fui a Stanford en Alemania, un campus en una zona cerca de Stuttgart, donde vivíamos en una pequeña ciudad llamada Beutelsbach que tenía cerca de 3.000 habitantes y se ubicaba a 30 km aproximadamente de Stuttgart. La casa en la que vivíamos era una granja en la cima de una colina llamada Landgut Burg y allí había unos 70 estudiantes. Stanford llevó profesores y las clases se daban allí, a veces en inglés pero la mayoría en alemán. Llegamos a conocer a toda la gente del lugar y viajamos por Europa durante los seis meses que estuve allí. A Bonn, Praga, Roma, Estocolmo, etc., porque aprovechábamos los fines de semana y en Europa las distancias son bastante cortas. Volví en diciembre de 1962 y continué los estudios en Stanford.

¿Recuerda su primer contacto con un ordenador?

Fue en 1958, no me acuerdo del mes. Sucedió en Santa Mónica, California, en una empresa que se llamaba Systems Development Corporation, que era una *spin-off* de RAND que en ese momento realizaba investigación clasificada para el Ejército del Aire de Estados Unidos. En particular, Paul Baran en RAND Corporation escribió uno de los primeros documentos extensos sobre lo que se convertiría en la conmutación de paquetes, aunque él no lo llamó así en aquel momento. RAND había estado trabajando en comando y control para el Ejército y una de las ideas que surgieron de su trabajo fue colocar radares en el norte de Canadá orientados hacia Rusia y transmitir la información del radar a través de líneas fijas hasta Santa Mónica, California, donde se recogerían los datos en un sistema informático que se conocía por el acrónimo SAGE (SemiAutomatic Ground Environment). Este sistema se construyó utilizando válvulas de radio. La idea era que los datos se transmitieran desde el radar y se mostraran a través de grandes pantallas de radar que serían procesadas por SAGE. Aquella sensación de estar en el centro del sistema –literalmente entrabas en el ordenador para usarlo– era enorme. Había salas llenas de válvulas de vacío por las paredes. Recuerdo estar completamente fascinado ante la idea de tener un ordenador conectado con algo que estaba a tanta distancia. Unos dos años después, Steve Crocker obtuvo el permiso para utilizar algunos de los ordenadores de UCLA. Esto sería en 1960, más o menos. Íbamos un curso separados el uno del otro en el instituto de Van Nuys. Steve y yo éramos los mejores amigos y me invitó a que fuera con él a probar el ordenador Bendix G-15 de UCLA. Un poco después, fui a Stanford como estudiante y, por supuesto, enseguida hice todos los cursos que me fueron posibles sobre ciencias de la computación. Usábamos una máquina Burroughs B5000 que había sido actualizada a B5500, programábamos en ALGOL, o lo que se llamaba Burroughs ALGOL. Todo esto fue muy emocionante para mí, la época de universitario en Stanford, pero también la época en el instituto utilizando ordenadores de UCLA. Tengo todos esos vívidos recuerdos de haberme enfrascado en la computación impregnándome por completo de la emoción de usar aquellas máquinas.

Vinton G.
Cerf

¿Cuál fue su primer contacto/experiencia con Internet o ARPAnet?

El primer contacto con ARPAnet fue con **Leonard Kleinrock** en el Centro de Medición de la Red, que sería en 1969 o quizá en 1968. En ese año, RFQ se intercambió por IMPS (Interface Message Processors, las conmutaciones de paquetes de ARPAnet) y, lo suficientemente interesados, Steve Crocker y yo nos ofrecimos para el proyecto de ARPAnet mientras aún éramos estudiantes pero trabajábamos de asesores en una empresa que se llamaba Jacobi Systems por aquel entonces. Jacobi presentó una propuesta por ARPAnet; era un competidor de Bolt, Beranek y Newman (BBN) y llegamos hasta las últimas rondas. Creo que terminamos entre las últimas cuatro. Escribí una simulación de la Red de conmutación de paquetes utilizando el lenguaje de programación GPSS. Jacobi Systems no consiguió el contrato, pero por suerte Steve y yo todavía éramos estudiantes y trabajábamos en el grupo de Len Kleinrock. Cuando BBN ganó, UCLA obtuvo el contrato del Centro de Medición de la Red y fuimos a trabajar allí. Así que empecé a trabajar en ARPAnet a pesar de que Jacobi Systems no ganó la contrata. Seguramente Jacobi era el nombre del fundador de la empresa; la sede estaba en Santa Mónica.

«En sus inicios, trabajé en este proyecto con mucha pasión porque quería solucionar el problema del Departamento de Defensa: no pretendían una red patentada y no buscaban limitarse a una única tecnología de red.»

En Internet, ya es obvio porque yo empecé a trabajar en el proyecto en 1973, de modo que allí tuve mi primer contacto. Cuando iniciamos el proyecto, lo llamábamos *internetworking* (operación de interconexión de redes) y la idea era seleccionar redes por conmutación de paquetes y conectarlas entre ellas. Pero recuerdo ver referencias a la frase abreviada “Internet” en diciembre de 1974 o incluso antes. La primera especificación del protocolo TCP hacía referencia al protocolo de Internet TCP, y creo que ya adoptamos en el discurso normal la idea de esta red múltiple, formada por algo llamado Internet. Yo siempre lo escribía con I mayúscula. Cuando

la red se extendió en 1983 y se hizo accesible, la gente decía: “Bueno, a veces se pueden construir piezas de red utilizando la tecnología de Internet, que no forma parte de la red pública”. Entonces nos planteamos escribir con minúscula las redes que usaban protocolos TCP/IP. Internet se empezó a escribir deliberadamente en mayúscula para referirse al proyecto ARPA, mientras que en minúscula se refería a las redes que usaban tecnología de Internet pero no estaban conectadas a la Internet de DARPA. Al final, cuando Internet se hizo público, tomé la costumbre de referirme a la Internet pública con mayúsculas y a cualquier otra red privada que usara la misma tecnología en minúsculas. Pero el término Internet pretendía reflejar la idea de que había múltiples redes que se conectaban entre ellas. De este modo, las interconexiones de la red y la estructura en la que se encontraba era el centro de atención de la investigación.

¿Cuál ha sido su experiencia profesional en el desarrollo de Internet?

Cuando terminé la carrera en Stanford, en junio de 1965, comencé a trabajar para IBM en la sede conocida como el centro de datos de Los Ángeles. Utilizaba un sistema de tiempo compartido para IBM llamado Quiktran. Era un sistema interactivo de FORTRAN con el que se manejaba en remoto el ordenador central IBM 7044 para escribir y ejecutar programas FORTRAN. Realizaba análisis de tensión en los edificios y teníamos un cliente que utilizaba el servicio para programar algoritmos empleados en la compra y venta de acciones. Existía una gran variedad de aplicaciones, cualquiera que se pudiera programar en FORTRAN. Dirigí este centro operativo como ingeniero de sistemas durante dos años, hasta mediados de 1967. Después obtuve una licencia para volver a clase porque sentía la necesidad de obtener preparación avanzada en procesamiento.

En UCLA cursé un Máster y después un Doctorado en ciencias de la computación durante cinco años y mi tutor de tesis fue **Gerald Estrin**. Para Jerry hice una tesis sobre sincronización de multiprocesos, varios ordenadores funcionando en paralelo. Pero también trabajé para Leonard Kleinrock como programador principal para el Centro de Medición de la Red. Nuestro trabajo consistía en inyectar tráfico y recopilar datos desde ARPAnet para validar el modelo de cola que

Kleinrock y sus alumnos estaban desarrollando para las redes de conmutación de paquetes. Fruto de estas experiencias, rápidamente me atraieron las actividades de ARPAnet a finales de los sesenta y terminé trabajando con **Steve Crocker**, **Stephen Carr** y **Jon Postel** en el primer protocolo entre ordenadores centrales (*host-to-host*) llamado NCP (Protocolo de Control de Red). Lo llevamos a cabo y después mostramos el sistema en público en octubre de 1972, en el Hotel Hilton de Washington, en la primera Conferencia Internacional de Comunicaciones por Ordenador (ICCC: International Conference on Computer Communications). Bob Kahn organizó la demostración a petición de Larry Roberts, que dirigía el programa ARPAnet para ARPA, y algunas personas a las que ya has entrevistado estaban en el acto, incluyendo a Louis Pouzin (Cyclades, Francia). En aquella reunión formamos un grupo llamado INWG³ o Grupo internacional de trabajo sobre redes que, finalmente, se convirtió en el grupo de trabajo 6.1 IFIP (Federación Internacional de Tratamiento de Información) el cual se ocupaba de las comunicaciones de datos. Este grupo estaba muy interesado en los conceptos de ordenadores en red y conmutación de paquetes en particular. Por recomendación de **Steve Crocker**, me convertí en presidente. A pesar de que opino que de este grupo no salió ningún desarrollo específico como grupo de trabajo, sí que hubo debates muy útiles acerca de arquitectura de redes y protocolos.

En septiembre de 1973 **Bob Kahn** y yo presentamos al grupo el diseño básico de Internet en un documento que llamamos *INWG #39*. El grupo produjo gran cantidad de documentos de trabajo, y algunas de las personas que han sido entrevistadas estaban relacionadas con este grupo o lo documentaban haciendo de editores de las series de notas. Desconozco qué habrá sido de esas notas⁴, y sería interesante saber si se encuentran, o no, en el Computer History Museum⁵.

Tras la demostración en octubre de 1972, Bob Kahn dejó BBN (Bolt, Beranek and Newman) y fue a ARPA, y yo dejé UCLA y me fui a Stanford, esta vez como miem-

bro docente y me uní al Departamento de Ciencias de la Computación y al de Ingeniería Electrónica. Allí se iniciaron investigaciones sobre Internet que contaban con el apoyo de DARPA, y muchas de las personas a las que has entrevistado trabajaban para Bob mientras yo estaba enseñando en Stanford.

Desde 1973 hasta 1976 se desarrollaron los protocolos TCP/IP. La parte IP, en realidad, no se separó hasta 1977 y fue gracias a la insistencia de **Danny Cohen**, **David Reed** y **Jon Postel** que hicimos la separación de la capa de protocolo IP de la de TCP. En un principio estaba motivado por el deseo de llevar tráfico en tiempo real que no necesariamente debía ser entregado, mientras que el TCP intenta entregar todo al otro extremo, de manera ordenada y sin duplicados. El tráfico en tiempo real necesitaba entregarse rápidamente, aunque no todo llegara realmente e incluso podía entregarse desordenado si fuera necesario. Por eso, la división del IP y el TCP nos permitió establecer una base en el transporte de paquetes incluyendo el tráfico en tiempo real. Probábamos cosas como voz sobre IP, que ya se había tenido en cuenta en los setenta aunque no se hizo visible y popular para el público hasta 1990⁶. Pero en los setenta ya lo estábamos probando.

Vinton G.
Cerf



«Lo que hace especial al sistema de voz sobre IP es que es simplemente una cosa más que puedes hacer en Internet, mientras que la voz es lo único (o casi lo único con la excepción del módem de marcado y el fax) que se puede hacer en la red de teléfono pública.»

Después de trabajar en Stanford, ARPA me pidió que fuera a Washington a dirigir el programa de investigación de Internet para ellos. Acepté y en julio o agosto de 1976 me fui a Washington y allí me he quedado (aunque no en ARPA) desde entonces, de eso hace ya treinta y un años. Me comprometí a dirigir el programa de Internet, el programa de la radio por paquetes, el programa de paquetes por satélite y el programa de seguridad, que heredé de **Steve Walker**, otro de los directores del programa de ARPA.

Estuve en ARPA hasta finales de 1982 y después dejé el Gobierno para unirme a MCI con objeto de desarrollar lo que entonces se llamaba MCI Mail, que era un servicio de correo electrónico comercial que se lanzó el 27 de septiembre de 1983. Me quedé tras el lanzamiento y continué evolucionándolo hasta junio de 1986, cuando Bob Kahn, que se había ido de ARPA por ese entonces, decidió crear una empresa llamada Corporation for National Research Initiatives (CNRI). Aquella organización de investigación se formó para centrarse en las infraestructuras de la información y Bob me preguntó si quería participar en las investigaciones. Acepté y en junio de 1986 me uní a CNRI hasta octubre de 1994, cuando me invitaron a volver a MCI para introducirlos en el negocio de Internet. Acepté también y volví como vicepresidente de Arquitectura de Datos. Finalmente, heredé la actividad de ingeniería de Internet en MCI y me quedé en la empresa durante sus peores momentos, porque Bernard Ebbers y su organización la adquirieron en 1998 y en cuatro años la destrozaron. En junio de 2002 la empresa se declaró en bancarota y supongo que podría haberme ido junto con mucha otra gente, pero pensé que era más ético quedarme y ayudar a

3 International Network Working Group.

4 Alexander McKenzie, ex empleado de BBN, quizá sabe qué ha pasado con ellas y creo que Peter Sevcik también podría saberlo porque me parece que ambos fueron editores de las series.

5 Conocido por sus siglas en inglés: CHM, Museo de Historia de los Ordenadores. Está situado en California.

6 La primera presentación en público la hizo una empresa llamada Vocal Tech en Israel en 1996. Skype ha sido un buen ejemplo del público interesado o que pedía voz sobre IP. Mi estimación hoy en día acerca de la cantidad de usuarios de Internet a finales de 2010 se aproxima posiblemente a los tres mil millones, y la razón es que muchos de ellos utilizan el móvil para conectarse a Internet.

funciona porque, de otro modo, nuestros archivos ya no serían accesibles. Esto incrementa las preguntas respecto a la propiedad intelectual, pero creo que lo debemos tener en cuenta si no queremos acabar en lo que sería el bit corrompido.

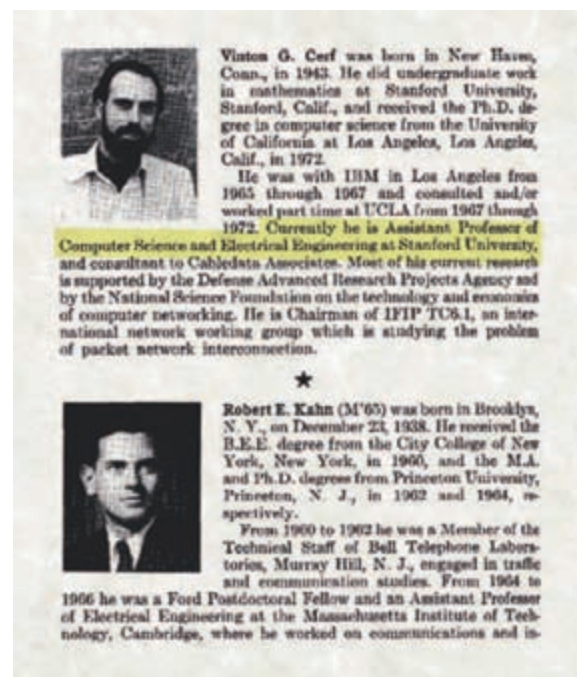
¿Ha identificado alguna tendencia tecnológica?

Las tendencias más claras en la actualidad son el aumento de la movilidad, el aumento del ancho de banda en los extremos de Internet, el aumento de simetría en los servicios de acceso a la red en vez del ancho de banda asimétrico que existe actualmente. Creo que habrá más móviles conectados y espero que haya mucha interacción interplanetaria mediante Internet.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

TRABAJOS Y LIBROS MENCIONADOS / RECOMENDADOS

- Cerf, V. y Kahn, R., "A Protocol for Packet Network Intercommunication", *IEEE Transactions on Communications* 22, 5 (mayo 1974), pp. 637-648





Tim Berners-Lee

*Director del WWW Consortium (W3C).
Creador del HTML e inventor de www.*

«El mundo en vías
de desarrollo tiene el
POTENCIAL para
establecer una forma
completamente distinta
de Internet que podría
sustituir a la Red tal
como la conocemos.»



Entrevista realizada mediante cruce de correos, artículos y documentos del libro¹

Nacido en Londres el 8 de junio de 1955 y residente en Estados Unidos, se graduó en Física en el Queen's College de la University of Oxford en 1976. Trabajó en Plessey Telecommunications (Dorset) y después como ingeniero de *software* para el CERN² de Ginebra, donde inventó la Web. Actualmente es el director del WWW Consortium, ubicado en el MIT (EEUU).

Hasta finales de los ochenta, Internet era una red únicamente utilizable por especialistas con altos conocimientos de informática. Por otro lado, la tecnología hipertexto inventada muchos años antes estaba confinada a aplicaciones multimedia ubicadas en CD-ROM o en alguna base de datos local. La gran aportación de Berners-Lee fue la de unir dos tecnologías con décadas³ de antigüedad de forma sencilla, dando a su unión una potencia que ha revolucionado la manera de guardar y recuperar la información.

La aparición del http (Web) y su rápida estandarización, junto con la incorporación de la multimedia⁴, son los factores clave que han hecho difundir Internet masivamente a partir de 1994. La importancia radica, pues, en el acercamiento que han producido sus desarrollos entre la Red y el usuario sin conocimientos previos.

El inventor de WWW ha dicho en repetidas ocasiones “no” a oportunidades que se le presentaban, si estas amenazaban la independencia o la integridad de la Web.

Las repetidas negativas que encontró por respuesta en sus peticiones de ayuda para seguir desarrollando la Web hicieron que Europa volviera a perder una gran oportunidad, dejando escapar a Berners-Lee a los Estados Unidos, donde fue recibido con los brazos abiertos por el MIT⁵, donde se constituyó el consorcio que coordina el desarrollo de World Wide Web y donde ha trabajado durante más de seis años.

- 1 T. Berners-Lee y M. Fischetti, *Weaving the Web: The original design and ultimate destiny of the World Wide Web by its inventor*, San Francisco, Harper San Francisco, 1999 [ed. cast.: *Tejiendo la red: el inventor del World Wide Web nos descubre su origen*, Madrid, Siglo XXI de España, 2000]; del que se reproducen algunas frases, con su expreso permiso.
- 2 CERN: su nombre deriva del consejo internacional (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) que inició el laboratorio. El consejo ya no existe y la palabra “nuclear” ya no describe la física que se investiga allí, por lo que el nombre se mantiene, pero no sus siglas. Es más conocido como laboratorio europeo de física de partículas.
- 3 Recordemos que el hipertexto fue descrito ya en 1965 por Ted Nelson, en un proyecto futurista llamado Xanadú en el que toda la información del mundo podía ser publicada en este formato y era compartida entre iguales. Durante años intentó buscar financiación para el proyecto, sin éxito.
- 4 Atribuida al joven programador del National Center for Supercomputer Applications (NCSA), Marc Andreessen, quien desarrolló el primer navegador web que aceptaba imágenes: el Mosaic.
- 5 Concretamente, en el Laboratorio de Ciencias Informáticas del Massachusetts Institute of Technology.

¿Cuál fue el proceso de gestación de su idea?

La Web surgió como la respuesta a un desafío abierto a través de la amalgama de influencias, ideas y logros procedentes de muchos lugares, hasta que un nuevo concepto cuajó. De hecho, fue un proceso de unión y no la resolución lineal de un problema bien definido detrás de otro.

Ya en 1980, durante una corta estancia en el CERN, escribí mi primer programa tipo web, llamado ENQUIRE, en mi tiempo libre, y para que me ayudara a recordar las conexiones entre personas, aunque no vio la luz pública. Lo que buscaba entraba dentro de la categoría de sistemas de documentación. *Software* que permitiera almacenar y luego recuperar documentos. Todos los sistemas presentados en el CERN habían ido fracasando y cayendo en el olvido, debido a que sus vendedores intentaban obligar a las personas a reorganizar su trabajo para adaptarse a los sistemas. Por lo que el sistema que estaba diseñando debería estar orientado a no tener reglas. Con una propiedad fundamental: estar descentralizado, de manera que cualquiera pudiera empezar a usarlo en cualquier parte sin tener que pedir acceso a otro.

En 1989 retomé la idea del ENQUIRE, pero como no era parte del trabajo por el cual estaba contratado, tenía que pensarlo en mis tiempos muertos. En aquella época, Internet era invisible en Europa porque se promovía una serie distinta de protocolos⁶. La tardanza del CERN en adoptar Internet fue sorprendente, teniendo en cuenta que el laboratorio había sido siempre pionero en las redes y en las telecomunicaciones. Había desarrollado la CERNnet (su propia red, a falta de redes comerciales) con sus propios sistemas de *e-mail*.

Fue Ben Segal (quien había trabajado en EEUU y visto Internet), quien se convirtió en el evangelizador solitario en el CERN de este tipo de tecnología.



Ben Segal

⁶ Los OSI (Open Systems Interconnection), de ISO (International Standards Organization).

Tim Berners-Lee

Empecé, pues, a escribir el proyecto en **marzo de 1989**. Lo entregué a **Mike Sendall**, a su jefe, **David Williams**, y a unos cuantos más. No hubo respuesta. Había comités que decidían sobre los experimentos, pero las tecnologías de la información no tenían un foro receptivo. Probablemente, porque aquello era un laboratorio de física. Mientras, inicié un estudio profundo sobre el hipertexto y me convencí de que estaba en el camino correcto. A principios de 1990 seguía sin tener reacciones a mi propuesta, por lo que le di otra forma y le puse una nueva fecha, **mayo de 1990**, se la di a Williams y de nuevo fue archivada.



Una de las personas que creyó en el proyecto desde el principio fue el científico belga **Robert Cailliau**. Reescribió la propuesta en términos que a él le pareció que tendrían más efecto y buscó ayudantes estudiantes, dinero, aparatos y espacio de oficinas. Explicar la visión de la Web a personas y organizaciones resultó tarea excesivamente difícil sin tener un navegador web, por lo que, a mediados de noviembre de 1990, desarrollé un programa cliente (navegador y editor) que llamé World Wide Web. Y en diciembre ya funcionaba con el lenguaje Markup de Hipertexto (HTML) que había escrito y que describe cómo formatear páginas que contengan vínculos de hipertexto. También escribí el primer servidor de la Web. Ambos funcionaban en mi ordenador NeXT, que como estaba conectado a Internet y era conocido por [<nxoc01.cern.ch>](mailto:nxoc01.cern.ch) le registré un alias más bonito y que después fue muy conocido: [<info.cern.ch>](mailto:info.cern.ch) Llené de contenido el servidor con mis propias notas sobre las especificaciones de HTTP y HTML.

Robert compró su propio ordenador NeXT y empezamos a compartir información (en local). A pesar de que a me-

nxoc01.cern.ch
Primera URL



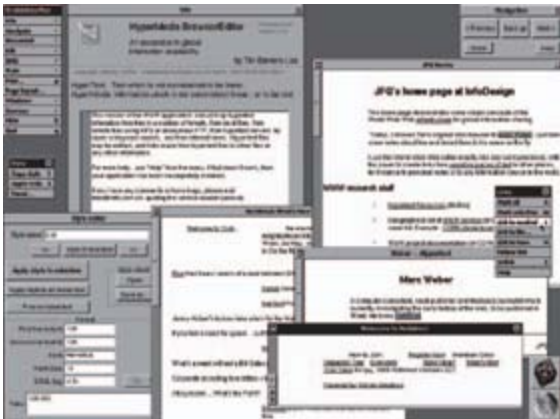
diados de Diciembre ya tenía el programa desarrollado y de que el CERN cierra en el período navideño, daté esa primera versión con la fecha 25 diciembre de 1990. Por lo que los que no me conocen, piensan que esa fue la primera conexión. Sin duda fue antes. En diciembre un navegador WWW estuvo instalado en mi ordenador... cuando el navegador WWW estuvo instalado en mi ordenador y en el de Robert, comunicándose por Internet con el servidor <info.cern.ch> por primera vez.

¿Cómo se logró generar todas las piezas que componen la web?

En verano de 1991 empezó su distribución a través de Internet y, en enero de 1993, el número de servidores conocidos había llegado a casi cincuenta. Aunque la web no se extendía debido a que no existían navegadores gráficos para sistemas que no fueran el NeXT. Se necesitaban clientes para los Mac, los PC y el entorno UNIX (en el CERN utilizaban X-Windows sobre UNIX). Al no tener recursos para desarrollarlos, Tim Berners-Lee empezó a animar a estudiantes de informática para que lo hicieran y obtuvo la respuesta de la Universidad de Helsinki, en forma de Erwise cuyo desarrollo finalizó en abril de 1992 para X-Windows y con la documentación en finés. Al acabar su trabajo de Doctorado no siguieron con el proyecto. Por otro lado, y casi simultáneamente, un estudiante de Berkeley (**Pei Wei**), creó un lenguaje de programación interpretado llamado Viola (para UNIX). Tenía una gran funcionalidad para mostrar cosas en pantalla. Para demostrar su capacidad, el mismo Pei escribió un navegador web, que permitía mostrar HTML con gráficos (comenzó a distribuirlo en mayo de 1992). El único inconveniente que tenía el Viola era la complejidad para el usuario de instalarlo en su ordenador.

«El único inconveniente que tenía el Viola era la complejidad para el usuario de instalarlo en su ordenador.»

Aquí empezaba la competencia entre navegadores (de momento únicamente en el entorno X-Windows de UNIX), a la que se añadió el Midas⁷. En el entorno comercial, uno de los que se unió al desarrollo (también en sus tiempos de descanso) fue **Dave Raggett**, de HP Bristol (Inglaterra), creando el Arena. Y, por su lado, la University of Kansas escribió un navegador de hipertexto (independiente de la Web) llamado Lynx y que funcionaba en modo texto para terminales de 24x80 caracteres. Se diseñó para buscar información interna en el campus, pero el estudiante **Lou Montulli** lo adaptó a la Web y lanzó el Lynx 2.0 en marzo de 1993.



Aspecto de un editor de Web en 1991. Puede observarse que el programa corría sobre una máquina NeXT.

Hasta que, en el NCSA de la University of Illinois, **Dave Thompson**, uno de sus directivos, descargó el Viola y lo puso a funcionar con el servidor del CERN haciendo una demostración al Grupo de Diseño de Software. Tomaron el testigo el estudiante **Marc Andreessen** y **Eric Bina**, quienes desarrollaron el conocido Mosaic en **febrero de 1993** estaba disponible en la Web (para X-Windows). A diferen-

7 Desarrollado por el físico Tony Johnson (del centro SLAC).



«... yo crecí jugando con hojas de papel perforado y construyendo ordenadores con cajas de cartón.»

cia de los anteriores, Marc tenía muy en cuenta los comentarios de los usuarios y los iba incorporando al navegador.

Tom Bruce (de la Cornell University) creó el primer navegador para PC llamado Cello. Navegador desarrollado para Windows, con lo que por primera vez la gente podría ver la Web en la plataforma más extendida del mundo. Estaba disponible en marzo de 1993.

Más tarde, Marc Andreessen, conoció al hombre de negocios **Jim Clark** y fundaron Mosaic Communication Corp. Contrataron a Lou Montulli (de Lynx), ficharon al equipo principal que desarrolló Mosaic y se dispusieron a desarrollar su navegador, en Mountain View (California); en abril de 1994 cambiaron su nombre por Netscape y aplicaron una estrategia de marketing sin precedentes: regalaban el producto con el fin de que se extendiera masivamente.

Microsoft les seguiría la pista creando el MSExplorer a finales de 1995, e iniciando una de las más largas batallas comerciales para arrebatarles el mercado. Aún ahora, si miramos los créditos del MSInternet Explorer veremos:

Basado en NCSA Mosaic. NCSA Mosaic(TM); se desarrolló en el National Center for Supercomputing Applications de la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. © Microsoft Corp. 1995

Tim Berners-Lee

¿Cómo y por qué se crea el WWW Consortium?

El surgimiento de diferentes navegadores me hizo pensar una vez más sobre la normalización. Las reuniones mantenidas con el IETF no daban su fruto, por lo que pensé que quizá un modelo diferente sería el adecuado.

Durante un seminario en la Newcastle University, a la vuelta en autobús de la cena que nos habían ofrecido, me senté con David Gifford, del MIT, quien me puso en contacto con **Michael Dertouzos**⁸. En octubre de 1994 me trasladé al MIT para fundar el WWW Consortium (en colaboración con el CERN y con el soporte de DARPA y de la Comisión Europea). En abril de 1995 abrimos la primera delegación del W3C en Europa situada en el INRIA⁹, al que pronto siguió la de Japón (situada en la Universidad de Keio). Forman el consorcio 68 ingenieros de todo el mundo que, bajo los principios de neutralidad, coordinación y consenso, tienen el objetivo de mantener y desarrollar la Web para el bien común, manteniendo sus desarrollos abiertos fuera de los intereses comerciales que desean convertirlos en estándares propietarios¹⁰.

«Debe ser escrito como tres palabras separadas, de modo que su acrónimo son tres W por separado. No hay guiones. Sí, ya sé que en algunos lugares ha sido escrito con un guión, pero la manera oficial no lo tiene. Sí, ya sé que “worldwide” es una única palabra en el diccionario, pero “World Wide Web” son tres palabras»¹¹.

Tim Berners-Lee, explicando cómo deletrear su creación.

8 Director del LCS (Laboratorio de Ciencias Informáticas) del MIT.
9 Institut National de Recherche en Informatique et Automatique (Instituto francés de investigación informática y automática).
10 Es importante recordar que, el 30 de abril de 1993, uno de los directivos del CERN respondía a la petición de Tim Berners-Lee, accediendo a permitir a todo el mundo el uso del protocolo y del código web gratuitamente, con la posibilidad de crear un servidor o un navegador, repartirlo o venderlo sin ningún *royalty* ni otras cargas.
11 Original en inglés: “It should be spelled as three separate words, so that its acronym is three separate W’s. There are no hyphens. Yes, I know that it has in some places been spelled with a hyphen but the official way is without. Yes, I know that ‘worldwide’ is a word in the dictionary, but World Wide Web is three words”.



Raymond S. Tomlinson

Ingeniero Jefe en BBN Technologies

«Por cada avance tecnológico hay otro avance igual o mayor en la necesidad de servirse de esa tecnología. La **NECESIDAD HUMANA** de utilizar la tecnológica siempre excede a la tecnología disponible.*»

** Por cada avance tecnológico que se consigue para hacer la vida más fácil, se encuentra algo que la hace más complicada.*

Raymond S. Tomlinson



Entrevista realizada el 22 de abril del 2004 en Cambridge (Massachusetts)

Nació en Ámsterdam, Nueva York, el 23 de abril de 1941. Fue al Rensselaer Polytechnic Institute (RPI, del 1959 al 1963) y después estudió en el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Allí obtuvo un Máster en Ingeniería Electrónica. Durante cuatro semestres trabajó para IBM como alumno cooperante cuando estaba en el RPI. Allí es donde descubrió los ordenadores. Más tarde (en 1967) se incorporó a BBN, donde todavía trabaja en la actualidad. Sus compañeros le han otorgado el título del programador con más talento e inteligencia que jamás hayan conocido.

En 1971, Ray envió el primer correo electrónico del mundo adaptando un programa interno de correo ya existente, popular en los sistemas de tiempo compartido, y lo unió a la nueva tecnología de red: ARPAnet. El primer mensaje iba dirigido a él mismo y lo mandó de un ordenador a otro. Más tarde, envió el mensaje a todos los usuarios de ARPAnet explicando la disponibilidad del “correo electrónico” y dando instrucciones acerca de cómo enviar un correo a otro usuario en la red, utilizando su propia convención arbitraria **“usuario @ nombre del ordenador host”** que sigue siendo hoy la base del correo electrónico. Esto fue el principio, pero todavía era muy difícil de utilizar porque se necesitaban dos programas diferentes para leer y escribir los correos. Se leían como piezas de texto continuo, todos juntos en el orden en el que llegaban. A pesar de todo, el correo electrónico fue un éxito inmediato y enseguida se le otorgaron muchas otras funcionalidades¹. Como resultado de estos desarrollos, la mayoría de las facilidades que se le conocen al correo electrónico actual ya se conocían un año después del primer mensaje².

En 2009 fue galardonado con el Premio Príncipe de Asturias en la categoría de investigación científica.

rtomlinson@bbn.com
www.bbn.com arpanet.arpa

- 1 El correo electrónico inicial se mejoró para que dispusiera de un listado de mensajes ordenados por asunto o fecha, en vez de ser todo un texto continuo. Se introdujo la opción de borrar los mensajes seleccionados y recibir y enviar correos desde el mismo programa. Más tarde, se consiguió la opción de reenviar mensajes, que incluiría automáticamente la dirección del emisor junto con el mensaje, así como la de archivar y guardar mensajes. Larry Roberts fue uno de los pioneros en mejorar las primeras versiones. Finalmente, se estableció un protocolo estándar para permitir el intercambio de mensajes entre programas.
- 2 Cita de “History of the e-mail” de Richard T. Griffiths (Leiden Universiteit, Holanda).

¿Recuerda su primer contacto con un ordenador?

En 1962 estaba en un grupo de sistemas de memoria en el laboratorio de Poughkeepsie³ de IBM, donde tenían un IBM 1620 que usaban para diversas simulaciones y cálculos de sistema de memoria. Allí me dije: “Esto puede ser interesante”. Encontré un manual y entendí que se podía programar y que si ponía agujeros en una tarjeta perforada en los lugares correctos podría poner programas en las tarjetas. No entendía de ensambladores, compiladores y este tipo de cosas, pero sabía que los agujeros en las tarjetas serían un programa, así que escribí un programa para calcular pi. Más tarde, cuando estaba en el MIT, me encontré con algunos alumnos jugando al Space War en un PDP1. PDP1, la primera máquina que hizo Digital Equipment Corporation (DEC).

¿Cuál fue su primer contacto/experiencia con Internet o ARPAnet?

Desarrollamos los IMP⁴ aquí en BBN⁵, en el edificio contiguo a este, pero yo trabajaba en un grupo diferente, así que no estaba muy al corriente de lo que hacían y no fue hasta que realmente enviaron los primeros⁶ IMP que la gente empezó a usarlos. Primero se construyeron cuatro (el primero se entregó en 1969), y después se construyó un segundo lote un año después. Al final, cuando BBN colocó un IMP en estas oficinas, estaba demasiado lejos de nuestro ordenador para utilizar la interfaz de *host* estándar y trabajar con él. Así que tuvieron que desarrollar una interfaz de *host* distante antes de que pudiéramos hacer nuestra conexión. Esto nos llevó varios meses. Fue un año después de la primera instalación cuando por fin tuvimos conexión.

- 3 Poughkeepsie: es una ciudad situada junto al río Hudson, en el estado de Nueva York.
- 4 IMP: siglas para Interface Message Processor. Primer nombre para las puertas de acceso de ARPAnet, que se llamarían más adelante *routers*.
- 5 BBN: Bolt, Beranek and Newman. Empresa que ganó la contrata de ARPA para diseñar y construir ARPAnet.
- 6 Los cuatro primeros IMP fueron llevados a la University of California, Los Angeles (UCLA); SRI International (Menlo Park, California), University of California, Santa Bárbara (UCSB) y University of Utah. En el segundo lote (septiembre de 1970-principios de 1971), BBN produjo a mano ocho o diez nuevos IMP. El mismo BBN era el nodo número 5 y, más tarde, llegaron MIT, Lincoln Labs y muchas otras.

Raymond S. Tomlinson



El primer correo electrónico se envió entre las dos máquinas que aparecen en esta foto. Por supuesto, estaban una al lado de la otra, pero la única conexión entre ellas era ARPAnet. En primer plano está el BBN-TENEXA (BBNA para abreviar). Los nombres de *host* en 1971 no eran “.com” o punto algo; el DNS llegó más tarde. BBNA fue la máquina que recibió el primer correo electrónico. Al fondo se ve el BBN-TENEXB (BBNB) desde el que se envió el primer correo electrónico. A la izquierda, en primer plano, está el terminal Teletype KSR-33 en el que se imprimió el primer correo electrónico. Detrás, y menos claro, se ve otro KSR-33, en el que se escribió el primer correo electrónico. BBNA era un DEC KA10 (PDP-10) con 64 K (36 bits) de palabras de memoria central magnética y que pertenecía a Digital Equipment Corporation. En las medidas actuales esto serían 256 kilobytes. BBNB era más pequeño, con sólo 48 K (36 bits) de palabras, aproximadamente 192 kilobytes. Las dos máquinas contenían el sistema operativo de tiempo compartido TENEX. La fotografía es cortesía de Dan Murphy.

Esto sería aproximadamente en septiembre de 1970 o principios de 1971.

Trabajábamos en unas máquinas PDP-10 (DEC, Digital Equipment Corporation). Y por aquel entonces en BBN estábamos diseñando nuestro propio sistema operativo: el TENEX OS⁷.

- 7 Ray fue uno de los principales diseñadores e implementadores del sistema operativo TENEX.

Pero, como he dicho antes, yo pertenecía a un grupo diferente, así que me vi involucrado en ARPAnet a principios de los setenta, una vez que se había decidido que tendríamos nuestra conexión y que el IMP estaba instalado en BBN. Entonces escribí el Protocolo de Control de la Red⁸, el NCP. Esa era la forma de hablar con el IMP desde el ordenador, según fue especificada por Steve Crocker (de UCLA) en el RFC 55.

El primer ordenador central o *host* con el que pudimos hablar fue el de UCLA. Ellos testearon el otro extremo, que es de lo que se trataba.

TELnet fue la primera aplicación que escribí para permitir el acceso remoto de un ordenador a otro.

Y más adelante escribí un programa de transferencia de archivos. Se llamaba CPYnet⁹ y lo hice más para ver si funcionaba, si copiaba¹⁰ archivos de un ordenador a otro.

NOTA HISTÓRICA

Es importante aclarar que SNDMSG, un programa que puede entregar mensajes a otra persona en el mismo ordenador multiusuario (tiempo compartido), ya existía de antes. Por ejemplo, CTSS en el MIT ya tenía una característica similar antes de 1963. Entregaba estos mensajes añadiéndolos a un archivo perteneciente a un usuario al que se quería acceder. Para leer el mensaje, simplemente se leía el archivo. Por eso, la mayor contribución de Tomlinson fue aplicar estas técnicas entre diferentes ordenadores sobre una red.

8 NCP: diseñado por Steve Crocker. Fue el primer protocolo de ARPAnet. Más tarde, fue sustituido por el TCP el 1 de enero de 1983.
9 CPYnet: De Like Copy Net. Era un programa experimental de transferencia de archivos desarrollado en BBB Technologies. CPYnet podía escribir y leer archivos en un ordenador remoto.
10 Ray comenta: “Había una especificación FTP en el trabajo, pero todavía no se había terminado y no creo que hubiera nada que se pudiera codificar en ese punto, tal como yo decía”.



Consola PDP-10.
Fotografía procedente del manual de usuario DEC.

En su opinión, ¿cuáles son las características clave de Internet?

Su **universalidad**, el hecho de que esté en todas partes.

Que es totalmente **abierto**. No tienes que pertenecer a ningún club ni pagar tasas exorbitantes para tener acceso.

El hecho de que no existe ninguna tasa “por uso” en el modelo de servicio. Hay un pago por llamada pero, una vez se tiene la conexión, no hay cargos adicionales. No tiene cargos por paquete o tráfico (como en otros servicios, como el X.25¹¹). Este pequeño coste por uso lo ha llevado a una gran expansión comercial. Ha sido crítico.

¿Cuáles son los hitos más importantes, en su opinión, en el desarrollo de la red?

- ARPAnet misma, que tuvo una gran salida al mercado, el nuevo protocolo de enrutamiento (el 1 de enero de 1983¹²). El gran evento fue la introducción inicial del TCP en el primer puesto.
- Están todos los protocolos que se han desarrollado para la red. Cada uno tiene algún propósito, como el protocolo TELnet, el FTP, el SMTP¹³, entre otros.

11 X.25: servicio de datos clásico estandarizado, ofrecido por varias empresas de telecomunicaciones.
12 Cuando el NCP (Network Control Protocol), fue reemplazado por el TCP como el protocolo “oficial” en toda ARPAnet.
13 Protocolo TELnet: se utiliza para acceder en remoto al ordenador central o *host*. FTP para la transferencia de archivos. Y SMTP para enviar correo electrónico.

- Creo que el TCP fue crítico. No tanto porque fuera el mejor que había, sino porque permitió centrarse en los temas de conexión con las otras redes a pesar de los defectos que se habían descubierto. Lo que ocurrió es que las conexiones a Internet crecieron muy por encima de las expectativas originales, ¿qué controlaría quién se podía conectar e instalar *routers* y el protocolo completo de puerta abierta del *router*? Alguien debería haber pensado entonces: “Vamos a dejar que todo el mundo sea una puerta de enlace e introducir tráfico en Internet y sin conocer su autenticidad”. TCP fue muy importante. Pero aún faltaba algo de tiempo para que todo estuviera a punto. Las universidades lo usaban. Algunos tenían suerte de tener conexión a la red, pero durante unos cuantos años no podían hacer casi nada. Solo la gente de la universidad y las grandes empresas podían usarlo.
- Creo que el siguiente gran evento fue la Web en 1989. Hubo algunos precursores con cosas como Gopher, Archie, Veronica, WAIS¹⁴ entre otros. Al final, todos fueron subsumidos. Durante un tiempo, existieron como protocolos en propiedad y Gopher se mantuvo una temporada en el mercado. Y la gente ha tenido servidores FTP durante algún tiempo. El FTP fue uno de los protocolos más importantes en los primeros tiempos.
 - La secuencia de los primeros protocolos era fácil. Al principio estaba ARPAnet, más tarde TELnet, y el correo electrónico fue el siguiente. El correo electrónico vino después del CPYnet porque era el protocolo que yo utilizaba para entregar el correo.

¿Cómo ha contribuido usted al desarrollo de Internet?

Muy brevemente puedo decir:

- Todo lo que he dicho anteriormente sobre ARPAnet. He contribuido con una versión del NCP para el sistema operativo TENEX.
- Creando la implementación de TELnet.

14 WAIS: acrónimo de Wide Area Information Service. La mayoría de estos servicios (como Gopher, Veronica, etc.) fueron totalmente eclipsados por la World Wide Web.

Raymond S. Tomlinson

«El correo electrónico vino después de CPYnet porque era el protocolo que yo utilizaba para entregar el correo.»



- Desarrollando un protocolo de transferencia de archivos experimental.
- La primera aplicación de correo electrónico.
- Después, el TCP¹⁵. Creo que fui el primero en mencionar el triple establecimiento de comunicación en un artículo que escribí. Esto fue incorporado más tarde a la especificación TCP por Yogen Dalal.
- Y el final del TCP para convertirse en TCP/IP. Estaba el documento que escribieron Vint Cerf y Bob Kahn para presentar el TCP. Conocí a Vint por primera vez en un simposio sobre sistemas operativos en Hawái en 1974. Esa fue mi primera introducción al protocolo TCP¹⁶. Después hubo una sucesión de reuniones para desarrollarlo y, más adelante, dividirlo en dos: separar el TCP del IP¹⁷.

15 Comentario literal de Vint Cerf: “Bill Plummer trabajó estrechamente con Ray Tomlinson en la máquina Digital KA/KL-10/20 que usaba el sistema operativo TENEX de BBN. Los dos escribieron el primer TCP/IP para esta máquina y series de sistemas operativos, y fueron parte integral del desarrollo del TCP y del equipo de pruebas en 1975”.

16 Cerf dijo: “Fue Ray quien descubrió que a nuestro primer diseño TCP le faltaba algo y que necesitaba un triple establecimiento de comunicación para distinguir el inicio de una nueva conexión TCP de los viejos paquetes duplicados que hacían todo a destiempo”. Fragmento de “How the Internet Came to Be” de Vinton Cerf, aparecido en B. Aboba, *The Online User's Encyclopedia*, Addison-Wesley, 1993.

17 La razón era que había casos en los que no se necesitaba fiabilidad ni la capacidad del TCP, si se pretendía juntar algo, se enviaba, se esperaba a que llegara y te olvidabas. Así que separarlos pareció una buena idea. Las puertas de enlace se tienen que manejar de manera diferente. Si bastaba solo con la parte IP (mucho más simple) y no era necesario preocuparse por la parte TCP, la construcción de *routers* y cables sería mucho más fácil. Ese es el recuerdo que tengo de la principal razón para separar el TCP del IP.



Robert W. Taylor

*Exdirector de la Oficina de Técnicas de
Procesamiento de Información (IPTO) de ARPA.
Exdirector de Xerox PARC.*

*Exdirector del Centro de Investigación de Sistemas
de Digital.*

«Me sorprende que se
haya tardado tanto en
desarrollar Internet: en
1975, la mayoría de la
tecnología ya estaba
DISPONIBLE; en 1985
ya era asequible; pero no
despegó hasta mediados
de los noventa. Elegí el
momento equivocado....»



Robert W.
Taylor

*Entrevistado el 26 de noviembre de 2003
en Woodside, California*

Nacido en Dallas (Texas) el 10 de febrero de 1932, se licenció en Psicología Experimental en la University of Texas en Austin, pero nunca ejerció. Obtuvo una Licenciatura (BS) y un título de posgrado (MS) en 1958. Impartió clases durante un año y trabajó durante dos años en la industria como ingeniero de sistemas. Después pasó cuatro años (1961-1965) en las oficinas centrales de la NASA¹, en Washington DC. Durante este periodo, otorgó un contrato de investigación al grupo de Doug Engelbart en el SRI que financió la invención del ratón para el ordenador. También llegó a conocer a una persona que contribuyó decisivamente: J. C. R. Licklider². En 1965 se incorporó a la agencia ARPA (Advanced Research Project Agency)³ hasta 1969, donde inició el proyecto ARPAnet en febrero de 1966. En diciembre de 1966 reclutó a **Larry Roberts** como director de programa del proyecto ARPAnet, bajo las órdenes de Taylor. En 1969, cuando Taylor vio que el proyecto iba a funcionar dado que todas las pruebas de BBN estaban dando resultados correctos al simular nodos y enviar paquetes con éxito, se fue de ARPA y pasó un año en la University of Utah dirigiendo un laboratorio. En 1970, Taylor ayudó a arrancar el legendario Xerox PARC (Palo Alto Research Center) en California, donde en sus trece años en la dirección se crearon muchas de las tecnologías de la informática moderna: el protocolo Ethernet LAN, la primera estación de trabajo personal en red, el paradigma cliente-servidor, el monitor de mapas de bits con la primera interfaz de usuario gráfica, y la primera impresora láser, entre muchas otras. En 1983 se fue de PARC para construir un laboratorio nuevo para Digital (DEC): el Centro de Investigación de Sistemas⁴, del que fue director durante doce años hasta que se jubiló en 1996.

Robert Taylor es miembro de la National Academy of Engineering estadounidense y recibió el Premio Draper en 2004. Es miembro de la ACM (Association for Computer Machinery), que le entregó el Software Systems Award en 1984. En 1999, el presidente de los Estados Unidos le hizo entrega de la National Medal of Technology and Innovation *“por su visionario liderazgo en el desarrollo de la tecnología informática moderna, incluyendo la iniciación del proyecto ARPAnet”*.

- 1 Donde en 1963 financió un proyecto de investigación encabezado por Douglas Engelbart de SRI (Stanford Research International), quien inventó el “ratón del ordenador”. Muy poca gente sabe que la NASA fue el grupo que financió este invento.
- 2 Véase “The Dream Machine”. Licklider estaba en ARPA cuando Taylor estaba en la NASA y fue decisivo en su traslado a ARPA, aunque no se conocieron allí, sino en un comité formado por personas que trabajaban para el Gobierno y que apoyaban la investigación informática.
- 3 Dependiente de la Oficina del Secretario de Defensa (Pentágono, Washington DC).
- 4 El Centro de Investigación de Sistemas de DEC (Digital Equipment Corporation-Systems Research Center) estaba en el 130 de Lytton Avenue, en Palo Alto (California).

Robert W.
Taylor



Robert W. Taylor, durante la entrevista.

¿Recuerda cuándo tuvo su primer contacto con un ordenador?

Sí. Fue cuando estaba cursando el último año de mi Licenciatura, mientras investigaba con un profesor un proyecto que requería muchos cálculos estadísticos. En 1957, el centro de informática de la University of Texas en Austin tenía una máquina IBM-1620. Yo tenía que analizar datos para modelos estadísticos. Me explicaron que para poder escribir programas tenía que perforar unas tarjetas. Como eso lo veía ridículo, volví a mi laboratorio y durante varias semanas realicé todos los cálculos con una calculadora manual. Solo se utilizarían una única vez, así que la atracción de tener un programa de ordenador no resultaba muy fuerte. Me irritaba el “procesamiento por lotes” y eso me preparó para estar muy abierto a las ideas de Joseph Licklider sobre la informática interactiva, publicadas en 1960⁵.

Supongo que mi mayor contribución mientras estuve en la NASA, desde el punto de vista informático, fue financiar el diseño del ratón. Y después, en 1966 en ARPA, comencé el proyecto ARPAnet para compartir información a través de ordenadores. En 1969, cuando vi que iba a funcionar porque todas las pruebas de BBN habían tenido éxito, me fui.

⁵ Véase el artículo de J. C. R. Licklider, “Man - Computer Symbiosis”, *IRE Transactions on Human Factors in Electronics HFE* 1,1 (s. f.), pp. 4-11.

En 1969 pasé un año en la University of Utah ejerciendo como director de su laboratorio y después, en 1970, me pidieron venir a Xerox PARC para construir un laboratorio en un nuevo centro de investigación de Xerox en Palo Alto. Me trasladé a la Costa Oeste y he vivido aquí desde entonces.

Xerox no aprovechó la inmensa ventaja tecnológica que le dimos. No la entendían. Como es bien conocido, creamos mucha tecnología nueva. Pero de las cosas que inventamos y construimos, la impresión láser fue lo único que aprovecharon. Era fácil para Xerox entender la impresora láser, ya que utilizamos una copiadora Xerox con un sistema óptico rediseñado como parte de la estructura de impresión. Xerox creó un negocio que vale miles de millones de dólares con las impresoras láser, que pagó con creces lo que invirtieron en la investigación. Pero dejaron perder mucha tecnología valorada en miles de millones de dólares porque no entendieron su potencial. Es bastante increíble. Otras compañías utilizaron esa tecnología y prosperaron, entre ellas: Adobe, Apple, Cisco, Microsoft, Novell, Sun y 3Com.

Finalmente agoté mi paciencia con la miopía de Xerox y me fui en 1983. Me llevé conmigo una docena de sus mejores personas y abrí un laboratorio de investigación para DEC en Palo Alto, a finales de 1983. Entre los logros del Centro de Investigación de Sistemas de DEC están los pioneros avances en fiabilidad, velocidad y recuperación de redes de área local (LAN), avances en tecnologías de

- **Ben Barker:** diseñador de *hardware*.
- **Alex McKenzie:** coordinador de sistemas.
- **Dave Walden:** diseñador de sistemas y programador.

- **Bob Kahn:** también en BBN, aunque miembro externo de este grupo; su contribución a mi entender fue más teórica.
- **Wesley Clark:** quien tuvo la idea el IMP (Interface Message Processor⁹), asegurando la naturaleza distribuida de ARPAnet.
- **Steve Crocker:** quien organizó, coordinó y contribuyó a una gran parte de las actividades cruciales de diseño y desarrollo de muchos grupos de redes antes y después de que la red estuviera en marcha y operativa.
- **Vint Cerf y Bob Kahn:** por el desarrollo del TCP y por los años de su importante relación con Internet.
- **Paul Baran y Donald Davies:** quienes independientemente inventaron la conmutación de paquetes.

La conmutación de paquetes fue inventada a principios de la década de los sesenta, independientemente, por **Paul Baran**, en EEUU, y por **Donald Davies**, en Reino Unido, antes de que comenzara el proyecto ARPAnet, y fue una de las ideas clave para el éxito de la red.

Algunas situaciones anecdóticas

► Como director de la IPTO de ARPA, **Taylor** necesitaba que alguien dirigiera el proyecto de la red de comunicaciones. Le preguntó a **Larry Roberts**, que estaba trabajando para los Lincoln Labs del MIT (en Boston), si le interesaba el proyecto, pero Roberts rechazó la oferta durante casi un año. Después, Taylor le pidió a su jefe, Charles Herzfeld (el director de toda ARPA), que llamara al director de los Lincoln Labs para pedirle que le dijera a Roberts que les convendría mucho que Roberts se uniera al proyecto de red en ARPA (hay que tener en cuenta que ARPA financiaba más de la mitad de los Lincoln Labs). El resultado fue que, al poco tiempo, el jefe de Roberts le comunicó que sería aconsejable que aceptara el puesto en ARPA. Aunque Roberts tuvo que ser “chantajeado”, pasó a

⁹ Caja negra entre líneas de comunicación, abuelo de los *routers* actuales.

formar parte del proyecto ARPAnet y posteriormente sucedió a Taylor como director de IPTO.

«Las dos únicas personas que saben por qué se inició el proyecto ARPAnet somos mi jefe en ARPA, Charles Herzfeld, y yo.»

► Mencionamos antes otro punto que les encanta a la gente que escribe libros. Hay muchos artículos de revistas y libros que afirman que ARPAnet fue construida para ayudar a los militares. Hace unos años, la revista *Time* publicó dos artículos, con más o menos un año de diferencia entre los dos, que afirmaban esto. Ignoré el primer artículo, pero después de leer el segundo un año después, les escribí una carta donde les informé de que ARPAnet no fue construida con fines militares. ARPAnet se construyó –y les di la frase que dije antes– “para permitir que la gente con acceso a la informática interactiva pudiera compartir intereses comunes”. En la carta dije: “¿Cómo sé esto? Porque yo soy la persona que tomó esa decisión: construir ARPAnet”. No publicaron mi carta en la revista *Time*. Me contestaron para agradecerme el envío de la carta y asegurarme que sus fuentes eran correctas. Sus fuentes vinieron de muchos otros libros, todos equivocados sobre este punto.

Las dos únicas personas que saben por qué se inició el proyecto ARPAnet somos mi jefe en ARPA, **Charles Herzfeld**, y yo. Charlie Herzfeld es un buen amigo y he mantenido el contacto con él a través de los años (vive en el área de Washington DC). Él era el director de ARPA cuando yo empecé ARPAnet. Me ha dicho que ha intentado muchas, muchas veces decirle a la gente lo mismo que yo. Pero seguimos oyendo que ARPAnet fue construida con fines militares.

Muchas personas contribuyeron al desarrollo de ARPAnet y había una variedad de motivaciones entre ellas. Algunos pueden haber creído que el fin era ayudar a los militares; otros creían que el propósito era posibilitar que se compartieran cargas informáticas entre los contratistas financiados por ARPA-IPTO. Ninguna de estas fue la razón por la cual inicié el proyecto ARPAnet.



Este también fue mi objetivo cuando se construyó el grupo de investigación de Xerox PARC. Es sencillo: vi el ordenador como un vehículo para la comunicación. Eso es todo. Punto. Punto final.

El IMP (o predecesor de los actuales *routers*) fue idea de **Wesley Clark**. Antes de que Wes inventara el IMP, **Larry Roberts** y la gente que estaba trabajando en las especificaciones para ARPAnet estaban pensando en un gran ordenador en el centro del país –en Omaha, Nebraska, porque el Departamento de Defensa tenía una gran instalación ahí– que controlaría ARPAnet. ¡Qué mala idea hubiera sido eso! Les expliqué a Wes y a Licklider el rumbo que estaban tomando las cosas y lo mal que eso estaría y Wes y Lick estuvieron de acuerdo. Wes concibió el IMP, lo que le dio a ARPAnet una de sus características más importantes: el control distribuido.

Wes Clark influyó mucho en esta parte de la historia porque él era mayor que Larry Roberts y el principal diseñador del TX-2, que era el ordenador en Lincoln Labs que **Larry Roberts** utilizó cuando era un joven estudiante de posgrado. Larry trabajaba en el grupo que Wes había creado unos años antes. Si Wes (una persona extremadamente inteligente) exponía una idea sobre diseño de un sistema informático, y tú eras un “informático”, le tenías que escuchar porque era más que bueno en lo que hacía. Ha recibido poco o ningún reconocimiento por su contribución, pero la idea de diseño más importante para ARPAnet/Internet fue el IMP porque, como ya he dicho, aseguró que el control fuera distribuido.

Robert W.
Taylor

«¡Mi objetivo era posibilitar que la gente con acceso a la informática interactiva pudiera compartir intereses comunes!»

Yo sabía que era una mala idea tener un ordenador (central) para controlar ARPAnet, pero también sabía que necesitaría ayuda para convencer a **Larry Roberts**. Así que hablé con alguien a quien yo sabía que Larry escucharía: Wes Clark. Nos pusimos de acuerdo y le comunicamos su idea a Larry después de una reunión entre los principales investigadores de ARPA. Yo presidía una reunión con todos ellos una vez al año y esta en particular fue en Michigan. Después de la reunión, estábamos en un coche alquilado regresando al aeropuerto. En el coche iban Wes Clark, Larry Roberts, un administrativo que trabajaba para mí y David Evans, quien encabezaba el proyecto en la University of Utah. Fue precisamente allí cuando Wes Clark nos describió el IMP a todos. David Evans y yo respaldamos la idea de Wes y Roberts cambió sus planes.

¿Ve alguna tendencia tecnológica?

Los ordenadores continuarán proliferando en formas que no reconocemos como ordenadores. Abundarán nuevas aplicaciones y no tengo idea de cuáles serán las más influyentes. Acaba de comenzar la revolución de los ordenadores. La nanotecnología y la biotecnología se fusionarán con la tecnología informática en los próximos cincuenta años.

¿Qué piensa sobre el futuro de Internet?

No soy muy bueno prediciendo el futuro, a pesar de lo que leíste en el trabajo que escribí con Licklider. A lo



Larry Roberts

Fundador de Anagran y de Caspian Networks.

Fue el motor principal del desarrollo de ARPAnet mientras fue el director de la Oficina de Técnicas de Procesamiento de la Información de ARPA (a finales de los sesenta).

«Internet es el primer
paso para tener todo
el **CONOCIMIENTO**
al alcance y es un
cambio importante en
la forma de distribuir
ese conocimiento. El
bajo coste cambiará el
mundo.»



Entrevista realizada el 31 de marzo de 2004 en Woodside (California). Revisada el 2 de enero de 2011

Nació el 12 de diciembre de 1937 en Newark, New Jersey.

Larry es reconocido como una de las autoridades más importantes del mundo en cuanto a conmutación de paquetes y arquitectura de redes. Lideró el equipo que diseñó y desarrolló ARPAnet, la primera gran red de paquetes del mundo que fue el germen de la Internet actual.

Durante su estancia en el MIT en 1965 creó la primera conexión ordenador a ordenador mediante un enlace de paquetes entre el MIT y SDC. Fue contratado por Bob Taylor como investigador jefe en ARPA en diciembre de 1966 y comenzó el diseño de ARPAnet en 1967 para aumentar la red a muchos nodos. Diseñó y gestionó la construcción de ARPAnet por BBN durante los seis años siguientes. Los primeros cuatro ordenadores se conectaron en 1969 y, en 1973, ya había veintitrés ordenadores conectados en todo el mundo. En ese momento dejó el desarrollo en manos de **Bob Kahn** y otros¹ y se fue de DARPA para constituir la primera compañía de transmisión de datos (*carrier*) comercial: Telenet² (1973-1980). Años más tarde fue el fundador y director ejecutivo (CEO) de otras dos compañías de cajeros automáticos: NetExpress (1983-1993) y ATM Systems (1993-1998). Más recientemente fue fundador y director de tecnología de la información (CTO) de Caspian Networks (1999-2004), líder en sistemas IP de alto rendimiento, donde diseñó y construyó los *routers* de flujo IP. Se dio cuenta de que sus *routers* de primera generación eran grandes, caros y no aprovechaban todas las simplificaciones de las que podían disponer, así que dejó Caspian en 2004 para crear un sistema de gestión de flujo más eficiente y económico, y fundó Anagran Inc. Ha sido galardonado con numerosos premios en el ámbito de la informática y las telecomunicaciones: Premio Draper en 2001 de la Academia Nacional de Ciencias de EEUU o el Premio Príncipe de Asturias (España) en 2002. Larry es licenciado en Ciencias, máster en Ciencias y doctor por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).

www.mit.edu www.caspiannetworks.com www.anagran.com
www.arpa.mil www.packet.cc (Más información biográfica e histórica)

- 1 En cuanto al proyecto de ARPAnet, **Bruce Dolan** tomó el relevo cuando Larry se fue. Después lo hizo **Craig Fields** durante poco tiempo hasta que Licklider se fue y Dave Russell asumió la dirección de la IPTO. Steve Walker ostentó entonces el mando de ARPAnet pero a mediados de 1975 el proyecto fue declarado en funcionamiento y Russell transfirió las operaciones diarias, que controlaba BBN, y la gestión a la entonces Defense Communications Agency (DCA).
- 2 Telenet: se vendió a GTE en 1979 y posteriormente se convirtió en la división de datos de Sprint.

¿Recuerda cuándo tuvo contacto por primera vez con un ordenador?

Sí, fue en el verano de 1958 y la mayor parte de 1959. Estaba en el MIT (el antiguo centro de IBM) haciendo algunos trabajos con el IBM-740. Pasé alrededor de 700 horas en línea con el TX-0³, la mayor cantidad de tiempo que había pasado nunca nadie con un ordenador. Nadie había conseguido tener un ordenador propio y este estaba disponible en el MIT. En ese momento yo, estaba desarrollando un programa de reconocimiento de escritura a mano, una especie de red neuronal informática. También estaba trabajando en mi tesis del máster sobre un programa de reducción del ancho de banda de imágenes para transmitir fotografías que fue utilizado en la Luna en aquel primer viaje al espacio de 1969.

¿Cuál fue su primer contacto o experiencia con ARPAnet?

No tuve una primera experiencia, yo la diseñé. El primer experimento⁴ se llevó a cabo en octubre de 1965, cuando conectamos el TX-2 (el gran ordenador de los Lincoln Labs en el MIT) con el Q-32 de la SDC de Thomas Marill (una empresa de desarrollo de sistemas de Los Ángeles). Completé un experimento que consistía en probar si era posible establecer una comunicación basada en paquetes entre ellos y enlazarlos. No fue una comunicación conmutada, simplemente se hizo a través de una línea telefónica regular.

- 3 Prototipo de ordenador que se construyó en los Lincoln Labs. Era muy similar al PDP-1 de Digital.
- 4 En febrero de 1965, el director de la oficina IPT de DARPA, Ivan Sutherland, ofreció a Roberts un contrato para desarrollar una red informática y, en julio, se lo ofreció a Thomas Marill (que también se había inspirado en Licklider) para programar dicha red. En octubre de 1965, el TX-2/ANS/Q-32 de los Lincoln Labs "habló" con el ordenador Q32 de la SDC de Marill en una de las primeras comunicaciones de red digitales del mundo. El experimento se plasmó por escrito un año después en un documento titulado: *Toward a Cooperative Network of Time-Shared Computers*, que se presentó en la conferencia de otoño de AFIPS en octubre de 1966.



Ordenador TX-0 del MIT, a finales de los años cincuenta.
Fuente: <ed-thelen.org>

El sistema telefónico básico nunca fue óptimo porque era demasiado ruidoso, demasiado lento y caro, además de que debíamos tener la conexión siempre establecida, por lo que no podía manejar los paquetes⁵ de comunicación. Por lo tanto, estaba claro que el sistema telefónico no era el más adecuado para transmitir las ráfagas de paquetes de datos generados por un ordenador.

Así que, más tarde, **Leonard Kleinrock** y yo pensamos en utilizar el concepto de conmutación de paquetes en vez de las comunicaciones tradicionales (red telefónica basada en conmutación de circuitos). Kleinrock tenía experiencia con muchas funciones informáticas y en sistemas de mensajes. Yo ya había aprendido a crear paquetes y solo tuve que hacer algunas comprobaciones y después decidir su tamaño. Debido a la tasa de error que se obtuvo con la línea telefónica, debía crear los paquetes con una determinada longitud para poder obtener la tasa máxima de eficiencia en la retransmisión. Realizamos todo eso, pero después había que hacer algo también con la conmutación ya que, obviamente,

- 5 A diferencia de los humanos, los ordenadores hablan en ráfagas de información y permanecen en silencio la mayor parte del tiempo, por lo que la línea telefónica siempre establecida mientras dura la llamada no es adecuada para que se comuniquen entre ellos.

te, el sistema telefónico no era muy apropiado. Se me ocurrió el concepto y el diseño de la red y se lo conté a **Ivan Sutherland** (que estaba en ARPA). Pensó que era importante que me desplazara a ARPA en Washington DC y me hiciera cargo del proyecto.

El criterio en ese momento (y casi siempre en ARPA), de **J. C. R. Licklider** en adelante, era que el jefe de la oficina de DARPA pidiera a todos los investigadores que trabajaban allí (los jefes de cada proyecto) que votaran a aquella persona que consideraban más apropiada para hacerse cargo y me eligieron⁶ a mí. Así que Sutherland decidió que yo me encargara y me pidió que lo hiciera antes de que se fuera de ARPA porque yo no quería irme de Boston. Me insistió mucho pero yo me negué muchas veces porque me encontraba muy feliz donde estaba. Cuando finalmente se fue de ARPA, dejó como sustituto en el cargo a Bob Taylor⁷ y este continuó pidiéndome que fuera hasta que se le ocurrió que Charles Herzfeld (el nuevo director de ARPA) podría conseguir convencerme. Así que Bob le pidió a Herzfeld que contactara conmigo y este llamó al jefe de los Lincoln Labs y le dijo: “*Haz venir a Larry*”. El jefe de Lincoln me llamó en cuanto Herzfeld habló con él y me pidió que entrara en razón, argumentando que era bueno para mi carrera.

Así que me mudé a Washington y me convertí en el investigador jefe de ARPA⁸. Bob Taylor se fue a PARC en

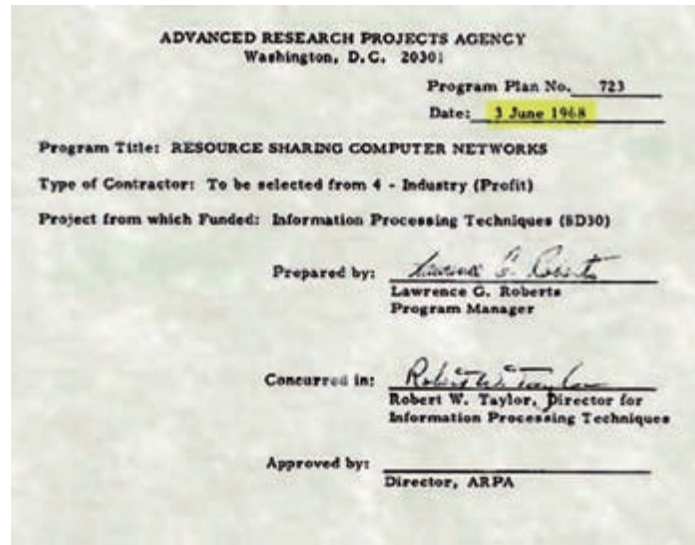
«Cuando Bob Kahn llegó a ARPA procedente de BBN, optó por no trabajar en ARPAnet ya que había sido un arquitecto clave en la construcción del *router* (IMP por sus siglas en inglés) de ARPAnet. De hecho, las normas legales sostenían que no podía gestionar proyectos que hubieran sido asignados al proveedor BBN en los que hubiera trabajado debido a un posible conflicto de intereses. Hubo un programa de fabricación en el que quiso participar, pero el Congreso recortó la financiación. Él quería volver a BBN, pero Larry Roberts le convenció para que se quedara. Bob puso en marcha una red de paquetes por satélite (SATnet) y la convirtió en una red distinta de ARPAnet. También inició el programa de paquetes por radio (PRnet) y el proyecto de interconexión que, lógicamente, supuso el origen del desarrollo del TCP/IP e hizo posible la interconexión de múltiples redes totalmente heterogéneas. ARPAnet se mantuvo sin cambios durante esta transición, pero se añadieron o se adaptaron servidores y pasarelas para que pudiera funcionar en modo Internet (admitiendo conectarse con otras redes).»

1969 y yo me hice cargo de su oficina, pero mientras tanto yo diseñé la red, escribí la especificación inicial (concurso de méritos) y obtuve varios contratistas para su construcción. La empresa privada BBN consiguió la contrata.

Aunque estaba especificado muy detalladamente, Bob Kahn (en BBN entonces) escribió la respuesta al concurso público que habíamos lanzado desde ARPA. Aquella respuesta contenía una gran cantidad de innovaciones, estaba muy bien diseñada, ya que tenían que desarrollar algunas técnicas muy novedosas. Más tarde me pasé por todas las universidades para conseguir que participaran, porque nadie quería hacerlo (debían disponer de sus propias máquinas), a excepción de, por supuesto, Kleinrock en UCLA, SRI, Utah y UCSB. Estas cuatro (que más tarde se convertirían en los cuatro primeros nodos de ARPAnet) se mostraron muy cooperativas a la hora de empezar.

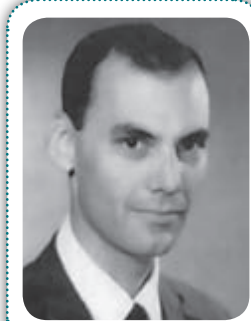
Por eso, cuando lanzamos el concurso y se ofreció como una licitación abierta, IBM y SDC dijeron que era imposible. Ellos contaban con grandes ordenadores y afir-

maron que el proyecto no se podía llevar a cabo con miniordenadores. Como probablemente ya sepas, en la reunión de investigadores principales en San Luis donde presenté la idea de ARPAnet y le conté a todo el mundo lo que pretendía hacer, Wes Clark me preguntó: “*Bueno, ¿por qué no utilizas un miniordenador o algo similar en vez de un ordenador mainframe para hacer la conmutación?*”. Mi intención era realizar la conmutación con un *mainframe*, cosa que ya había hecho previamente en los Lincoln Labs. Pero esa idea era buena, porque simplificaba el trabajo en gran parte, puesto que suponía una máquina estándar con todo el mundo. Así que conseguí



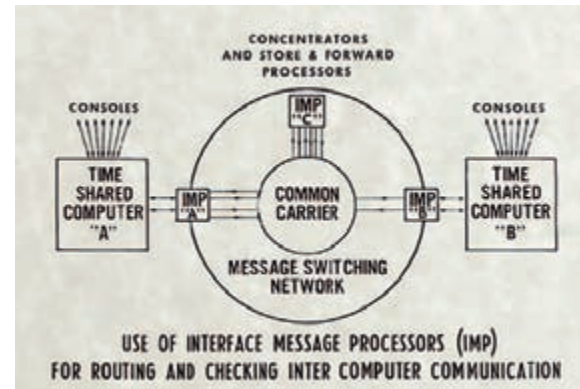
Copia escaneada del plan original del programa ARPAnet (1968), firmado por Roberts y Taylor. Cortesía de Barry Wessler.

que el conmutador (lo que actualmente llamaríamos *router*), pudiese instalarse en un miniordenador, pero había muy pocos disponibles en aquella época: el DDP 338* de Honeywell, el PDP-10 de Digital (DEC) y pocos más. No había mucha disponibilidad y encima SDC e IBM no contaban con ninguno por aquel entonces.



Yo no sabía cuántas empresas se habían presentado al concurso público porque se trataba de una licitación abierta, pero **Elmer Shapiro** (de SRI) presentó una crónica muy detallada al respecto. Unas quince empresas enviaron sus ofertas. Contraté a varias personas para que ayudaran con el trabajo: a **Steve Crocker** y a un grupo de alumnos universitarios de UCLA, para que formularan un protocolo e hicieran la interfaz. Tal como quedó patente en los documentos, pude observar que no tenían ni idea de lo que estábamos haciendo. Sin

Larry Roberts



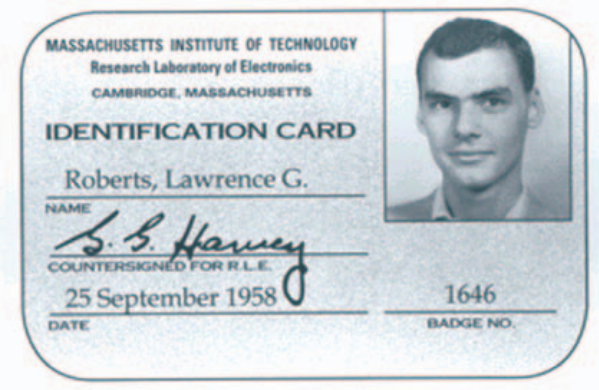
Esquema aparecido en 1967 en su artículo sobre ARPAnet presentado en Gatlinburg. Cortesía de Larry Roberts.

embargo, el grupo logró presentar el protocolo llamado NCP, que fue desarrollado y mejorado posteriormente hasta convertirse en el TCP/IP. No obstante, al principio, era solo TCP, pero Vint Cerf habló con mucha gente y lo convencieron de que había que dividirlo en dos partes (TCP e IP) o de lo contrario no funcionaría⁹ adecuadamente.

Todo esto estaba ocurriendo en octubre de 1967 en Gatlinburg, en donde publiqué el primer artículo que se escribió sobre ARPAnet. Después conocí a **Donald Davies** y a su equipo (**Roger Scantlebury**) en Reino Unido y hablamos y discutimos sobre algunos conceptos generales que dieron lugar a dos ideas: los paquetes de red (él fue quien acuñó la palabra “paquete”) y los 50 kbps de velocidad; que era mucho más de lo que teníamos en aquel momento.

Hasta donde yo sabía, la velocidad máxima de un módem era de 9,6 Kilobits por segundo, pero a él se le ocurrió que debía solicitar al Gobierno un programa de líneas analógicas de 50 kbps. Y resultó que podía, tenían líneas a 9.000 bps disponibles a través de la red de AT&T. Era una caja horriblemente grande, pero también era muy barata. Aquello no duró para siempre porque

9 Opinión de Vint Cerf al respecto: “*Bueno, puede que esta fuera la percepción y así lo viera Larry. La razón para separar el IP fue apoyar las aplicaciones de comunicaciones en tiempo real. El TCP funcionaba correctamente, pero no era compatible con los paquetes de voz ni con el video en tiempo real*”.



poco después implanté una red digital de 56 kbps, pero mientras tanto todas nuestras redes eran de 50 kilobits. Todo esto supuso una gran mejora en la capacidad, ya que antes solo disponía de un montón de líneas más pequeñas.

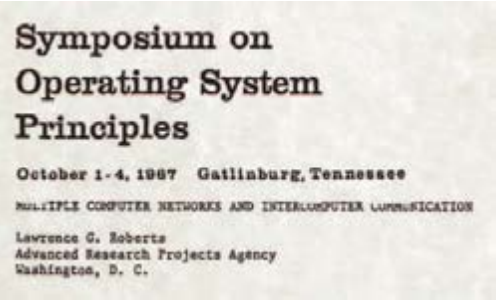
Así que realicé el diseño. Hice diseños de probabilidad para optimizarlo e intentar reducir al máximo los canales de baja calidad en la red. Había estado preguntando en todas las universidades qué tipo de tráfico podían crear

«En realidad, si yo no hubiera nacido o no hubiera hecho nada y Bob Taylor e Ivan Sutherland no me hubieran impulsado a hacerlo, el resultado hubiera sido que Europa lo hubiera llevado a cabo unos años más tarde y entonces la historia de la conmutación de paquetes se centraría en Europa en vez de en Estados Unidos.»

para saber cómo organizar la red, quién podría hablar con quién.

Diseñé la red y expuse sus nodos formando un orden en 1967 y después pensé en lo que haríamos cuando la tuviéramos operativa y preparé la mejor topología. Pero más adelante, a medida que la red crecía, evidentemente seguí refinando el diseño.

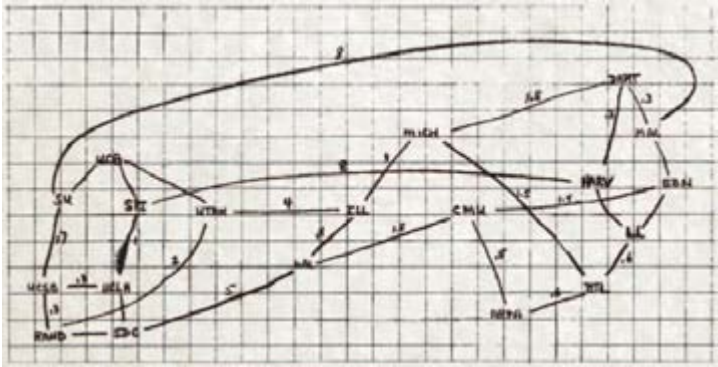
Finalmente, **Howard Frank** hizo gran parte del trabajo debido a que su empresa estaba realizando diseños



de topologías utilizando métodos de análisis de ramificación y acotación, pero eso fue bastante después. En realidad, desarrollé la estructura de los paquetes en 1965: cómo hacer los paquetes y cómo interactuar¹⁰ con el ordenador, así que la tarea principal era encontrar el modo de llevar a cabo la conmutación de dichos paquetes, labor que finalmente se le encomendó a BBN utilizando los miniordenadores.

Entonces, me puse en contacto con todas las universidades con las que estábamos trabajando porque empezaba a pensar que sus informáticos no lo harían. En realidad, fue algo muy curioso porque nadie perteneciente al mundo de las comunicaciones se mostraba dispuesto a realizar el trabajo y pensaban que era imposible. Ni siquiera las universidades lo querían, alegando: “Queremos los ordenadores para nosotros” (la mayoría de los centros de investigación informática de las universidades pensaba que la red les robaría potencia a sus ordenadores). **Len Kleinrock** en Los Ángeles (California) sí que la quería porque así tendría una red para probar sus teorías de colas y podría realizar mediciones, por lo que le pareció buena idea. SRI también la quería¹¹ porque pretendían utilizarla con el Gobierno. Creo que, aparte de eso, no recibió mucho apoyo por parte del mundo a excepción de ARPA, donde sabíamos que sería algo positivo lograr el objetivo, porque podría también ir bien a los militares.

10 Bob Kahn escribió el documento titulado *BBN Repoit 1822* que describía con detalles la relación entre el IMP y un servidor.
11 El interés de SRI se basaba en el trabajo de Douglas Engelbart sobre aumento del intelecto humano mediante el uso de ordenadores para el trabajo intelectual. Su oNLineSystem o NLS estaría a disposición del público a través de ARPAnet.



Principios de los años setenta. Boceto de ARPAnet de 18 nodos. Cortesía de Larry Roberts. Los primeros nodos fueron: UCLA, SRI, UCSB, Utah, Dartmouth, MIT, BBN, Harvard, Lincoln Labs, Laboratorios Bell, Pentágono, Carnegie M., U. Michigan, Illinois, Washington, UC Berkeley, Stanford, RAND Corporation y SDC.

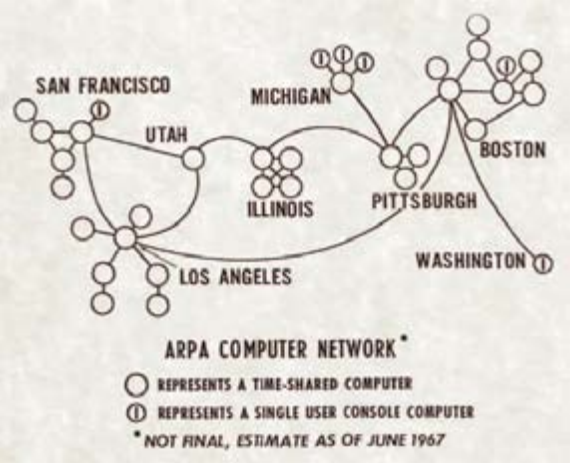
Paul Baran (de RAND corporation) era en realidad totalmente independiente; era obvio que estaba embarcado en su propio viaje. Nadie en ARPA le conocía¹². Yo arranqué con las ideas y la visión de J. C. R. Licklider. Podría haber obtenido el grado de doctor en la observación de todos los conceptos gráficos del mundo y algo parecido con la geometría proyectiva en tres dimensiones para la visualización tridimensional y el reconocimiento de objetos en pantalla. Pero me encontraba muy lejos de donde quería estar y, puesto que sabía que nada funcionaría, quería hacer algo que funcionara; así que me pareció una buena idea y empecé a trabajar en ella. Donald Davies y yo hablamos en un determinado momento de ese periodo de tiempo¹³.

Después de esto, en el invierno de 1965, Donald Davies vino al MIT para una reunión, pero no recuerdo lo suficiente para saber exactamente quién dijo qué. Recuerdo cómo empecé y que fue con Licklider.

Empecé a hablar con otras personas y recuerdo que en 1968 contacté finalmente también con Paul Baran y me enteré de lo que había estado haciendo. Esto fue antes

12 Hasta que Roger Scantlebury (del equipo de Donald Davies, en National Physical Laboratory) hizo referencia a su trabajo en el congreso de Gatlinburg en 1967.
13 Aproximadamente a finales de 1968, tras el simposio de Gatlinburg en el que había conocido a Roger Scantlebury.

Larry Roberts



Esta imagen apareció en 1967 en su influyente artículo presentado en el congreso de Gatlinburg. Cortesía de Larry Roberts

de terminar la red. Hablé con Paul aproximadamente durante la época en la que construí la estructura. Paul tenía algunas ideas muy buenas, pero se había rendido. Lo había intentado y había fracasado, así que en ese momento realmente estaba metido en otros asuntos. Tuvo que aceptar que era una buena idea, pero no llegó a ninguna parte. Donald Davies lo había intentado con el Gobierno británico y había construido un pequeño conmutador.

Donald tenía grandes ideas, de verdad que sí. Pero Inglaterra todavía estaba pensando y trabajando en ello y, finalmente, hubieran podido convencer a alguien. Pero ocurrió un poco tarde y no pudieron conseguir el dinero por parte de nadie. En realidad, el problema era conseguir el dinero. Así que resultó ser que a ARPA le gustó el plan, ya que era muy bueno. Iba a beneficiar a los militares y al país, por lo que dieron el visto bueno. Contaban con grandes programas en aquel entonces. Cuando comencé, el presupuesto de la oficina IPT en DARPA era de 15 millones de dólares. Durante 1973, cuando yo ya me iba de DARPA, Licklider volvió como director de la IPTO durante un corto periodo de tiempo para ayudar. Como Bob Kahn no podía dirigir ARPAnet directamente (porque había trabajado en el proveedor BBN antes de llegar a ARPA), Steve Walker se encargó de la dirección del proyecto de ARPAnet. Más adelante, en 1976, un coronel muy eficaz llamado Dave Russell fue nombrado director



Robert Kahn

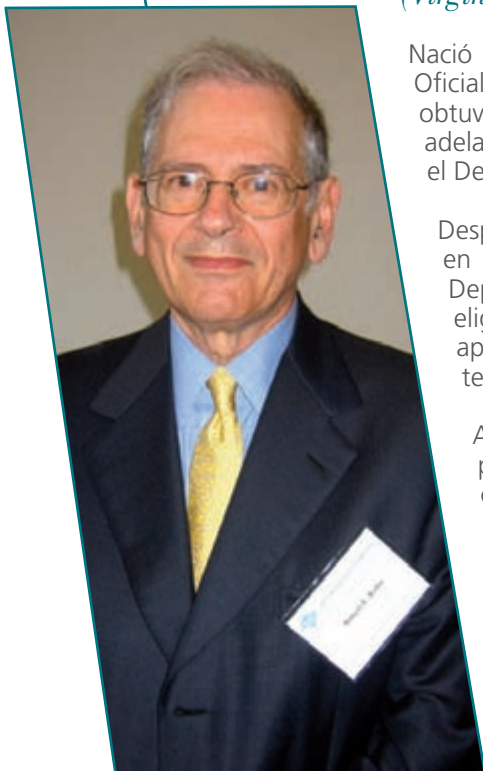
*Coinventor del protocolo TCP/IP junto a Vint Cerf.
Presidente y director ejecutivo del CNRI.*

«Además de los avances en la tecnología de banda ancha e **INALÁMBRICA** de los últimos años, los retos más importantes puede que no sean en absoluto tecnológicos.»

Acuñó el término Infraestructura de Información Nacional (NII, por sus siglas en inglés) a mediados de la década de los ochenta, que se hizo más popular con el nombre de "superautopista de la Información".

CNRI : la Corporación para Iniciativas de Investigación Nacionales (CNRI, por sus siglas en inglés) asume, fomenta y promueve la investigación a favor del interés público. Sus actividades se basan en el desarrollo estratégico de las tecnologías de la información basadas en redes, ofreciendo liderazgo y financiación para la investigación y el desarrollo de la Infraestructura de Información Nacional americana (NII).

<<http://www.cnri.reston.va.us>>.



*Entrevista realizada el 14 de mayo de 2004 en Barcelona
Revisada, actualizada y enriquecida en Arlington
(Virginia, EEUU) el 12 de junio de 2011*

Nació el 23 de diciembre de 1938 en Brooklyn, Nueva York. Oficialmente, estudió Ingeniería Eléctrica. En enero de 1960, obtuvo la Licenciatura¹ en el City College de Nueva York. Más adelante, cuando impartió clases en el MIT, lo hizo también en el Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Después de acabar la universidad, obtuvo un Doctorado (1964) en Princeton University; aunque también recibió clases en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, el plan de estudios que eligió contenía básicamente asignaturas de física y matemáticas aplicadas. En realidad, tenía una base teórica mayor que la que tenía la Ingeniería.

Al finalizar el doctorado, se trasladó a Boston y ejerció como profesor colaborador en el MIT impartiendo principalmente clases de Teoría de las comunicaciones, Teoría de la probabilidad, Sistemas, Circuitos y asignaturas similares. Pidió una excedencia para ausentarse del MIT unos años, para adquirir experiencia práctica con sistemas e instalaciones de la industria. Uno de los docentes del MIT, Jack Wozencraft, se sugirió que una excedencia para adquirir experiencia práctica se serviría de utilidad para su carrera en el MIT. Le propuso varios lugares para que los tuviera en cuenta, los Lincoln Labs fue uno, y BBN (Bolt, Beranek and Newman) fue otro. Tras hablar con algunas personas de allí, decidió ir a BBN, fundamentalmente porque era más pequeño. Lincoln Labs era un lugar más grande, pero en aquel entonces habían congelado temporalmente las contrataciones. BBN no estaba todavía trabajando en el campo de las redes, por lo que presentaba la oportunidad de empezar algo desde cero. Por lo tanto, se unió a Bolt, Beranek and Newman (BBN) en octubre de 1966 con la intención de volver al MIT pasados unos años. En BBN empezó a trabajar en redes de ordenadores, sin ser consciente de lo que por aquel entonces era DARPA, ni mucho menos de lo que estaba haciendo.

www.bbn.com
www.darpa.gov

www.arpa.mil
<http://cnri.reston.va.us>

¹ Cuando obtuve el grado no sabía que iba a realizar un curso de posgrado. Así que, acepté un trabajo en los laboratorios Bell y, mientras estaba allí, recibí una beca de la National Science Foundation (Fundación Nacional de la Ciencia) y trabajé allí nueve meses a tiempo completo. Después fui a la escuela de posgrado y, durante ese periodo, pasé dos veranos en los laboratorios Bell.

¿Recuerda cuándo tuvo su primer contacto con un ordenador?

Creo que el primer ordenador que usé de manera formal fue un IBM 704, aunque anteriormente ya había tenido la oportunidad de utilizar algunos de los modelos anteriores de la misma empresa. Mucho después, recuerdo que mi primer ordenador personal fue un PC IBM con dos unidades de disquete y sin disco duro.

¿Cuál fue su primer contacto o experiencia con ARPAnet o Internet?

Mientras trabajaba para BBN, tuve mi primera toma de contacto con los planes que tenía ARPA respecto a una red de ordenadores que se conocería más tarde como ARPAnet. BBN ganó la contrata para construir una versión pequeña de cuatro nodos de la red en el concurso público convocado por la agencia ARPA. En BBN construimos un conmutador de paquetes basado en miniordenadores llamado IMP (Interface Message Processor), y utilizamos varios en conjunto para conectar varias líneas de 50 kilobits por segundo en una sola red. Durante ese periodo formé parte del grupo que finalmente diseñaría el IMP y, por lo tanto, establecería las bases técnicas de lo que sería ARPAnet. Yo fui el responsable del diseño general del sistema basado en los requisitos establecidos por ARPA. Los primeros nodos de red se instalaron a finales de 1969. La primera demostración de una red tuvo lugar en 1972; y unos pocos días después me uní a ARPA (que en ese momento había cambiado su nombre a DARPA²).

Dos personas dirigían BBN en ese momento: uno era **Leo Beranek**, director de lo que yo entendía como la parte de ciencias físicas de la empresa, que es donde históricamente comenzaron como grupo de diseño y consultoría en acústica. Y la otra parte de BBN, responsable de áreas como la de ordenadores, control de sistemas y psicología experimental, estaba dirigida por **Jerry Elkind**. Jerry era un director de investigación al que llegué a conocer muy bien. Más adelante dejó BBN, se unió al MIT durante poco tiempo para posteriormente trasladarse a Xerox PARC, en la Costa Oeste.

² DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency (Agencia de Investigación Proyectos Avanzados de Defensa).

«Pedí una excedencia en la facultad del MIT en 1966 para unirme a una pequeña consultora (BBN) y dedicarme a las redes de ordenadores. En ese momento, muy pocos expertos pensaban que aquella sería un área fructífera de investigación. Era un área que prácticamente se encontraba aún sin explorar y me pareció apasionante desde el punto de vista intelectual y con un gran potencial para beneficiar a la sociedad. Este cambio supuso para mí un paso práctico importante, que alguien con un bagaje en matemáticas aplicadas aprendiera a crear y construir sistemas reales. Pensé que la experiencia me serviría para convertirme en un profesor e investigador más eficaz. Sin embargo, al final mi carrera tomaría un camino muy diferente.

Después de unirme a DARPA, el éxito obtenido con ARPAnet me animó a involucrarme en el desarrollo de otras dos redes de paquetes muy diferentes; concretamente, una red de paquetes por radio y una red de paquetes por satélite. Al tratar de conectar las tres juntas empezó todo (el problema de interconexión de redes)».

*Fragmento extraído de su discurso en el Premio de Japón.
Julio de 2008.*

Frank Heart dirigía la división de sistemas informáticos y dependía de Jerry Elkind. Conocí a Frank en la primavera o principios de verano de 1968. Se presentó en mi oficina una tarde y me dijo: “*Jerry Elkind me ha dicho que estás trabajando con redes*”. Le pregunté quién era y aquello resultó ser el comienzo de una serie de años de esfuerzo conjunto en ARPAnet.

En un momento, probablemente fuera a principios de 1967, Jerry me sugirió que le enviara los documentos sobre los que había estado trabajando a **Larry Roberts** de ARPA, cosa que hice. Yo no sabía entonces quién era Larry, pero se los envié con una carta que decía: “*Jerry Elkind me ha sugerido que le envíe esto. Espero que le resulte de interés. Si tiene alguna pregunta, dígamelo*”. Recibí una llamada de respuesta por parte de **Bob**

tiempo, la gente no ha tenido muy claro lo que es Internet en realidad. Es algo que Vint Cerf y yo ya habíamos visto antes. Concedimos una entrevista de una hora de duración para la televisión. El entrevistador estuvo toda la hora hablando de ARPAnet. Además de preguntar acerca del papel que los dos desempeñamos en ARPAnet, las preguntas también incumbían a Paul Baran, Len Kleinrock, Larry Roberts, Bob Taylor, J.C. R. Licklider, a la conmutación de paquetes, etc. El entrevistador pensaba que aquella era la historia de Internet. *“Espere un momento –le dijimos nosotros–, no ha llegado a la historia de Internet, todo lo que hemos hablado era de ARPAnet. Internet es algo muy diferente.” “Ah..., voy a hablar con mi redactor.”* Así que llamó al redactor y obtuvo permiso para realizar otra hora más de entrevista mientras estábamos los dos todavía en el estudio. Y, por supuesto, realizó la entrevista de manera muy rigurosa. Empezó la segunda hora diciendo algo así: *“En 1993 utilicé por primera vez una cosa llamada World Wide Web. ¿Me pueden explicar cómo funciona?”*. Nos pasamos la siguiente hora hablando de la Web. Cuando pasó la segunda hora dijo: *“Esta es nuestra segunda entrevista dentro de la serie sobre la historia de Internet”*. Cuando terminamos le dijimos: *“Pero esto ha sido todo sobre la Web, todavía no hemos hablado de Internet”*. Y contestó: *“No lo entiendo”*.

► Tras la sesión maratoniana en la que creamos el borrador del documento en aquel hotel de Palo Alto¹³ y decidimos ponerlo a disposición en la próxima conferencia sobre redes en Sussex, Inglaterra, terminamos tirando una moneda al aire para decidir qué nombre aparecería primero... si sería un documento de Robert Kahn y Vinton Cerf o un documento de Vinton Cerf y Robert Kahn. Ganó Vint. Si nos fijamos en los primeros documentos que se han escrito sobre el tema, todavía no lo llamaban protocolo TCP, lo llamaban el Protocolo Kahn-Cerf, así que, si buscas en Google **“Protocolo Kahn Cerf”**, probablemente encontrarás algunas de las primeras referencias a esta terminología. Ambos contribuimos al documento en la misma medida.

¹³ El protocolo TCP se redactó originalmente en una sala de conferencias del primer piso del hotel Cabana Hyatt de Palo Alto, California (EEUU).



► **“Creo que hay mercado mundial para quizá seis ordenadores”**, es una frase que se le atribuyó a Thomas Watson, presidente de IBM. También está la historia de Henry Ford y el automóvil: *“El país podría ser capaz de usar unos pocos cientos de automóviles”*. Ambos estaban pensando en la sociedad tal como la conocían entonces. En nuestro caso, Vint y yo estimamos el número de posibles redes: pensamos que habría una en el Departamento de Defensa, otra red pública en los Estados Unidos, una o quizá dos en Europa, una en África, quizá una en la OTAN y, posiblemente, una o dos en la zona de Asia-Pacífico. Así que decidimos utilizar 8 bits (un máximo de 256 redes posibles) para la parte de red de la dirección IP y después, los 24 bits restantes para identificar la máquina o servidor en esa red (unos 16 millones por red). Como supuestamente cada red tenía gran cobertura, esta asignación de bits parecía tener sentido. Pero rápidamente todo esto se vio superado por los acontecimientos con la aparición de las redes de área local (LAN) poco tiempo después y la elección de Ethernet como LAN preferida. En lugar de unas pocas docenas de redes como máximo, ahora contemplábamos cientos, miles o más. Llegados a este punto, el uso de direcciones IP se dividió en varias clases que permitían muchas más redes, cada una de las cuales con un número mucho más pequeño de máquinas.

¿Qué opina sobre el futuro de Internet?

Todavía está por ver. Aún no está claro cómo puede evolucionar a largo plazo. Tiene muchas posibilidades, pero solo si las distintas partes implicadas (en las

Robert Kahn

Desde principios de la década de los noventa, me he centrado en cómo reconceptualizar Internet en torno al concepto de la gestión de la información.

Llamo al enfoque **arquitectura de objetos digitales**. En lugar de tratar solo con paquetes individuales, estás tratando con objetos digitales que son básicamente estructuras de datos identificadas. Cada uno de estos objetos digitales tiene un único identificador permanente identificado que permite localizarlo en Internet, independientemente de en qué máquina ó máquinas se encuentre e independientemente de la tecnología que lo procesa o almacena. Los identificadores simplemente identifican las estructuras de datos, si se trata de una estructura química, de la estructura de un libro o película o cualquier otra cosa representada de forma digital. Es una salida muy radical desde donde nos encontramos hoy, o nos encontrábamos a principios de la década de los noventa.

Si quieres obtener más información, existe un sitio en Internet llamado <www.handle.net>. Contiene muchos detalles del mecanismo de resolución, llamado Handle System. Un breve resumen de la arquitectura de los objetos digitales se encuentra disponible en <<http://hdl.handle.net/4263537/5041>>.

¿Observa algún tipo de tendencia tecnológica?

Bueno, tal como he indicado antes, existe un claro empuje continuo hacia la banda ancha, lo que permite tener un acceso más rápido a la información prácticamente desde cualquier lugar. Creo que el acceso inalámbrico ubicuo (también con velocidades cada vez mayores) es otra de las tendencias. Muchísimos aparatos funcionan actualmente mediante conexiones inalámbricas. Por último, creo que todo el asunto de cómo tratamos la información representada de forma digital en Internet es cada vez más importante: ¿podemos confiar nuestra información a los servicios de red proporcionados por otros?, ¿cómo se puede gestionar la información en formato digital a la vez que se asegura la protección de los derechos e intereses de las personas? (pagándote por ello, sin perder nada, etc.). Parte de esta información puede ser sobre entidades reales en el mundo, como personas o cosas. Otra parte puede ser sobre recursos



Bob Kahn, junto a la placa conmemorativa de ARPAnet situada frente a las antiguas oficinas de DARPA, en Arlington (Virginia)

industrias de comunicaciones y *software*/informática) colaboran en seguir manteniendo su funcionamiento. El poder de Internet puede resultar una amenaza en algunos países. Puede ser algo que las grandes empresas quieran conseguir y controlar, sobre todo en los países donde las condiciones políticas o económicas lo permitan. Por lo tanto, considero que debemos estar muy atentos al hecho de mantener la naturaleza abierta de la arquitectura de Internet.

Además de los avances en la tecnología de banda ancha e inalámbrica de los últimos años, los retos más importantes puede que no sean en absoluto tecnológicos. Pero eso ya es todo un tema en sí mismo, así que lo voy a dejar aquí y hablaré sobre el trabajo en el que he participado.



Elizabeth **JAKE*** **Feinler**

Documentalista de SRI y NIC.

«En el transcurso de
tu vida, sea cual sea tu
OBJETIVO, fíjate en
la rosquilla y no en el
agujero.»

** A Elizabeth Feinler la conocen por su alias o nick todas aquellas personas que poseían una cuenta de correo electrónico antes de finales de la década de los setenta. Elisabeth explica el origen de su alias: "Mi hermana me lo puso cuando yo tenía cuatro años, no tenía nada que ver con Elizabeth. Cuando nací, se llevaban los nombres compuestos. Mi verdadero nombre es Elizabeth Jocelyn Feinler y mi familia me iba a llamar Betty Jo para que pegara con el nombre de mi hermana, Mary Lou. La versión de mi hermana de Betty Jo (que solo tenía dos años en aquel momento) sonaba como Baby Jake. Siempre digo que menos mal que le quitaron el 'Baby'.*



Entrevistada el 14 de julio de 2004, en Sunnyvale (California)

Nació el 2 de marzo de 1939, en Wheeling (West Virginia).

Obtuvo el título de licenciada en Ciencias con matrícula de honor en Química en 1954 en el West Liberty State College de West Liberty, en Virginia Occidental.

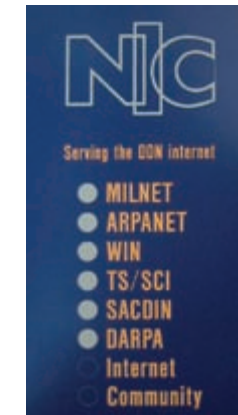
Completó el Doctorado de Bioquímica entre 1954 y 1956 en la Purdue University.

Entre 1991 y 1996 trabajó en la compañía Sterling Software, Inc de Moffett Field, California, como consultora de planificación de información sobre redes; desarrolló procedimientos y arquitecturas de información sobre redes para la NASA, ocupó el cargo de responsable de requisitos de proyectos para la red NSI (NASA Science Internet), y estableció los Centros de Información sobre Redes (NIC) del programa GLOBE y la NASA en el centro de investigación Ames de la NASA.

Entre 1986 y 1989 trabajó en el SRI International (SRI) de Menlo Park, California, como directora del Network Information Systems Center (Centro de Sistemas de Información sobre Redes) e investigadora principal para la red ARPAnet y el contrato multimillonario DDN NIC (Defense Data Network Network Information Center o Centro de Información de los recursos de la Red de Datos de Defensa) del Departamento de Defensa (DoD). Su gestión incluía un grupo compuesto por 40 personas, así como las instalaciones de computación a gran escala que ofrecían los servicios del NIC, como por ejemplo, el Servicio de Asistencia Técnica de la DDN, numerosos servidores de información en línea, el servicio de dominios de Internet, los

sistemas de seguimiento de auditoría y facturación de Internet y diversas publicaciones oficiales sobre redes.

Entre 1972 y 1986 trabajó como documentalista del SRI investigando sobre servidores de información, como el servidor de consultas del NIC y el servidor WHOIS de “páginas blancas” (o listín telefónico), y publicaciones tales como el *ARPAnet/DDN Directory*, el *ARPAnet/DDN Resource Handbook* y el *DoD Protocol Handbook*.



Entre 1960 y 1972 trabajó en el SRI como directora del Literature Research Center (Centro de Investigación Documental) y especialista en documentación sobre química.

A la red experimental de conmutación de paquetes, creada con la financiación de la agencia ARPA, se la conoció como ARPAnet. ARPAnet pasó a manos de la DCA (Defense Communications Agency o Agencia de Comunicaciones de Defensa), que la puso en marcha a finales de los setenta, aunque ARPA aún la controlaba en términos administrativos. Entonces se creó una red militar operacional desclasificada denominada MILnet, también gestionada por la DCA. Se trataba básicamente de un clon de ARPAnet pero operacional y no experimental, es decir, las personas utilizaban la red para realizar su trabajo ordinario y no llevaban a cabo investigaciones sobre redes en la misma. Finalmente, cuando el TCP/IP se adoptó como familia oficial de protocolos para redes militares de conmutación paquetes (el 1 de enero de 1983), todas ellas eran subredes de otra central que se conocía como la DDN (Defense Data Network o Red de Datos de Defensa). La DDN estaba compuesta por cinco subredes interconectadas separadas: ARPAnet y MILnet (las subredes desclasificadas), además de tres redes clasificadas (las redes SACDIN, MInet y NSAnet). La DDN fue puesta en marcha por la DCA; no obstante, ARPA aún controlaba ARPAnet en sus aspectos administrativos, pero no operacionales.

«A Elizabeth Feinler la conocen por su alias o *nick* todas aquellas personas que poseían una cuenta de correo electrónico antes de finales de la década de los setenta.»



negué a poner títulos en el directorio porque no quería que los usuarios supieran el rango ni las creencias de la gente con la que estaban hablando en la red. Además de haber sido una pesadilla administrativa para nuestro grupo, la inclusión de los rangos y los títulos podría haber generado malas vibraciones entre los usuarios. Así, los generales “hablaban” con los disidentes, los que querían llegar a ser “expertos” con los “premios Nobel”, los soldados con los estudiantes y dentro de lo que cabe me enorgullecí de haber intentado conservar el ambiente igualitario de la red.

► Jon Postel, del ISI, se encargaba de coordinar la prueba de los protocolos TCP/IP. Los implementadores se presentaban periódicamente para informar sobre su progreso o sobre la falta de progreso y para debatir los problemas con los que se habían topado. Jon les llamaba *bake-offs* (cocineros concursantes) por los concursos de cocina al horno que se celebraban en Pillsbury, en los que otorgaban premios a las mejores recetas. Se estaba acercando la hora de la migración al TCP/IP y las implementaciones iban con retraso, así que Jon estaba presionando a todo el mundo para que terminaran su trabajo, no había excusa que valiese. Durante uno de estos *bake-offs* o competiciones internas para ver quién tenía la mejor “receta”, muy cercano al traslado, Jon sondeó a todo el mundo y obtuvo respuestas, salvo de una persona. Jon le envió un par de mensajes escuetos en la fecha de entrega, pero no recibió respuesta alguna. Al día siguiente, el susodicho escribió diciendo que no había contestado porque se había producido un incendio en su casa. No hace falta decir que este suceso

le añadió un nuevo significado al término *bake-off* y que se enviaron y recibieron montones de correos electrónicos graciosísimos sobre lo ocurrido. Desgraciadamente, ya no me acuerdo de quién era el pobre implementador. Seguramente alguien del ISI recuerde su nombre.

► Mi alias **Jake** dio lugar a algunos incidentes divertidos. Una persona me llamó a la línea de atención telefónica y pensó que estaba hablando con un hombre. Yo respondí: “Centro de información de la red, le habla Jake”. Se quedó como abochornado y me preguntó: “¿Jake y Elizabeth son la misma persona, o son una pareja?”.

► Cuando trabajaba en la NASA, nos encargábamos de introducir los sistemas de redes en Rusia para coordinar el trabajo con los astronautas y los científicos que estaban allí. Internet era muy popular entre los estudiantes investigadores, igual que aquí. No obstante, no existía mucho ancho de banda que llegara hasta Rusia. Durante la caída de la Unión Soviética, los investigadores de la NASA nos enviaron un mensaje para que nos mantuviéramos alejados de la red lo máximo posible, porque gran parte de las insurrecciones se gestionaban a través del correo electrónico y de Internet. La KGB tuvo conocimiento de Internet, pero aparentemente se había olvidado de él o bien pensaba que no era importante. Por lo tanto, Internet fue determinante a la hora de dismantelar la Unión Soviética, mientras numerosos usuarios veían en línea aquí cómo se desarrollaban los acontecimientos.

► Una vez, en los años setenta, un responsable de red recién llegado envió un mensaje a todos los nodos de la red solicitándoles que le enviaran listados impresos de todo el *software* del que disponían. Esto provocó un gran alboroto en la red, ya que lo que solicitaba requería una gran cantidad de tiempo y los resultados no servirían para nada. **Mike Padlipsky**, que era un veterano y estupendo escritor, redactó una carta muy “directa” en la que indicaba las remesas que necesitaría para elaborar una lista de todo el *software* del sistema operativo Multics del MIT y el volumen de papel, apuntaba al hecho de que se necesitaría un camión para transportar los listados, y preguntaba el lugar en el que les gustaría que lo entregasen y a quién debían cargarle los gastos incurridos. Creo que esto puso fin a la solicitud de los listados impresos del *software*. Fue una auténtica joya.

► Las reacciones al primer correo *spam* (o correo electrónico no deseado) enviado por un vendedor de la compañía DEC a toda la comunidad ARPAnet. Este correo provocó la reacción airada y contundente del responsable de la dirección de ARPAnet, en la agencia DCA: el comandante **Raymond Czahor** (véase el correo original al final de este capítulo).

¿Qué opina acerca del futuro de Internet?

Creo que Internet se encuentra en un punto en el que el uso ilegítimo, malicioso y espurio podría ensombrecer su valioso uso y provocar que se volviera detestable y básicamente inútil para el tráfico legítimo. Espero que esto no suceda, pero creo que existe la posibilidad. Me preocupa la pérdida de información debido al constante cambio a nuevos medios de almacenamiento, haciendo que los medios antiguos se queden obsoletos. En lo que he vivido (hasta ahora), hemos utilizado microfilms y microfichas, cintas magnéticas, discos de ordenador, disquetes, discos duros, discos Zip, cintas VCR, CD, DVD, MP3, etc. Cada vez que se produce un cambio, la información se pierde o se vuelve obsoleta porque la tecnología para acceder a ella desaparece en su mayor parte.

¿Ha identificado alguna tendencia tecnológica?

No me he mantenido al día sobre las innovaciones en esta tecnología porque me ocuparía todo el día. Yo diría que me he quedado un poco anticuada. Creo que la repercusión de algunas de las ramificaciones sociológicas será mayor que la de las tecnológicas y se tendrán que concebir medios para abordar los problemas.

Por ejemplo, en la era de la publicación instantánea y de la radiodifusión, es muy fácil difundir la “gran mentira” o cambiar sutilmente el matiz de una publicación dada, o plagiar. Creo que se producirán cambios importantes en la manera de gestionar y regular todo esto, que podrán gustarnos o no, pero que serán significativos. Cosas como el *spam*, los correos obscenos y los impuestos son problemas muy grandes que suscitan opiniones varias y fuertes y reacciones.

Elizabeth **JAKE**
Feinler

¿Quién creó y decidió los nombres de DNS, como “.org”?

Lo decidió mi grupo. A mí se me ocurrió la estructura de los nombres, genérica, que reflejaba nuestras comunidades: la HEPnet y la CSnet. Me encargaba de esto todo el tiempo. Nosotros éramos las autoridades para la designación de los nombres de Internet en aquel momento. Me preocupaba que no hubiera ninguna otra autoridad que se encargara de esto, no estaba claro si se seguiría con ello. Pensamos que el nombre era genérico y que necesitaba reflejar la comunidad de fuera y además contar con un organismo estándar dentro de la comunidad.

Cada comunidad decidió la extensión que le parecía más acertada. Las organizaciones académicas dijeron que no querían que se las relacionase con ninguna organización militar, por lo que así fue como surgieron los nombres “.edu”. En 1984, Paul Mockapetris inventó el DNS, supongo que propusimos esa convención a principios de los ochenta. Existía el nombre “.org” para las fundaciones y las organizaciones sin ánimo de lucro. Yo presenté el nombre “.us” y Kenneth Harrenstien el nombre “.com”. Ellos implementaron el primer “.com”.

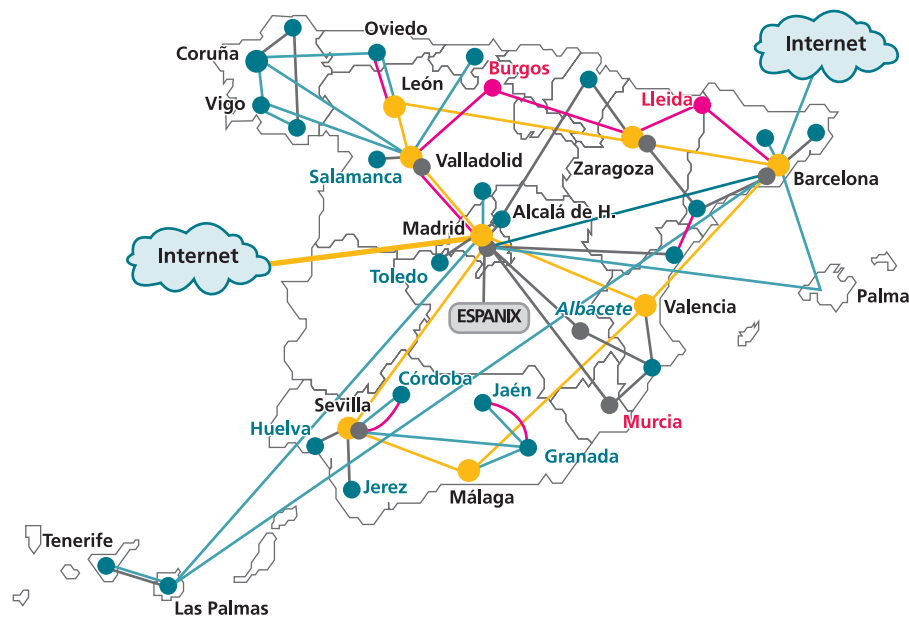
- “.mil” para la DCA.
- “.org” para las fundaciones, el SRI y las organizaciones sin ánimo de lucro.
- “.gov” para todas, salvo las militares.
- “.edu” para la NSF y las universidades.
- “.us”.

A Kenneth se le ocurrió el nombre “.com” y lo implementó por primera vez.

Jon Postel añadió el nombre ARPA para probar los nombres de dominio en 1984.

ARPA, a fin de cuentas, era una organización militar y todo el mundo estaba disgustado, entonces se me ocurrieron esos nombres a los que contribuí personalmente y pedí a los responsables de la NASA (mediante la DECnet) que enviaran los trabajos (extendiendo el protocolo TCP) a mucha gente. Estábamos compartiendo las especificaciones funcionales. También enviamos nombres de *hosts* correlacionándolos con direcciones IP. Éramos los administradores del espacio de nombres.

Análisis histórico de **Internet** en España 1983-2003



«(...) los españoles fueron los primeros del mundo en tener una red pública de conmutación de paquetes. Tenían una red bancaria que convirtieron hábilmente en una red pública de la noche a la mañana y el que parecía caballo perdedor nos venció a todos al final (...)*.»

Derek Barber

Pionero británico, del equipo de Donald Davies (el inventor de la conmutación de paquetes).
Extracto de una charla dada al Computer Conservation Society el 30 de abril de 1992 refiriéndose al acto de inauguración en la central de Velázquez (Madrid) de la RETD/RSAN el 30 de julio de 1971.

**“(...) The Spanish, dark horses, were the first people to have a public network. They’d got a bank network which they craftily turned into a public network overnight, and beat everybody to the post (...)”*

En el caso del correo electrónico, la disputa sobre quién envió el primero (surgidas a raíz de las celebraciones de cierto aniversario) tienen la misma solución: si establecemos como “primer correo enviado” la prueba realizada a finales de 1984 en el DIT (como nos explican **Juan Quemada** y **Fernando Fournon** en sus respectivas entrevistas), sin duda los que se conectaban por otras redes (no internet) nos dirán que ellos ya enviaban antes. Al igual que los propios usuarios de las BBS (sistemas centralizados de mensajería electrónica) a principios de los ochenta. En paralelo, las empresas privadas (FECSA, Iberia) también tenían mucha actividad en el campo de las redes de telecomunicación en esos momentos.



Lo mismo ocurre si intentamos contestar a la pregunta: ¿cuál fue el primer servidor web en España? La mayoría de los trabajos indican que fue el equipo de **Jordi Adell** (en noviembre de 1993) de la Universitat de Jaume I, de Castellón, puesto que se registró en el CERN. Pero casi nadie tiene en cuenta que el primer servidor experimental (por su relación directa con el CERN –lugar en donde nació la Web–) se instaló en Santander, en la Universidad de Cantabria, en 1992 por el doctor en física de altas energías: **Ángel Camacho**, que con poco éxito (inicialmente) trajo los programas directamente de Suiza y en diversas reuniones y congresos los ofreció a sus colegas para que lo instalaran. Ambos equipos se desconocían entre sí.

La experiencia nos demuestra que, a pesar de que a los humanos nos gusta siempre hacer listas cerradas y definir a los “padres” o pioneros de cada hito, intentar reducir a un puñado de personas los orígenes de Internet en España es algo injusto, dado que la lista que sí haría justicia enseguida se poblaría con más de medio centenar de personajes que localmente innovaron e impulsaron la progresiva implantación de Internet dentro de sus organizaciones.



1. El ámbito universitario: los orígenes

Las primeras conexiones a ordenadores remotos (no locales) se establecieron en las universidades. A principios de los años setenta, era muy extraño ver este tipo de redes en un ámbito que no fuese el de la investigación, y menos aún en el contexto empresarial privado. Es por ello que, para descubrir los inicios de la red y todas las pruebas técnicas que la precedieron, debemos focalizar nuestra investigación en el ámbito universitario.

1.1. Universitat Central de Barcelona (hoy, Universidad de Barcelona)

En 1984, la Universidad de Barcelona (de ahora en adelante, UB) lideraba en España el proceso de interconexión con otras universidades. Paralelamente a las actividades llevadas a cabo en el natural proceso de informatización de las tareas administrativas propias de una universidad matriculaciones, nóminas, gestión académica, etcétera, la UB destacó por su precoz afán de comunicarse telemáticamente con otras universidades.

De los artículos internos publicados en la revista del CIUB¹, se desprende su pionera inquietud de interconexión con otros centros, tomando como ejemplo a redes predecesoras de Internet, como las académicas Mailnet y CSnet (EEUU), JANet (Reino Unido), DFN (Alemania) o la sueca SUnet.



Ya en 1984, en la UB se planteaban la problemática de la interconexión de grandes equipos informáticos de diversas marcas. Los mismos fabricantes muchas veces se encargaban de dificultar este proceso. Entonces, la estrategia técnico comercial era la de poner dificultades para interconectar equipos, ya que entendían que obligar a utilizar toda la gama de productos de una misma marca era una forma de fidelizar a sus clientes una vez comprados equipos. Estas barreras de incompatibilidad manifiesta entre equipos se intentaban superar mediante el uso de protocolos estándar internacionales como el OSI².

Ya en 1984, en la UB se planteaban la problemática de la interconexión de grandes equipos informáticos de diversas marcas. Los mismos fabricantes muchas veces se encargaban de dificultar este proceso.



Juan Riera 000



Juan Antonio Esteban 000



Ángel Álvarez

(realizando costosas llamadas internacionales) y más adelante mediante una línea de X.25 subvencionada por Fundesco⁹. EUnet era propiedad de las diversas asociaciones europeas de usuarios del sistema operativo UNIX. Y un poco más tarde llegó la conectividad a Internet. Aunque, de hecho, entonces Internet no era exactamente como lo conocemos hoy. En los orígenes, se conectaba con el protocolo UUCP¹⁰ con Irlanda y desde allí había una pasarela para saltar a Internet. Esta conexión se realizaba sobre una línea internacional X.75, que **Juan Riera** consiguió dentro de un proyecto de colaboración con Fundesco. Esta experiencia positiva animó a proponer el proyecto IRIS para extender Internet al resto de centros académicos y de investigación españoles. En **noviembre de 1989** se cortaron las subvenciones iniciales, lo que obligó a crear la asociación UUES¹¹ para dar soporte a la conexión de la máquina universitaria (de nombre Goya) conectada a la red EUnet.

El Grupo Mecánica del Vuelo (GMV) y el Observatorio de Astronómico Canarias fueron los primeros que pagaron para conectarse. Por su parte, el departamento (DIT) pagaba la sala y la administración de la máquina y los ingresos externos servían para sufragar los altos costes de conexión internacional.

Los promotores iniciales de la Asociación de Usuarios de UNIX (UUES) fueron **José Antonio Mañas** (del DIT, que ejerció como presidente de la asociación), **Pedro Sainz** (que lo hizo como vicepresidente) y **Juan Antonio Esteban** (de Alcatel, que asumió las funciones de tesorero). Como vocales, **Ángel Álvarez** e **Inma Pindado** (ambos también del DIT).

En **febrero de 1990** se cambió la línea que enlazaba con Ámsterdam (de Fundesco) por una propia alquilada a Telefónica. Como es fácil de imaginar, en esa época no había *routers* en el mercado y Ángel Álvarez trajo uno de EEUU, del fabricante Telebit, con el que se conectó el servidor Goya con la máquina principal de la red EUnet en Ámsterdam.

Inicialmente se daba servicio a todo el que lo solicitaba, pero los siguientes pasos fueron buscar más socios y fundar una compañía, que se llamó Goya Servicios Telemáticos S.A. Como es fácil de imaginar, el nombre de la compañía derivó del nombre del servidor. La actividad se inició en **febrero de 1991**, segregando la parte comercial y originando así el primer proveedor privado de acceso a Internet en España. Hasta mediados de 1994 no empezaron a surgir nuevos proveedores, por lo que Goya fue una empresa totalmente pionera en este campo.

⁹ Fundesco: Fundación para el Desarrollo de las Comunicaciones, de la antigua compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), posteriormente: Telefónica de España.

¹⁰ UUCP: UNIX to UNIX Copy. Antiguo protocolo de comunicaciones entre máquinas con el sistema operativo UNIX.

¹¹ UUES: UNIX Users España. Asociación española de usuarios de UNIX.

1.4. Universidad del País Vasco (UPV)

Hacia 1984, la UPV se conectó a la red DECnet, una red a la que solo podían conectarse las máquinas del fabricante Digital. En aquella época existía ya la red EARN (Red Académica y de Investigación Europea), a la que no se podían conectar, porque trabajaban con máquinas IBM (en el centro tenían equipos Digital VAX).

La conexión la obtenían gracias a un enlace con la estación espacial de Villafranca (Base de Satélites) y lo que tenían eran sistemas primitivos de comunicación mediante las pasarelas UUCP, que les permitían la conexión a la red. Realizaban incluso FTP por correo electrónico y les llegaban conjuntos de mensajes que tenían que ensamblar artesanalmente.

José Ramón Martínez Benito (del Centro de Cálculo de la Facultad de Informática), **José Antonio Mañas** (del Departamento de Informática, Arquitectura y Tecnología, que posteriormente se fue al DIT de la Politécnica de Madrid) y **Josu Aramberri**, entre otros, fueron los que ya en los inicios (1985-1987) movieron estos temas. En los años 1987 y 1988, Fundesco impuso en RedIRIS los protocolos OSI. Era la visión lógica desde el punto de vista de un operador: utilizar estándares (europeos) de la CCITT como el X.400 para el correo, y no el TCP/IP (americano).

En 1989 se firmó un convenio de colaboración entre la universidad y el Gobierno vasco para el desarrollo de una red de comunicaciones avanzadas. Con los recursos de este convenio se financió todo el cableado de par trenzado, más los enlaces microondas y las líneas Frame Relay intercampus, con una inversión aproximada en tres años de 6 millones de euros (1.000 millones de pesetas). El convenio se materializó con la agencia de desarrollo local SPRI (Sociedad para la Promoción y Reconversión Industrial), creando la red que inicialmente se denominó SPRI-net, registrada aún en RIPE con este nombre. Por otro lado, la SPRI estableció para las empresas el programa de desarrollo telemático SPRITEL. Este programa desarrolló su actividad desde 1988 ofreciendo servicios de minitel y correo electrónico de Internet a partir de 1990 hasta que se privatizó en marzo de 1995. Desde ese momento pasó a llamarse SAREnet S.A. (con **Roberto Beitia**: director general, **Alberto Álvarez**: director técnico, y **Chechu Fernández**: director comercial, como socios principales). Fue uno de los primeros proveedores comerciales de Internet en el País Vasco.



José Antonio Mañas



Josu Aramberri

En los años 1987 y 1988, Fundesco impuso en RedIRIS los protocolos OSI. Era la visión lógica desde el punto de vista de un operador, utilizar estándares (europeos) de la CCITT como el X.400 para el correo, y no el TCP/IP (americano).

4. RedIRIS: la semilla que hizo crecer la red en nuestro país



Exceptuando los primeros escarceos con el correo electrónico Internet, que tuvieron las BBS más avanzadas a finales de los años ochenta, y de las pioneras conexiones a las redes EARN y DECnet de algunas universidades, podemos asegurar que Internet aterrizó en nuestro país a principios de la década de los noventa.

4.1. Los primeros centros conectados



Uno de los primeros *routers* que tuvo RedIRIS, que a la vez fue uno de los primeros *routers* multiprotocolo de Cisco, el Cisco-IGS (lanzado como producto comercial a mediados del año 1990). Cortesía de Jesús Sanz de las Heras.

La puerta por donde entró, fue precisamente la de la red académica. En concreto, de la mano de RedIRIS.

En 1988 Juan Riera, del DIT, junto a **Francisco Ros**, de Fundesco, y con el apoyo de Ramón López de Arenosa, del MEC, consiguieron que dentro del Plan Nacional de I+D se aprobara un proyecto para desarrollar una red de datos que supuso la creación y puesta en marcha del Programa IRIS³⁴, que en el inicio gestionó Fundesco³⁵. Posteriormente, el 1 de enero de 1994 se traspasó al Centro de Comunicaciones del CSIC³⁶ y, en 2004, el MCYT transfirió la gestión de RedIRIS a la Entidad Pública Empresarial Red.es.

Se trataba, pues, de una red al servicio de la comunidad científico-académica, “para proporcionarles servicios telemáticos avanzados, incluyendo las utilidades disponibles en la mayor red de ámbito mundial: Internet”, según reza uno de sus principales objetivos.

Durante la primera mitad de 1990 se desplegó un servicio experimental de conexión a Internet y en el mes de **julio de 1990**, ya había cuatro centros con interconexión plena³⁷:

- Fundesco.
- DIT-UPM <www.dit.upm.es>.
- CIEMAT (Madrid), <www.ciemat.es>.
- Centro Informático Científico de Andalucía³⁸, <www.cica.es>.

Posteriormente, y a partir de **marzo de 1991**, comenzó la fase de despliegue del servicio de RedIRIS, englobado en lo que llamaban Servicio de Interconexión de Redes de Área Local (SIDERAL). Sus inicios fueron mediante una conexión a NSFnet, encapsulando el protocolo IP sobre X.25 a una velocidad de **64 kbps**.

CURIOSIDAD PERSONAL

Es momento de recordar que en los primeros meses de 1994 tan solo existían dos proveedores de servicio de conectividad plena a Internet:

- RedIRIS (que suponía el 99% de los equipos conectados) para instituciones.
- Goya Servicios Telemáticos, para empresas y particulares.

Recuerdo conversaciones con Telefónica Catalunya, en las que nos miraban mal por demandar este servicio, totalmente desconocido para ellos tanto como producto como para consumo propio. Lo que imperaba era la red X.25 (febrero de 1994).

4.2. El declive de los protocolos OSI de ISO

La introducción del ordenador personal (PC)³⁹ hizo que las facultades fueran descentralizando su informática progresivamente y empezaron a surgir las redes de área local (LAN), que unían, con muy diversas tecnologías⁴⁰, los diferentes recursos informáticos distribuidos por los departamentos.

Para solucionar el problema que representaba la conexión de las distintas redes locales universitarias, RedIRIS inicialmente optó por el conjunto estándar de protocolos OSI⁴¹.

Existen dos grandes tipos de protocolos: los de transporte y los de aplicación. Dos tipos de redes: las de área local (LAN) y las de área extendida (WAN⁴²).

37 No debemos olvidar que la Universidad de Barcelona (mediante EARN) llevaba ya años conectada indirectamente.

38 Primer centro fuera de Madrid conectado por RedIRIS.

39 En España se introdujo en 1983 por IBM.

40 Token Ring, Token Bus, Ethernet, etcétera.

41 OSI: Open Systems Interconnection. No olvidemos que estaba financiada por Fundesco, como buen operador, seguía las directrices de los estándares oficiales del CCITT y de sus comités de normalización.

42 WAN: Wide Area Network. Red de área extendida. A diferencia de las Locales(LAN), utilizan



José Barberá Heredia 000

A partir de marzo de 1991, comenzó la fase de despliegue del servicio de RedIRIS, englobado en lo que llamaban Servicio de Interconexión de Redes de Área Local (SIDERAL). Sus inicios fueron mediante una conexión a NSFnet, encapsulando el protocolo IP sobre X.25 a una velocidad de 64 kbps.



Iñaki Martínez 000

En 1994 el volumen de tráfico empezó a crecer. La red (SIDERAL) empezó a extenderse y su tráfico se multiplicaba mes a mes.

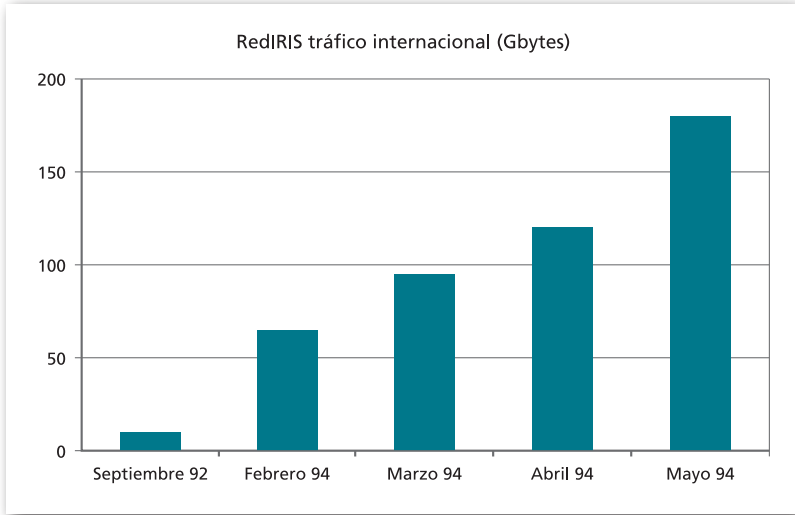
A principios del año olímpico de 1992, ya estaban funcionando treinta instituciones, con más de mil máquinas conectadas y en abril RedIRIS participaba en la creación del Centro Europeo de Coordinación de direcciones: RIPE⁴⁸.

En **julio de 1992**, se realizó la primera descentralización del NIC⁴⁹ de Internet RedIRIS también asumió las funciones de delegado para España, por lo que desde ese momento se erigió como registro de nombres de dominio para organizaciones españolas.

Hasta **mayo de 1994** no se llegó a las cien organizaciones conectadas (con aproximadamente 20.000 máquinas).

4.4. Crecimiento del tráfico de RedIRIS

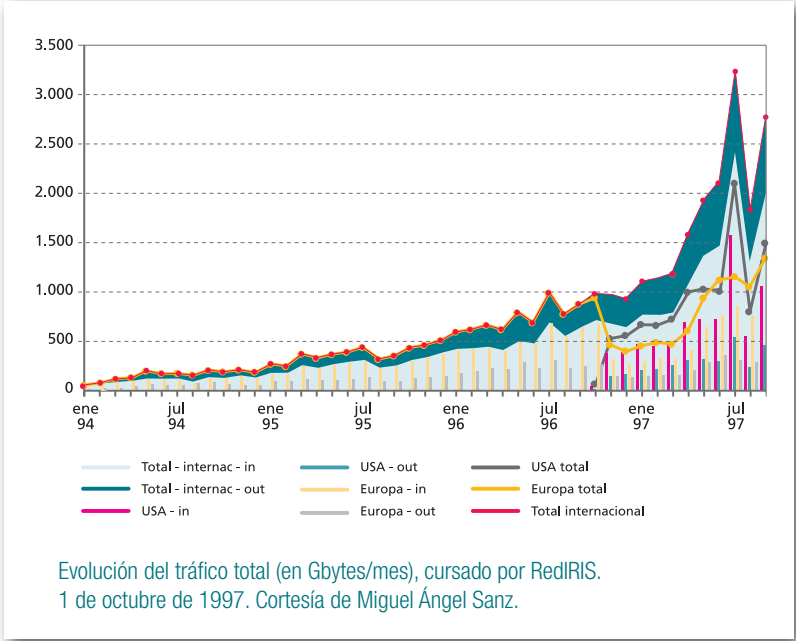
En 1994 el volumen de tráfico empezó a crecer. La red (SIDERAL) empezó a extenderse y su tráfico se multiplicaba mes a mes. Veamos unos datos rescatados de uno de sus boletines internos.



El presupuesto general de RedIRIS para 1994, año de su cambio de gestión (de Fundesco pasó al CSIC), era de un total de **3,6 millones de euros** (o 600 millones de pesetas de la época), sufragados en su totalidad por el Plan de I+D.

48 RIPE: Réseaux IP Européens. Ubicado en Ámsterdam, coordina los rangos de direcciones IP, evitando duplicados.

49 NIC: Network Information Center. (Centro de Información de Red).



No sería hasta el **29 de abril de 1997**, cuando RedIRIS se incorporó a la red europea TEN-34⁵⁰ a una velocidad de 22 Mbps, que el enlace a 2 Mbps fue sustituido⁵¹. Aun así, la conectividad hacia los Estados Unidos era inferior a los 6 Mbps.

Más tarde, la red Europea de investigación TEN-34 se sustituyó por la TEN-155, que inició su andadura con la interconexión de las redes de veinte países el día **11 de diciembre de 1998** y duró hasta diciembre de 2001.

Los proyectos TEN (34 y 155) fueron sustituidos a su vez por el proyecto GÉANT⁵², inaugurado el día **30 de noviembre 2001**. Por lo que RedIRIS se conectó a través de un enlace a 2.500 Mbps (2,5 Gbps) al nodo de acceso de GÉANT de Italia y de Francia mediante líneas STM-16.

El hecho de que tan solo hubiera dos proveedores de acceso a Internet (uno para instituciones académicas y de investigación: RedIRIS, y otro comercial ubicado en Madrid: Goya Servicios Telemáticos) llevó a situaciones claras de falta de oferta y a que, por ejemplo, el primer periódico español que hizo públicos sus contenidos en Internet (*Avui*) inicialmente estuviese utilizando recursos de la universidad, debido a la inexistencia de cualquier otra opción.

50 TEN-34 interconectaba redes académicas europeas a velocidades cercanas a los 34 Mbps. Estuvo en servicio desde febrero de 1997 hasta el 11 de diciembre de 1998.

51 Fuente: *Gaceta Informativa de RedIRIS*, 9 (junio 1997).

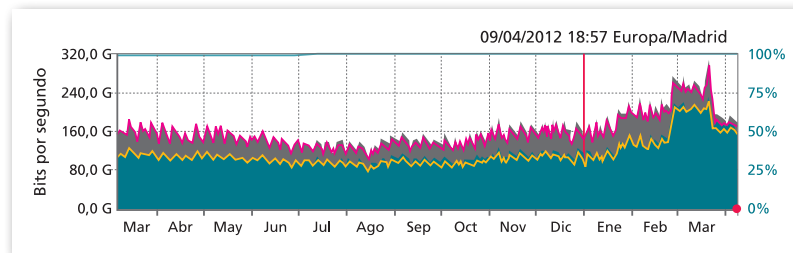
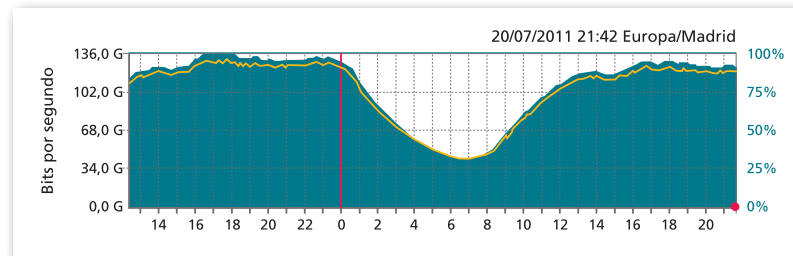
52 GÉANT: Gigabit European Advanced Network Technology.



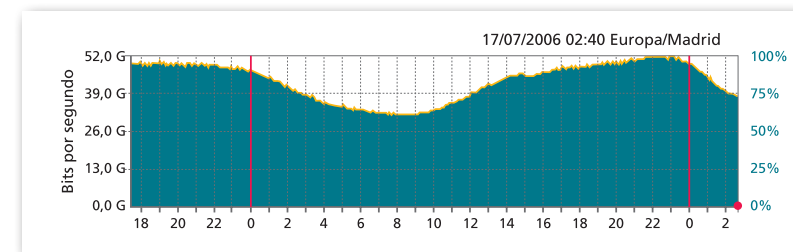
Miguel Ángel Sanz 000



Si analizamos el tráfico en julio de 2011, tenemos un tráfico medio sostenido de 100 Gbps, habiéndose multiplicado el tráfico en un factor de 240 veces respecto a 2001. Este, a su vez, se dobla en menos de un año (abril de 2012), llegando a los 200 Gbps sostenidos de intercambio de tráfico con origen y destino España.



Podemos también observar el efecto que producen las descargas nocturnas de muchos usuarios de P2P. A medida que pasan los años, el “valle” de la gráfica de medias diarias, situado entre las 2 y las 8 de la mañana, es cada vez menos pronunciado. Para entender mejor este fenómeno, se puede consultar el siguiente enlace: <<http://mrtg.espanix.net/total-espanix/total-espanix-total>>.



5. El ámbito empresarial: pioneros del negocio del acceso a Internet

Aunque el mundo universitario comenzaba a estar muy avanzado en lo que respecta a la conexión a Internet (fundamentalmente, las facultades técnicas, lideradas por los físicos), el mundo de los negocios comenzaba a demandar también servicios de correo electrónico. RedIRIS siguió una política muy restrictiva en lo que se refiere a ofrecer conectividad a centros que no fueran estrictamente científicos o académicos. Y por su parte, Goya Servicios Telemáticos, la única opción comercial, centraba inicialmente su comercialización en Madrid.



Eudald Domenech

Aunque no tuviera una gran difusión, pues pasaba bastante desapercibida, la empresa Compu-serve⁶⁰ (cuya oficina comercial más cercana estaba en Grenoble) logró vender muchas cuentas de correo electrónico en España, además del acceso a sus contenidos centralizados en América. Recogían las llamadas en los nodos de Madrid y Barcelona y las llevaban hacia su central. No ofrecieron acceso a Internet hasta mayo de 1996. Es de destacar que muchos de los pioneros de la red empezaron teniendo una cuenta de Compuserve, aunque les cobraran por la suscripción, por el tiempo que estaban conectados y por la llamada telefónica, que casi nunca era local.



Antonio González-Barros

Dada la creciente demanda empresarial, a mediados de 1994 comenzaron a surgir más iniciativas privadas para comercializar el acceso a la red. La primera de ellas fue Servicom. Le seguirían más tarde Cinet⁶¹, Asertel, Abaforum, Intercom y, después, RedesTB, entre otros, que a finales de 1995 formaron ya la primera docena de proveedores comerciales españoles.

⁶⁰ Más tarde absorbida por America On Line (AOL), cuando contaba con 11 millones de suscriptores.
⁶¹ Perteneciente a la Fundació Catalana per la Recerca.



Madrid: Goya Servicios Telemáticos. Página de inicio, diciembre de 1995.



Cerdanyola: Servicom. Página de inicio, noviembre de 1995.



Barcelona: Cinet. Fundació Catalana per la Recerca. Página de inicio, julio de 1995.



Barcelona: Asertel, Área de Servicios Telemáticos, julio de 1995.



Sant Cugat: Intercom. Página de inicio, julio de 1995.



Sant Cugat: Abaforum. Página de inicio, octubre de 1995.



Madrid: Off Campus. Página de inicio. Septiembre de 1995.



Madrid: Telefónica. Página principal del operador, diciembre de 1995.

Se presentan en los márgenes, las páginas de inicio de los principales proveedores existentes en diciembre de 1995.

A su vez, ya habían aparecido otros ISP como: Bitmailer (en Madrid), Encomix (en Zaragoza), Seker-BBS (en Barcelona), Jet Internet (en Vitoria), IBM, Lander Internet, Ran Internet, entre otros...



A partir de estas empresas se creó la base de un nuevo concepto empresarial: el proveedor de acceso a Internet, también llamado ISP.

En una primera época, cada proveedor instalaba grupos de módems en las ciudades más importantes y, a través de una línea permanente, llevaba todas las llamadas de sus clientes hacia su central; y de allí hacia Internet. En esta primera etapa los operadores telefónicos de todo el mundo no tenían ni el más mínimo interés por Internet.



Josep A. Aliagas

6. El quinquenio 1998–2002 y los operadores

6.1. Operadores vs. proveedores de Internet

Una vez los pequeños proveedores de Internet (o ISP) habían hecho el trabajo duro comercial de educación de la demanda en un sector totalmente nuevo y emergente, los operadores de telecomunicaciones se fueron posicionando lentamente y les fueron arrebatando cuota de mercado. Visto retrospectivamente, parece lógico que los operadores de telecomunicaciones de todo el continente hicieran (por fin) lo que se suponía era su trabajo, pero que curiosamente durante muchos años se habían negado a hacer: poner nodos de acceso local en cada provincia y en las grandes ciudades. La sentencia: “Si fuera por el *incumbente*⁶² Internet no existiría en España” puede sonar rara en la actualidad, pero fue así durante años. Los operadores pusieron todas las barreras activas y pasivas que tuvieron a su alcance para poder mantener los productos *telco class* (X.25, Frame Relay, etcétera). En el modelo que ellos utilizaban se facturaba por todo tipo de conceptos y se rehuía de las tarifas planas, hoy tan corrientes en los servicios de acceso a Internet.

Es muy ilustrativa del pensamiento y de la realidad de la época esta sentencia de un conocido pionero de Internet:

Para conseguir que triunfe Internet, es importante estudiar qué hacen las PTT [operadores y compañías telefónicas]. Es importante incluso hacerlo muy seriamente, con el fin de comprender sus decisiones. Y a continuación, es preciso hacer exactamente lo contrario...

C. Huitema, *Internet... una vía al futuro*
Barcelona, Gestión 2000, 1995, p.50

No fue hasta que los proveedores empezaron a cursar minutos que Telefónica de España intentó crear algo parecido a la red a mediados de 1995 (e inaugurada en enero de 1996) para capturar el tráfico de los usuarios. La creación fue la más que conocida Infovia.

Aunque inicialmente el objetivo fue dotarla de contenidos en castellano para que los usuarios la utilizaran sin tener que pagar nada⁶³, estos paulatinamente

Una vez los pequeños proveedores de Internet (o ISP) habían hecho el trabajo duro comercial de educación de la demanda en un sector totalmente nuevo y emergente, los operadores de telecomunicaciones se fueron posicionando lentamente y les fueron arrebatando cuota de mercado.

62 En el sector de las telecomunicaciones se utiliza este término para referirse al dominante del mercado (o antiguo monopolio).
63 Se podía entrar gratuitamente, con solo disponer de un módem y el *software* necesario de Infovia. Sin necesidad (a diferencia de Internet) de ningún proveedor.



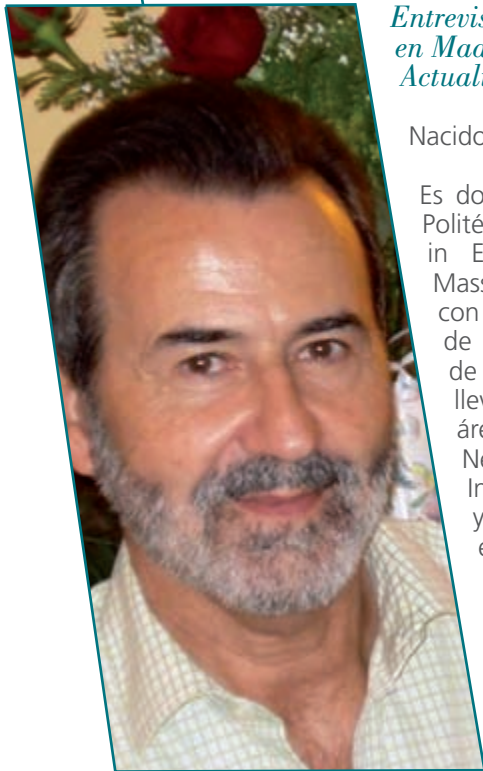
ha contri ent expa MIE S teleinformá de a tradic a tradic

José Barberá Heredia

Primer director general de RedIRIS.

«Internet ha contribuido
notablemente a expandir los
CONOCIMIENTOS
sobre redes teleinformáticas
más allá de los centros de
enseñanza tradicionales»

José Barberá, en su despacho de FUNDESCO.
Cortesía de RedIRIS.



*Entrevista personal realizada el 8 de octubre de 2001
en Madrid y a través de Internet desde Barcelona
Actualizada en Palo Alto, en junio de 2009*

Nacido en Cuéllar (Segovia), en 1949.

Es doctor, ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid, Electrical Engineer y Master of Science in Electrical Engineering and Computer Science por el Massachusetts Institute of Technology (MIT). Su familiaridad con la Internet data de bastante antiguo; durante su formación de posgrado en EEUU entre los años 1974-1976, conoció de primera mano los desarrollos de ARPAnet que se estaban llevando a cabo por grupos de investigación y universidades del área de Boston, tales como Harvard, MIT, BBN (Bolt, Beranek and Newman), pioneros y precursores de los servicios actuales de Internet. Durante su estancia en FUNDESCO lideró la definición y realización posterior del Proyecto IRIS, lo que desembocó en la puesta en marcha de RedIRIS, la red española de I+D y la primera en conectarse a Internet en nuestro país. Trabajó en ONO Service Provider (anteriormente, Telia Iberia) como Director de Desarrollo de Servicios IP, donde fue responsable de la puesta en marcha del primer servicio nacional de redes privadas IP basadas en la tecnología MPLS. Posteriormente, trabajó en Intuitio Group y Satec, para pasar a ser asesor del Gabinete del Secretario en la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. Ha publicado diversos artículos sobre Internet, su tecnología, sus servicios y sus aplicaciones.

www.fundesco.es (no operativa)
www.mityc.es

¿Cuándo tuvo su primer contacto con un ordenador?

Con un ordenador personal (PC), fue en 1982. Anteriormente había usado los sistemas de teleproceso de la época y algún que otro microprocesador.

¿Y su primer recuerdo o incursión en Internet?

El primer recuerdo data del año 1975, en Estados Unidos, durante los seminarios sobre diversos temas de investigación y desarrollo de



Carlos Blázquez e Iñaki Martínez en sus respectivos despachos. Cortesía de RedIRIS.

ARPAnet. Los primeros nodos (IMP¹, TIP²...), los protocolos iniciales (*host-to-host*, *host-to-IMP*...), de los que solamente los “muy viejos” podemos albergar ahora algún recuerdo difuso. Los protocolos TCP/IP³ todavía no se habían acuñado como estándar, aunque ya se conocían como *paper*. Recuerdo que luego, a mi vuelta a España, el mundo de las redes de datos estaba dominado por los operadores telefónicos y con unos estándares diferentes (los del mundo OSI). Fue ya en FUNDESCO, teniendo la responsabilidad de dirigir RedIRIS, cuando decidimos orientarnos al mundo del TCP/IP y conectar RedIRIS a Internet, al igual que hacían otras redes de I+D de nuestro entorno. Posteriormente, a partir de 1995, los operadores de datos se convirtieron a TCP/IP y empezaron su incursión y reconversión en proveedores de servicios Internet.

¿A qué personajes destacaría, ya sea por su aportación a Internet o por lo que le influyeron a usted personalmente?

Larry Landweber: el principal “apóstol” de Internet. Desde principios de los ochenta venía organizando

reuniones informales y desestructuradas de expertos de diferentes países para tratar de entender entre todos lo que estaba pasando en el mundo de las redes de I+D: los protocolos, los algoritmos de encaminamiento, la interconexión de redes LAN-WAN, etc. Asistí a varios de aquellos encuentros (1988, 1989, 1990) hasta que la situación ya se vio madura y se creó la Internet Society. A diferencia de otros que aparecen hoy en día como padres de Internet, a Larry creo que podemos asignarle el papel de madre, en el sentido de que, calladamente y desde la trastienda, fue cuidando en su regazo a la criatura que se iba desarrollando y extendiendo su ámbito de influencia.

Carlos Blázquez e Iñaki Martínez: mis primeros colaboradores en FUNDESCO para poner en marcha una aventura de la que no sabíamos muy bien por dónde íbamos a salir. Con ellos, y posteriormente con el resto del equipo que se fue formando, pude suplir con entusiasmo y voluntarismo la carencia de medios y de directrices claras por parte de nuestro contratista principal.

Fue una época interesante en la que hubo de todo: discusión de protocolos, diseño de modelos organizativos y de servicios, promoción de la idea de redes abiertas, mediación entre facciones o grupos de presión en las universidades...

- 1 IMP: Internet Message Processor, (procesador de mensajes de Internet). Posteriormente llamados *gateways* y después *routers*.
- 2 TIP: terminal IMP, semejante a lo que hoy llamaríamos servidor o *router* de acceso.
- 3 Protocolos considerados hoy como el “esperanto” de las telecomunicaciones y base de Internet.



El equipo de RedIRIS-FUNDESCO al completó en diciembre de 1993, cuando se transfirió la gestión al CSIC. De izquierda a derecha: Carlos Blauquez, Celestino Tomás, Miguel Ángel Sanz, Susana Gayo, Ignacio de los Mozos, José Barberá, Iñaki Martínez, Clara Álvarez, Felipe García Montesinos y María Bolado. Imagen cortesía de José Barberá.

las primeras jornadas técnicas en Santander, hubo un comentario de alguien que dijo que esa red era para cajeros automáticos, pero que no servía como base para la red española de I+D. El representante de Telefónica que asistía a esas jornadas se agarró un cabreo considerable. No sé muy bien por qué, ya que el hecho era cierto. Entonces en Telefónica no se hablaba TCP/IP y los cajeros automáticos son elementos muy útiles para mucha gente.

¿Recuerda alguna anécdota de la época?

Ya en 1988, nos planteamos el esquema de los nombres de dominio bajo el dominio de alto nivel correspondiente al código de nuestro país (.es). Las discusiones se centraban sobre si debíamos poner bajo “.es” el nombre de dominio de la organización o si debíamos introducir antes un subdominio relacionado con la actividad, como hicieron, por ejemplo, en el Reino Unido (“ac.uk”, “co.uk”). Finalmente nos decidimos por la primera opción, que es como funciona ahora. El problema estaba en que no teníamos la autoridad sobre el dominio de alto nivel “.es”; este lo había registrado en el Internic (el Centro de Cálculo de la Universidad de Barcelona), que por entonces era el coordinador técnico de la red EARN⁴ (¿alguien la recuerda ahora?). El caso es que tuvimos que “comprar” ese dominio, y lo compramos barato. Fue a base de invitar a una comida al representante de dicho centro y de comprometerlos a pagar la cuota de la rama española de EARN en ese año, bajo la idea de unificar iniciativas dispersas en una red común. Entonces no teníamos idea de la importancia que iba a tener en el futuro tal decisión. Fue la primera piedra de la construcción de lo que hoy es el ES-NIC y el primer caso de “mercadeo” de dominios.

Hay otras anécdotas divertidas. Al principio de empezar a funcionar (1988) utilizábamos la red Iberpac de Telefónica como infraestructura de transporte. Durante

¿Algún hito que quiera destacar especialmente?

En noviembre de 1990 hicimos las primeras conexiones TCP/IP a Internet, en el marco de un servicio piloto.

Las primeras máquinas conectadas fueron del CIEMAT, de FUNDESCO, del Departamento de Ingeniería Telemática de la UPM y del Centro de Informática Científica de Andalucía (CICA).

Previamente habíamos logrado un acuerdo con NSFnet⁵ para poder enviar y recibir tráfico TCP/IP desde RedIRIS, lo que entonces llamaban *connected status*.

Progresivamente, el tráfico TCP/IP fue sustituyendo al tráfico basado en X.25.

¿Cómo explicaría su aportación al mundo de la Internet española?

Bueno, creo que está claro por lo referido anteriormente. Tuve el honor y el privilegio de liderar la introducción de Internet en España y de difundir su uso entre la comunidad académica e investigadora de nuestro país.

4 EARN: European Academic Research Network. Red telemática académica europea de investigación, precursora de Internet. Promovida por IBM y equivalente a la BITnet americana.

5 NSFnet: red de la National Science Foundation que durante años financió el desarrollo y mantenimiento de las redes académicas de Estados Unidos.

ARQUEOLOGÍA DE RED: proporcionado por Larry Landweber de su archivo en Madison (Wisconsin)

Reconstrucción de un *email* de 1988

From mcvax!dcp.iris!barbera@uunet.uu.net
Tue May 24 1:58:03 1988
Received: from cs.wisc.edu by "parmesan.cs.wisc.edu;" Tue, 24 May88 1:58:00 CDT
Received: from uunet.UU.NET by "cs.wisc.edu;" Tue, 24 May88 1:59:21 CDT
Received: from mcvax.UUCP uunet.UU.NET(5.54/1.14)with UUCPid"AA18364;" Tue,24May88 2:58EDT
Received: by "mcvax.cwi.nl;" Tue, 24 May 88 8:48:33 ?(MET)
Received: by cervnax.uucp (1.2/Ultrix2.0-B)id "AA29033;" Tue, 24 May88 8:38:03 ?

Date: 24 May 1988 8:37 From: Jose Barbera <mcvax!dcp.iris!barbera@uunet.uu.net> To: <landweber> Message-Id: <66*barbera@dcp.iris> Subject: New address for IANW 88 in Israel
Status: RO

Larry,
Could you, please, acknowdegde this message if you receive it. I would try to use this address instead
mcvax!goya!fundesco@uunet.uu.net.

If this works out I would like to receive messages for the next IANW88 in Jerusalem in my X.400 mailbox.
Regards,

Jose Barbera	Tel: 1 435 1214
Programa IRIS	Tlx: 42608 USEF E
Fundesco	Fax: 1 522 7489
Alcala 61	E-mail: HS-X.400: barbera@dcp.iris
28014 Madrid, Spain	UUCP: mcvax!goya!fundesco@uunet.uu.net

Lo cierto es que nos encontramos con una buena muestra arqueológica de entonces; fíjate que mi intención era cambiar una dirección-e “explícita” (de las llamadas tipo *bang*, con el “!” separando las máquinas que reenviaban los paquetes) de la máquina Goya de Teleco, por una *RFC 822*, independiente de la red, si bien a Landweber le llegaba como explícita por su pasarela.

También es curioso que indicaba mi “nueva y moderna” dirección-e como MHS-X.400: barbera@dcp.iris, es decir, en formato *RFC 822*, pero con los atributos normalizados X.400 (invisibles para los destinatarios). Todavía no teníamos en uso el dominio “.es” y “dcp.iris” se refería a Dirección y Coordinación del Programa IRIS.

Hay un curioso artículo de Iñaki Martínez en el *Boletín IRIS* 0, titulado “El servicio de mensajería electrónica en el programa IRIS”, en el que explica los diferentes tipos de direccionamiento: las nativas de diversas redes (“usuario<en>máquina” o “máquina::usuario”), las explícitas de arriba (*bang*) y las independientes de la red: *RFC 822* (usadas “en las redes americanas”, así rezaba ese artículo) y X.400, con diversas pasarelas entre ellas. Esas últimas eran el objetivo final de IRIS, si bien empezamos a usar inicialmente el software de correo EAN (de la University of British Columbia), que, como he dicho antes, combinaba el formato de unas y la estructura de otras.

¡Qué mundo tan complicado, ¿no?!

¿Qué cree que nos aguarda en el futuro?

A saber. No soy futurólogo. Cualquier cosa es posible a la vista de los acontecimientos recientes. Pero si de lo que se trata es del futuro del mundo IP, sí quisiera hacer notar el hecho de que hace cinco años ya se anunciaba la llegada de IPv6 como algo inminente y necesario. Hoy sigo viendo que IPv6 sigue siendo motivo de conferencias y redes piloto, pero no veo unos plazos claros en la sustitución del IPv4 actual. Me he equivocado muchas veces tratando de adivinar el futuro, soy muy malo en ello. Así que mejor no opinar. ;-)

Detalle de la página web de RedIRIS, en 1995.

Cuando dejó de ser, junto con la privada Goya Servicios Telemáticos, el único proveedor de Internet en España.





Juan Antonio **Esteban Uriarte**

Ex director de Goya Servicios Telemáticos.

Exvicepresidente sénior, KPNQwest.

Fundador de Lambdaux.

Exdirector General de Infojobs.net.

«Como hombre de
negocios, lo que me
fascina de Internet
es ver cómo el
VOLUNTARIADO
supera al interés
comercial.»



Entrevista realizada el 12 marzo de 2002 en el Paseo de la Castellana de Madrid y actualizada en junio de 2005 y noviembre de 2011

Nacido en Madrid en 1964, Juan Antonio Esteban Iriarte estudió la Licenciatura de Informática en la Universidad Politécnica de Madrid (1982-1987). Trabajó para Standard Eléctrica (actual Alcatel) hasta 1990, y después en los laboratorios de investigación de Sema Group. Desde allí tuvo ya algunos contactos con el mundo de las redes telemáticas, sin dejar de lado su conexión con el grupo universitario y la Asociación de Usuarios de UNIX. En marzo de 1993 lo dejó todo para incorporarse a la empresa Goya Servicios Telemáticos y lanzar, junto a otras dos personas, el primer proveedor comercial de Internet que existió en España. Años más tarde, en 1999, pasaría a formar parte del operador KPNQwest, del que fue vicepresidente sénior para Europa. Fundó LambdauX y dirigió Infojobs.net durante cinco años. Incansable impulsor de la Asociación ESpanix, ha representado a nuestro país en multitud de comisiones internacionales de Internet. En febrero de 2001, la Asociación de Usuarios de Internet le concedió el premio a la trayectoria profesional en Internet. En la actualidad, ha decidido dar un giro profesional para convertirse en emprendedor social con el objetivo de diseñar soluciones tecnológicas que estén al servicio de la felicidad de las personas. El primero de estos proyectos es Brindis.net, una forma sencilla y social de decir a tus mejores amigos lo importantes que son para ti.

<http://dit.upm.es>
www.espanix.net
www.infojobs.net

<http://uu.es>
www.kpnqwest.com
www.brindis.net

<http://goya.eunet.es>

www.lambdauX.com

¿Cuándo tuvo su primer contacto con un ordenador?

Ya en tercero de BUP (1980), nos metimos en el centro de cálculo de la universidad para ver las cinco pantallas de un VAX y dos IBM Serie 1, donde después acabamos haciendo las prácticas. Mi primer ordenador fue un IBM XT de doble disquetera. Era el PC de todos los compañeros de clase, puesto que en la facultad no teníamos (no se hacía ninguna práctica en primero). Ya en segundo de carrera apareció un PDP-11, en el que cargamos el UNIX con código fuente; recuerdo que no salí del centro de cálculo mientras descubría el editor "VI" (1983).

¿Y su primer recuerdo o incursión en Internet?

La historia viene ya de lejos. Tuve dos becas durante la carrera y trabajé dos días por semana de 7 a 15 horas en Standard Eléctrica y Fujitsu.



Juan Antonio Esteban en su oficina de Goya Servicios Telemáticos, en 1996, el primer ISP comercial en España.

En Standard utilizábamos un ordenador VAX (Digital) al que por la mañana se cargaba el SO UNIX y por la tarde VMS. Era el laboratorio de investigación y tenían una conexión de correo electrónico a través del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Politécnica de Madrid (DIT)¹. En 1986, en unas prácticas de la carrera, conectábamos con X.28 y un módem con acoplador acústico a 300 bps, y mediante X.25 y X.75 lográbamos establecer una sesión con un ordenador remoto de ARPAnet; en ARPAnet conocíamos una cuenta de un profesor amigo contra la que hacíamos envíos de ficheros (FTP) o dábamos órdenes remotas (mediante TELnet). Allí me di cuenta de la espectacularidad de todo ello.

Más tarde me fui a los Estados Unidos seis meses, durante 1989, para seguir estudiando informática teórica. Tenía mi cuenta ya en la universidad americana, donde predominaban los NeXT, aunque también había muchos terminales del tipo X11. Al volver a España, concretamente en junio de 1990, la universidad había dicho que alguien tenía que hacerse cargo de los gastos de comunicaciones de la máquina Goya.

Los orígenes

Así pues, bajo los auspicios de **Pepe Mañas**, fundamos la UUES o asociación de Usuarios de UNIX España (uu.es), destinada a dar soporte a la máquina universitaria conectada a la red EUnet (European UNIX Network)². En 1985, Pepe Mañas se fue a las reuniones del European UNIX Users Group (EUUG) diciendo que él quería ser el representante en España, de modo que montaron la máquina y una vez al día enviaban y recibían todo el correo de y hacia Holanda. Esto se hacía con un correo electrónico que tenía un direccionamiento anterior al actual, puesto que tenías que incluir el nombre de la máquina (se funcionaba sin dominio).

Montamos la UUES como una comunidad de vecinos, organizando a universidades, laboratorios de Investigación,

BBS y todos los que en aquellos momentos utilizaban el correo electrónico en España, y poniéndolos a todos de acuerdo para compartir gastos. Según crecía el uso, los problemas para determinar quién pagaba qué eran cada vez eran más serios. Dos años más tarde llegó la hora de invertir, y los usuarios demandaban una profesionalización que la asociación no tenía. En 1992, los miembros de la EUUG convirtieron estas asociaciones en empresas. Nos fuimos a Utrecht (Holanda), Pepe Mañas y yo, y vimos que suizos, noruegos y austriacos, entre otros, estaban constituyendo sus asociaciones en sociedades anónimas, de modo que nos quedó claro que se tenía que dar un paso más allá del puro amateurismo.

Todos los usuarios compartíamos un nombre: EUnet y, por razones de amistad con la EUUG, estos últimos les prestaban la entidad jurídica, pero no había ningún vínculo formal.

Inicios del primer proveedor comercial español: Goya

En diciembre de 1992 se creó la empresa Goya Servicios Telemáticos SA con 27 accionistas, y se ofreció participación a la gente que había estado relacionada con Goya, a personas del DIT y de la asociación UUES, que colaboraron a título personal con los ahorros de cada uno. En marzo de 1993 dejé Sema Group y me incorporé a Goya junto a Inmaculada Pindado, otra socia que dejó el DIT (directora técnica), y a Francisca Jiménez, nuestra secretaria. Montamos la empresa en un local de 50 m².

Al principio, era de todo menos una empresa. Recuerdo una reunión de accionistas en la que el director general de una empresa dijo: "He oído de todo, pero ¿alguien ha dicho algo sobre ganar dinero?".

¹ El DIT, Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Politécnica de Madrid, era el centro donde tenían instalado el servidor (de nombre) Goya (que más tarde se convertiría en la empresa Goya Servicios Telemáticos), con una comunicación mediante X.25 con Ámsterdam.

² EUnet es el European UNIX Network, red europea de usuarios del sistema operativo UNIX. Está muy extendido en entornos universitarios.

¿Algún hito que quiera destacar especialmente?

Como hombre de negocios, me fascina ver la forma en que el voluntariado supera al interés comercial, la forma en que mecanismos diseñados por tres amigos con la ayuda de colaboradores voluntarios, mecanismos muy simples, pueden competir y vencer a los encorsetados protocolos oficiales y hacer cambiar la manera de pensar de muchísimas personas a la hora de elegir una tecnología no “estandarizada oficialmente”¹¹.

Creo que el Sistema de Nombres de Dominio (DNS) es el mejor invento de Internet. Es una solución técnicamente irrefutable y que no está controlada por los de siempre. Llevo décadas leyendo artículos de que se puede caer y dejar apagada Internet, pero nadie niega que lleva más de 28 años (desde principios de 1982) funcionando sin descanso.

Es propiamente un hito que incluso los mayores fabricantes con capacidad de crear tecnología propietaria y cerrada tengan que plegarse a interconectar a todo el mundo porque se les demanda la filosofía abierta característica de Internet. Esto puede, sin duda, con los intereses de incompatibilidad de muchas empresas... a lo que después se suma el fenómeno Linux de *software* abierto y gratuito, imparable.

¿Qué personajes destacaría, ya sea por su aportación a Internet o por cómo le influyeron a usted personalmente?

- **Pepe Mañas**, por su interés intrínseco por los proyectos novedosos.
- **Ángel Álvarez**, profesor del DIT, por enrollar a Pepe Mañas en aventuras como la UUES. Es un internacionalista convencido, y ha traído el UNIX a la Universidad española. Es un apasionado de la cultura Internet.
- En Europa, gente de toda la vida que han acabado en sitios varios como **Axel Pawlick** (actual director general de RIPE): trajo Internet a Alemania, dedicándole muchos años de su vida. Una vez cubierta su etapa economicista, se retiró a Irlanda y va a

11 Aunque sí de facto, por el alto número de usuarios que la utilizaban.

Nuestros primeros grandes clientes con enlaces dedicados fueron Telefónica I+D, Standard Eléctrica, Sema Group, universidades que querían tener una segunda conexión...

¿Recuerda alguna anécdota de la época?

► Estábamos en la primera oficina de Goya y nos llamó un cliente enfadadísimo porque le habíamos cobrado mucho y diciendo: “Yo utilizo esto y después montaré mis propias redes de fibra óptica...”. Finalmente, le ofrecí una tarifa plana de uso (que no de acceso telefónico) y llegamos a un acuerdo; le registramos un dominio bien sonante y le cambiamos a tarifa plana. Se llamaba **Martín Varsavsky** y estaba montando Jazztel.

► Como Telefónica (no puedo nombrar a otros operadores españoles porque en aquella época no existían) siempre estaba en la retaguardia de Internet, y dado que a lo largo del tiempo he sido de muchas asociaciones, recuerdo que los de Telefónica Data seguían con el estándar OSI. Pertenecíamos a la European E-Mail Association (EEMA) y recuerdo que todas las telefónicas europeas hablaban de OSI en un perfecto diálogo de sordos. El modelo económico al que lleva Internet es de lo más revolucionario, libertario y autárquico, a diferencia de la interconexión entre los operadores. Recuerdo que, cuanto más se lo contábamos, menos les gustaba Internet. Aun llevando ese retraso de años, debemos quitarnos el sombrero delante de los operadores, puesto que, cuando le han dado la vuelta al asunto, han sabido convertirlo en parte fundamental de sus negocios, igual que hizo Microsoft¹⁰.

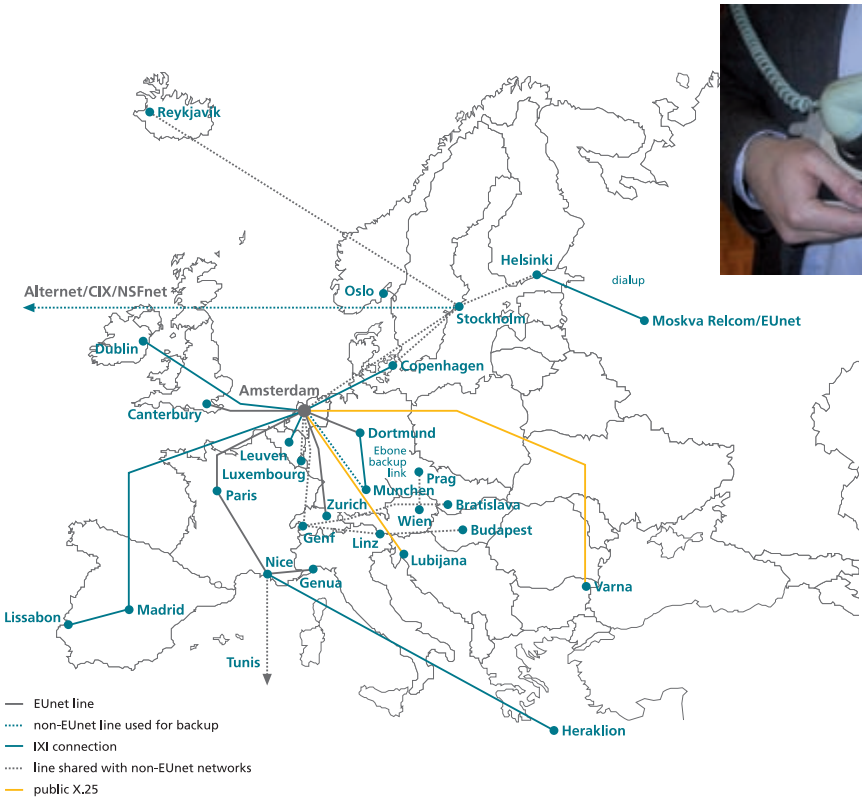
► Recuerdo también como algo curioso que la primera licencia para ofrecer *e-mail* la tuvimos que pedir en el sitio donde expiden las autorizaciones de radiofrecuencia.

► Nuestro principal cliente en Goya durante años fueron compañías del grupo Telefónica, que no ofrecía acceso a Internet.

10 Al ver que su Microsoft Network (mediados de 1995) no podría sustituir a Internet.



Módem de 300 bps con acoplador acústico. (Cortesía de Juan Antonio Esteban)



Detalle de la pionera red EUnet en la que se basaban los accesos a internet de Goya Servicios Telemáticos, 1992.

de modo que los clientes hacían lo mismo. Después se conectaba un par de veces al día y fuimos incrementando la frecuencia de enlaces con Ámsterdam, utilizando los protocolos UUCP-Store & Forward⁶. Nuestro primer servicio fue el correo electrónico y el segundo, las news o intercambio de grupos de noticias (actualmente muy en desuso).

Nuestro primer enlace internacional se realizó compartiendo al 50% el nivel físico de una línea de 64 kbps (X.25 permanente) que tenía RedIRIS con el NIKHEF⁷ de Ámsterdam, aunque ellos utilizaban el protocolo Open Systems Interconnections o protocolo OSI⁸. A partir de ahí, empezamos a comprar más y más ancho de banda, y los primeros servicios *dial-up* en IP los proporcionamos en 1993. Ya en verano de ese mismo año montamos el primer servidor web, sin que hubiera visualizadores⁹. Fue un hito, aunque durante mucho tiempo nos preguntamos para qué serviría...

6 Permiten guardar la información recibida y enviarla hacia el nodo siguiente cuando la conexión lo permita.
7 Centro de Investigación de los Físicos de Altas Energías. Pioneros en el campo *net* como ellos pretendían inicialmente, cambiaron el rumbo de la compañía diametralmente y empezaron a desarrollar programas para la navegación.
8 OSI: Open Systems Interconnection. Conjunto de estándares europeos, que no llegó a arrancar debido a su gran complejidad. A pesar de que todos los operadores lo defendían por ser el estándar aceptado y propiciado por ISO (la Organización Internacional de Estandarización).
9 Clientes html, hoy más conocidos como navegadores web.

Al formar la sociedad local, me coloqué en el Consejo de EUnet Ltd³, en el que estaban representados todos los países de Europa, aparte de otros de Asia y África (recuerdo bien las contribuciones de Noruega, Finlandia, Alemania, Rusia, Polonia, Chipre, Malta, Egipto, Yugoslavia, Checoslovaquia y un largo etcétera). Nos reuníamos en Praga, Milán, Bratislava.

Empezamos a comprar máquinas para separar los activos del DIT de los nuestros. De hecho, el mítico servidor Goya⁴ ha tenido varias encarnaciones. Empezó con una máquina Sun⁵ del DIT, después un HP (1990) y luego, ya en la empresa privada, han sido siempre máquinas Sun con la dirección <http://goya.eunet.es>.

Al principio, Goya hacía una llamada a Holanda para recoger o enviar el correo electrónico y desconectaba,

3 Con sede en Ámsterdam y cuyo NOC (Network Operation Center) estaba en el Mercado de las Flores, actual sede de KPN-Qwest.
4 Que finalmente dio nombre a la empresa.
5 Se refiere al fabricante californiano, Sun Microsystems.

Las décadas de los servicios de Internet 1993-2003 2003-2013



«(...) predecir los avances en infraestructura es relativamente fácil, en cambio hacerlo con las aplicaciones es casi imposible. Han sido las aplicaciones y los servicios los que nos han sorprendido en el pasado. En su mayoría, jamás han podido ser previstas ni anticipadas y “han salido de la nada”. Podemos incluir como ejemplos: el correo electrónico, la Web, las redes *peer-to-peer* para compartir archivos, las redes sociales, los blogs, la generación de música, fotos y vídeo y su uso compartido. Lo que si se puede predecir es la aparición súbita y la explosión de nuevas aplicaciones y servicios, que aún ni anticipamos (...)».*»

Leonard Kleinrock.

Extraído de su discurso de apertura del 20º aniversario de la Internet Society (Ginebra, Suiza), 23 de abril de 2012.

* Las palabras originalmente pronunciadas por Kleinrock fueron: “(...) the infrastructure is easy to predict; with the applications it's almost impossible. It has been the applications and services that have surprised us in the past. They have been mostly unanticipated and 'come out of the blue'. Examples include: e-mail, the web, peer-to-peer file sharing networks, social networking, blogs, music, photo and video generation and sharing. It is safe to predict the sudden appearance and explosion of as-yet unanticipated applications and services (...)”.

A partir del año 2003, la práctica eliminación¹ del mercado de Retevisión-Auna (la única empresa que disponía de móvil, fijo, Internet y televisión y, por tanto, única posible competencia efectiva que tenía el dominante en España) hace que el mercado y la actividad en el lanzamiento de nuevos servicios de conectividad se vea totalmente resentida y disminuya de forma radical. Muy especialmente con la progresiva implantación de la nueva “infovía-con-más-caudal”, que supone el modelo implantado de comercialización de ADSL, la competencia desaparece y el resto de operadores del mercado pasan a ser meros actores de un gran canal de distribución minorista de Telefónica. Por lo que no se produce ni de lejos una competencia efectiva, con lo que la innovación brilla por su ausencia, así como la continuación del despliegue de cable o fibra que tan bien se había iniciado en España a mediados de los noventa.

Por todo ello, realizamos la distinción entre décadas a la hora de estudiar sus mayores hitos: en las primeras (1963-2003) nos focalizamos primero en los protocolos y después en los lanzamientos de los productos de conectividad, bonos, accesos gratuitos, tarifas planas, etcétera, y en el segundo apartado (referente a la década entre 2003 y 2013) nos centramos mucho más en los servicios, buscadores, aplicaciones y utilidades, así como en las personas que han contribuido decisivamente a que en Internet podamos buscar, comparar, recomendar y comprar con naturalidad y sencillez. El reto que nos queda ahora como ciudadanos es extender estos servicios de Internet a Todo (en mayúsculas) el mundo.

¹ En referencia a la entrada en el accionariado de Retevisión de una entidad financiera que trocó sus activos y los vendió por separado: Retevisión móvil –Amena– a France Telecom, alehop/eresMas lo integraron en Orange, todo el transporte de señal de TV lo compró Abertis-Telecom y todos los servicios de voz (directa e indirecta) se los vendieron a Ono, así como todo el negocio del conglomerado de empresas de cable (aunaCable).

2. Cronología de los hitos de Internet, 1963–2003

Años sesenta

1961	JUL	Leonard Kleinrock (del MIT) publica el primer trabajo sobre teoría de colas, sentando las bases teóricas que le llevarían a solicitar tener el centro de mediciones de la red ARPAnet en su laboratorio.
1965	OCT	Se realiza la primera conexión remota entre dos ordenadores mediante la técnica de conmutación de paquetes.
1967		Se publica el plan para la construcción de ARPAnet (la red de ARPA) por Larry Roberts.
1967		Se acuña el término “paquete” para describir la porción de información que viaja por una red. Es una contribución europea del National Physical Laboratory (de Londres).
1969	2 SEP	Se conectan los dos primeros ordenadores que formaron ARPAnet entre las universidades de UCLA y el SRI (California). A finales de 1969 se añade la UCSB y la de Utah. En cuarenta años se ha pasado de cuatro máquinas a centenares de millones.

Años setenta

1972	MAR	Ray Tomlinson desarrolla la primera aplicación de envío y recepción de correo electrónico.
1972	OCT	Robert Kahn organiza la primera gran demostración pública de ARPAnet en Washington.
1974	MAY	Vint Cerf y Robert Kahn, publican el artículo “A protocol for Packet Network Interconnection”, en donde definen claramente el protocolo TCP, considerado como el embrión del resto de protocolos de Internet.
1974	DIC	El término “internet” fue adoptado en el primer RFC sobre TCP publicado (RFC - 675 Internet Transmission Control Program) como una abreviación del término <i>internetworking</i> . Ambos términos se utilizaban de forma intercambiable. En general, una “internet” era cualquier red que utilizara TCP/IP. No fue hasta que ARPAnet se enlazó con la NSFnet a finales de los ochenta que el término fue utilizado como el “nombre de la red” y se escribía en mayúscula (siendo esta la red IP más grande y global).

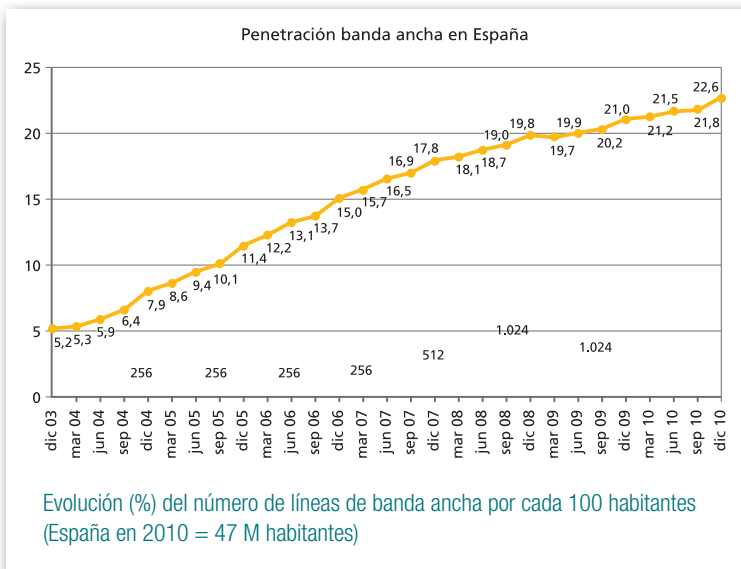
Años ochenta

1981	JUL	IBM presenta el IBM-PC, modelo que durante más de dos décadas ha sido referente y modelo a seguir para la construcción de ordenadores personales.
1982	OCT	Se utiliza oficialmente, por primera vez, el término Internet para designar la red; se impone al original CATEnet (<i>concatenated networks</i>) propuesto y utilizado por Louis Pouzin.
1983	1 ENE	ARPAnet adopta oficialmente el protocolo TCP/IP. Hasta este momento, diversos protocolos hacían funcionar la red (entre ellos, el más importante y extendido era el NCP). Más de 5.000 servidores cambian su protocolo y se adaptan en una operación planificada durante meses y coordinada por Dan Lynch.
1983		Se establece la red EARN, pionera de las redes internacionales en España.
1983	NOV	Paul Mockapetris (de la USC, University of Southern California) desarrolla el sistema de nombres de dominio, más conocido por DNS.
1988	1 ENE	Nace RedIRIS en España, programa del Plan Nacional de I+D que en su inicio gestionó Fundesco; a partir del 1 de enero de 1994 se traspasa al CSIC y posteriormente a Red.es.

Años noventa

1990	JUL	RedIRIS inicia la conexión a Internet de los centros universitarios y de investigación. En diciembre de 1990 ya hay cuatro centros plenamente conectados.
1990	25 DIC	Se produce la primera conexión entre un servidor y un navegador web realizada por Tim Berners-Lee en el CERN.
1991		Tim Berners-Lee desarrolla el primer servidor y cliente de Web también desarrolla el lenguaje HTML en el CERN de Suiza. Deja los programas disponibles y gratuitos en Internet para que puedan descargarse.
1991	MAR	RedIRIS empieza a dar conectividad plena a instituciones académicas y científicas. Fue el llamado servicio de interconexión de redes de área local o Sideral. En diciembre de 1991 el programa ha conectado ya a 30 organizaciones.
1992		Lanzamiento comercial en España de la tecnología RDSI.
1992		Marc Andreessen y Eric Bina desarrollan Mosaic, el primer navegador, en el National Center for Supercomputer Applications (NCSA).
1993		Primer servidor WWW de España registrado en el CERN (donde se inventó la Web) se pone en marcha en la Universidad Jaume I de Castellón. Jordi Adell es el creador de Donde (buscador e índice de recursos web en España) y su impulsor. Anteriormente, y de forma experimental, se había instalado y puesto en marcha el de la Unican (Ángel Camacho) del Departamento de Física de Altas Energías de la Universidad de Cantabria, aunque fue más una prueba muy pionera de descripción departamental que un servicio
1993		Se pone en marcha la “Anella Científica”, red que une a universidades y centros de investigación a altísima velocidad (10 Mbps) interconectando inicialmente seis universidades catalanas. En los años noventa la “Anella Científica” es pionera como red “regional” que une universidades, siendo candidata (en 1996) a los premios europeos Bangemann Challenge (después renombrados como Stockholm Challenge), que finalmente gana la UOC. Aunque en la actualidad pudiera parecer poca velocidad, los armarios que se utilizan entonces para dar 10 Mbps a cada universidad catalana y al CESA (Centro de Supercomputación de Catalunya) son significativamente más grandes que una nevera. En 1998 se migra toda la red a tecnología ATM y en 2003 se vuelve a retomar Ethernet (como el resto de redes académicas europeas).
1993		Se acaba el año con trece servidores WWW en España.
1994		Servicom empieza a operar como ISP.
1994		Netscape Communications lanza su primer navegador: Netscape Navigator (su nombre interno fue Mozilla).
1994	NOV	<i>El Periódico</i> de Cataluña se convierte en el primer medio en permitir la consulta <i>online</i> de su edición periódica de papel, mediante una BBS.
1995	ENE	Después de Goya (Madrid) se crean los primeros ISP: Cinet, Servicom, Abaforum, Asertel, Intercom, ReadySoft (la mayoría en Cataluña).
1995		Sun Microsystems inventa el lenguaje JAVA y lo distribuye gratuitamente en la red.
1995	MAR	Se lanza la versión <i>online</i> del diario <i>Avui</i> , primer periódico español en la Web.
1995	14 JUN	Empieza a funcionar oficialmente <i>La Infopista</i> , uno de los primeros medios digitales.
1995	JUL	Se empiezan a producir los primeros contenidos para la futura Infovía red y el primer directorio de recursos en catalán.
1995	10 JUL	Se celebra la reunión fundacional del capítulo catalán de la Internet Society: ISOC-CAT.
1995	16 AGO	Lanzamiento oficial de la primera versión de Microsoft Internet Explorer v1.0.
1995	24 AGO	Lanzamiento de la colección de servicios internet: MSN (Microsoft Network) junto al lanzamiento de Win-95.
1995	16 OCT	Puesta en marcha de Tlnet (Tarragona Internet), primera <i>free-net</i> . Red de acceso gratuito del país.
1995	OCT	Retransmisión por Internet del rally Cataluña-Costa Brava del RACC. En tres días se generan más de 11.000 visitas internacionales. Es la primera retransmisión en directo de un campeonato del mundo y se realiza desde Barcelona (proveedor: Asertel).
1995	NOV	Lanzamiento de la revista <i>Web</i> .

1995	DIC	Microsoft lanza su primer navegador: MS Explorer.
1996	ENE	FCR pone en marcha el directorio hispano Olé.
1996	14 FEB	La Asociación de Usuarios de Internet (AUI), con Miguel Perez Subías y Javier Solá al frente, inaugura el I Congreso de Usuarios de Internet e Infovía.
1996	15 MAY	Por problemas con la marca, La Infopista pasa a llamarse: Vilaweb.
1996	JUL	OLE SL compra el buscador Olé a la Fundació Catalana per a la Recerca, por 1.200 €. Posteriormente sería el embrión de Terra Networks.
1996	15 SEP	Se lanza la primera página web de la Cambra de Comerç de Barcelona.
1997	3 MAR	Empieza a funcionar Espanix, el nodo neutro de acceso a Internet en España.
1997	27 MAY	Se detiene a los responsables de la página web <i>El jamón y el vino</i> por alojar <i>cracks</i> y <i>software</i> pirata en su página web.
1997	8 SEP	El Ministerio de Fomento obliga a clausurar Infovía el día 1 de diciembre de 1998 y disponer una alternativa.
1997	13 DIC	La Internet Society aprueba su capítulo andaluz: ISOC-ANDA.
1998	26 ENE	La Internet Society aprueba su capítulo aragonés: ISOC-ARA.
1998	21 FEB	Retevisión anuncia que competirá con Telefónica en Internet a partir de abril.
1998	24 FEB	El pleno del Senado español aprueba la creación de una comisión de estudio sobre Internet.
1998	1 MAR	Retevisión adquiere a los mayores (en número de usuarios) proveedores de Internet de la época: Servicom y RedesTB.
1998	12 MAR	Se lanza el primer número del suplemento de nuevas tecnologías de <i>El País</i> : <i>Ciberp@is</i> .
1998	12 MAR	Resolución de la CMT por la que se dispone la sustitución del servicio de acceso a la información Infovía por Infovía Plus el 1 de diciembre de 1998.
1998	15 MAY	Euskaltel lanza el primer servicio de acceso gratuito a Internet de un operador; limitado a los clientes que utilicen su red (Euskalnet).
1998	3 SEP	Los usuarios de Internet españoles se declaran en huelga contra Telefónica.
1998	10 SEP	BT lanza el servicio de acceso a Internet, Interpista.
1998	17 SEP	Retevisión lanza Iddeo como su proveedor de Internet. Por primera vez un ISP tiene red propia de transporte (Retenet). Asimismo, RedesTB y Servicom se integran a la nueva plataforma Iddeo.
1998	11 NOV	Yahoo! aterriza en España con el nombre de Yahoo.es.
1998	1 DIC	Liberalización total del mercado español de telefonía (fija).
1998	15 DIC	Se firma un convenio para generalizar el acceso de los universitarios catalanes a Internet.
1998	DIC	Según CMT (Comisión del Mercado de Telecomunicaciones), hay en España 709 ISP registrados.
1999	13 ENE	Infovía registra aún el 30% de las conexiones solo 4 días antes de desaparecer.
1999	17 ENE	Telefónica cierra el servicio Infovía, que sustituye por Infovía Plus, para permitir la entrada de otros competidores en el mercado.
1999	18 ENE	A las 0.00 horas se desactiva la red Infovía y el histórico acceso mediante el 055.
1999	FEB	Telefónica lanza los bonos de acceso a Internet, Bononet.
1999	4 FEB	BT compra el proveedor de Internet Arrakis por 2.300 millones de pesetas. En este momento, Arrakis tiene 65.000 clientes.
1999	5 FEB	De cada tres accesos a Internet, dos son a una página fuera de España. Casi el 70% del tráfico es pues internacional, dado que los contenidos estan fuera y mayoritariamente en inglés.
1999	11 FEB	El Estado se desprende de las últimas acciones de Telefónica.
1999	20 MAR	ABC presenta <i>Teknológic@</i> , su revista en Internet sobre nuevas tecnologías en la edición digital de ABC.



Este “bloqueo” es fruto de una política que pretendía traer competencia al mercado y cuidar de que el dominante (Telefónica) no aplastase a los nuevos operadores entrantes. La realidad ha ido por otro lado, y en la práctica la Administración pública no ha hecho ni ha dejado hacer; parando totalmente las inversiones del exmonopolio al obligarle a compartir su fibra en caso de instalarla... sin que haya espacio en el mercado para varios operadores de fibra óptica... resultado: *uno por el otro y España sin fibrear*.

Si exceptuamos las ciudades de Barcelona y Madrid, la probabilidad de que el resto de población acceda a la fibra en un tiempo y precio razonables y asequibles es baja o, en la mayoría de los casos, nula.

Analizada esta realidad, podríamos pues caracterizar la década entre 2003 y 2013 más que por las casi nulas novedades en conectividad², por los servicios de Internet que han aparecido y que han cambiado radicalmente nuestro ocio, la manera en que trabajamos, nos relacionamos y colaboramos conjuntamente.

En el próximo apartado se exponen a modo de resumen, ordenado alfabéticamente, los servicios más importantes de Internet

4. Los grandes hitos, servicios, tecnologías y herramientas colaborativas de Internet y sus creadores



Función	Web 1.0 (1997)	Web 2.0 (2012)
Página personal	GeoCities	Facebook
Mensajes cortos	Libros de visitas	Twitter
Buscador web	AltaVista	Google
Enciclopedia online	MSN Encarta Online	Wikipedia
Chatear	IRC vía Java	Chat de Facebook
Ver vídeos online	Real.com	YouTube
Compartir fotos	WebShots	Flickr
Correo electrónico	Hotmail	GMail
Opiniones de expertos	About.com	Quora
Jugar en línea	Zone.com	Juegos Flash

(según su popularidad), así como los emprendedores que los hicieron posibles.

El criterio tomado para la inclusión de cada servicio ha sido su popularidad. Inicialmente, a pesar de que no todos lo cumplen, se seleccionaron los servicios que habían obtenido en algún punto de su existencia 50 o más millones de usuarios. Dichos servicios, no solo hacen referencia a esta década ni únicamente a España, sino globalmente.

Hemos querido resaltar (investigando los orígenes y las fechas de inicio de cada uno de ellos) a los pioneros que pusieron en marcha los servicios, herramientas o redes, como homenaje a todos esos *innovation champions* que, sin nosotros conocerles, nos han cambiado la vida de manera radical.

² Durante doce años, el operador incumbente en España –aumentando la velocidad– ha logrado no variar ni un céntimo el precio final de sus accesos ADSL: 39 € + IVA.

SERVICIO o APLICACIÓN	EMPRENDEDOR o INNOVADOR	AÑO	MES	UBICACIÓN	PAÍS	DESCRIPCIÓN EJECUTIVA
37Signals	Jason Fried, Carlos Segura, Ernest Kim	1999	JUN	Chicago	EEUU	Nombrada así por las 37 señales a partir de los resultados del proyecto SETI de búsqueda de vida extraterrestre impulsado por el profesor Horowitz de Harvard. Su primera aplicación comercial fue Basecamp, siguiéndole Backpack, Campfire y Highrise. Mantienen dos aplicaciones web <i>freeware</i> : Ta-Da List y Writeboard. La plataforma de desarrollo de aplicaciones web de código abierto Ruby on Rails fue creada inicialmente para el uso interno de 37Signals antes de que se hiciera pública en 2004.
ADSL	John Cioffi, Stanford Joe Lechleider (Bellcore Labs)	1988	JUL	Stanford (California)	EEUU	Asymmetric Digital Subscriber Line (Línea de abonado digital asimétrica). Permite una velocidad mucho más alta a través de los viejos y oxidados pares de cobre telefónicos. Esta tecnología ha parado varios quinquenios el despliegue del cable y la fibra óptica que tan bien habían empezado en la segunda mitad de los noventa. La gran ventaja es que está siempre conectado (<i>always on</i>) y que permite a sus usuarios utilizar el teléfono mientras se está navegando por Internet.
alibaba.com	Jack Ma y 17 fundadores	1999	JUN	Hangzhou	China	Uno de los clásicos en Internet en China, orientado al comercio electrónico entre pymes además de estar compuesto por <i>sites</i> de <i>business-to-business</i> , subastas y portales. Así como Alibaba se dedica al B2B, sus filiales: Taobao se especializa en una plataforma de compraventa C2C (<i>consumer-to-consumer</i>), Tmall (B2C) marketplace gigante, eTao (buscador especializado para los compradores online), China Yahoo (portal), Alibaba Cloud Computing (plataforma avanzada de servicios en la “nube”) y Alipay (plataforma de pagos similar a PayPal). El grupo empresarial dispone de 22.000 empleados. El 6 de noviembre de 2007 salió a la bolsa de Hong Kong y el primer día levantó 1.700 millones de US\$, pasando a ser la segunda mayor salida a bolsa de una empresa de Internet después de Google.
Altavista	Paul Flaherty, Louis Monier, Michael Burrows, Jeffrey Black	1995	DIC	Palo Alto (California)	EEUU	Motor de búsqueda desarrollado por Digital, fue el más popular pero declinó con el éxito de Google. Comprado por Yahoo!, se cerró en 2011.
Amazon	Jeff Bezzos	1994	JUN	Bellevue y Seattle (Washington)	EEUU	Una de las más grandes librerías que en la actualidad utiliza su plataforma para vender de todo. Se puede decir que su calidad de servicio y facilidad de uso ha sido fundamental para iniciar a millones de personas de todo el mundo a utilizar y confiar en el comercio electrónico. En abril de 2012 era el décimo <i>site</i> más visitado del mundo y contaba con 56.200 empleados.
Amazon Web Services: EC2	Amazon	2006	AGO	Seattle, (Washington)	EEUU	EC2 es el acrónimo de Elastic Computer Cloud y es el núcleo de los servicios de <i>cloud computing</i> que ofrece Amazon (Amazon Web Services o AWS). Permite alquilar ordenadores virtuales en los que los usuarios puedan ejecutar sus propias aplicaciones. Su gran ventaja es que permite un despliegue en el que se puede escalar de forma muy rápida en la cantidad de ordenadores disponibles y el cobro suele ser por hora de servidores activos. De aquí el término “elástico”, ya que permite poner y quitar servidores con el <i>software</i> que se desee de forma muy sencilla.
Android	Open Handset Alliance	2008	SEP	Mountain View (California)	EEUU	Sistema Operativo para móviles basado en Linux. Google compró al primer desarrollador de la plataforma, la empresa Android Inc., en 2005 y lanzó la alianza para su desarrollo formada por un consorcio de 86 empresas de <i>hardware</i> y <i>software</i> dedicadas a hacer desarrollar terminales abiertos en 2007. En marzo de 2012 se encontraba en aproximadamente 300 millones de terminales, con unas 450.000 aplicaciones.
AOL IM (Instant Messenger)	America Online (AOL)	1997	MAY	Palo Alto (California)	EEUU	Ciente de mensajería instantánea sufragado mediante publicidad. Permite que los usuarios registrados se comuniquen de forma instantánea. En su momento tuvo la mayor cuota de mercado de mensajería instantánea (2006), alcanzando un 52%. A finales del 2011 esta cuota se había reducido a un 0,73%
Apache Servers	Robert McCool	1995	OCT	Delaware	EEUU	El servidor HTTP de Apache es muy conocido por haber desempeñado un rol clave en el desarrollo inicial de la Web. Instalado en más de 100 millones de servidores, fue la primera alternativa al casi monopolio de servidores que al principio ostentó la empresa Netscape. Está desarrollado de forma abierta por una comunidad de desarrolladores distribuida por todo el mundo. Desde 1996 mantiene el liderato de ser el servidor más popular. Y en abril de 2012 el 58,2% de todos los sitios web del mundo utilizaba Apache.
ARCHIE	Peter Deutsch, Alan Emtage, Bill Heelan	1990	JUN	Montreal (Quebec)	Canadá	Permite buscar entre listas de nombres de ficheros en los servidores FTP.
Ares	Alberto Treves y lap3k	2002	JUN	Milán (Italia)	Europa	Ares Galaxy es un cliente P2P para compartir archivos desarrollado en Delphi y en formato de <i>software</i> libre en su versión para Windows. Tiene una mayor facilidad de instalación (comparado con Emule), cosa que finalmente le ha hecho ganar la batalla de las descargas.
ARPAnet (fuera de servicio)	ARPA	1989	AGO	Washington DC	EEUU	Creada en 1969, en 1989 se retira y algunos de sus nodos se reutilizan para NSFnet.
ARPAnet (nacimiento)	ARPA IPTO Bob Taylor, JCR Licklider, Charley Herzfeld	1969	ENE	Boston, (Massachusetts)	EEUU	Nace al conectarse SRI, UCLA, UCSB y la University of Utah. Dura hasta 1990, cuando se da de baja oficialmente, quedando sustituida por los nodos de NSFnet.

SERVICIO o APLICACIÓN	EMPRENDEDOR o INNOVADOR	AÑO	MES	UBICACIÓN	PAÍS	DESCRIPCIÓN EJECUTIVA
Ask.com	Garrett Gruener, David Warthen	1996	FEB	Oakland (California)	EEUU	Servicio de buscador de Internet focalizado en preguntas y respuestas, también conocido como Ask Jeeves y creado en la University of Berkeley, California. Fue desarrollado por Gary Chevsky inicialmente. En 2010, doblegándose ante la poderosa capacidad de Google como competencia en el mercado de buscadores, volvieron al formato original de preguntas y respuestas. Ocupa el puesto 52 de la clasificación global de <i>sites</i> realizada por Alexa.
Asterisk	Mark Spencer (Digium)	1999	JUN	Huntsville (Alabama)	EEUU	Es una plataforma de código abierto que recrea por <i>software</i> las funciones de una centralita telefónica (PBX). Permite que los teléfonos a ella conectados puedan realizar llamadas entre sí, hacia la red pública telefónica conmutada y hacia servicios de voz sobre IP. Aunque inicialmente se desarrolló en EEUU en la actualidad encontramos instalaciones de esta centralita en todo el mundo, debido a su gratuidad.
Baidu.com	Robin Li, Eric Xu	1999	OCT	Pekín (Haidian District)	China	Este gigante asiático ha ido escalando posiciones, siendo el 5.º <i>site</i> más visitado del mundo (segun la clasificación global de Alexa en abril de 2012). Con más de 250 millones de usuarios únicos, representa el 60% del mercado de búsquedas, compitiendo con Google Hong Kong, Yahoo China y Microsoft Bing. En la parte no pública, se le conoce por ser el que mejor aplica las directivas restrictivas de censura de la información impulsadas por el Gobierno chino, eliminando ciertos temas del resultado de las búsquedas y bloqueando por entero un inacabable listado de <i>websites</i> .
Bing	Microsoft Corporation	2009	MAY	Seattle (Washington)	EEUU	Es el buscador de Microsoft lanzado para contrarrestar el casi monopolio ejercido por Google en la primera década del siglo xxi. Anteriormente, el buscador era conocido como Live Search, Windows Live Search y MSN Search.
BitTorrent	Bram Cohen	2001	ABR	San Francisco, (California)	EEUU	P2P descentralizado.
Blogger	Evan Williams, Meg Hourihan,	1999	AGO	San Francisco, (California)	EEUU	Ambos cofundadores crearon la empresa PyraLabs. Fue el primer servicio que ofrecía herramientas para la publicación sencilla de un blog personal. En 2003 fueron adquiridos por Google y su servicio pasó a ofrecerse gratuitamente, teniendo la posibilidad de crear un subdominio web bajo el dominio <blogspot.com>.
booking.com	Andrew Phillippis, Adrian Critchlow	1996	JUN	Ámsterdam (Países Bajos)	Europa	Es la mayor agencia de reservas online a nivel global por número de habitaciones vendidas. Tiene más de 30 millones de visitantes únicos al mes (abril de 2012) que pueden seleccionar entre 180.000 hoteles en 41 idiomas y en 155 países. Comprada por el holding Priceline.com en 1997.
cheaptickets	Michael y Sandra Hartley	1986	JUN	Honolulu (Hawaii)	EEUU	Compañía de servicios de viajes <i>online</i> . Ofrece vuelos y habitaciones de hotel, así como alquiler de coches, paquetes turísticos y hasta cruceros. Actualmente es parte de Orbitz Worldwide.
CNET	Halsey Minor, Shelby Bonnie	1994	MAR	San Francisco (California)	EEUU	<i>Site</i> dedicado a la publicación de artículos y noticias relacionadas con la tecnología. En el año 2008 fue adquirido por la division de medios interactivos de la cadena de television CBS. Gestiona uno de los mayores portales de descarga de programas conocido por <download.com>.
Compuserve	John R. Goltz, Jeffrey Wilkins	1969	JUN	Columbus (Ohio)	EEUU	Compuserve Information Service (CIS) se creó como una empresa de alquiler de ordenadores de tiempo compartido. En 1979 fue el primer servicio comercial en ofrecer correo electrónico y soporte técnico a los incipientes usuarios de ordenadores personales. En 1980 lanzó su chat en tiempo real. Dominó el mercado durante los ochenta y se mantuvo durante la primera mitad de los noventa, cuando fue alcanzado por otros proveedores, como AOL, que ofrecía suscripciones mensuales y no precios por hora. A pesar de no tener inicialmente un nodo ni oficina comercial en España, muchos de los pioneros de Internet de este país iniciaron sus actividades <i>online</i> con este servicio, que ofrecía las funcionalidades de una gran BBS centralizada con correo electrónico. Hasta 1996 fue un sistema cerrado y propietario, hasta que la presión de su base de clientes les obligó a abrir una pasarela hacia Internet. Ese día posiblemente fue cuando Internet tuvo un incremento en su número de usuarios (en 24 h) mayor de toda la historia.
Craigslist	Craig Newmark	1995	JUN	San Francisco (California)	EEUU	Red centralizada de comunidades (organizadas por ciudades) en el que se publicitan gratuitamente anuncios clasificados de todo tipo. Craig lo empezó en 1995 como una lista de distribución entre amigos de San Francisco, listando los eventos locales de la ciudad, hasta que en 1996 pasó el servicio a una página web expandiendo a muchas otras categorías clasificadas por secciones. En el 2000 se expandió a otras ciudades y en 2012 cubría 570 ciudades en 50 países distintos.
Creative Commons	Lawrence Lessig, Hal Abelson, James Boyle, Eric Saltzman, Eric Eldred	2001	JUN	San Francisco (California)	EEUU	Actualmente, Creative Commons (CC) es una organización sin ánimo de lucro con sede en Mountain View (California), dedicada a reducir las barreras legales para poder compartir trabajos creativos. Creando una nueva legislación específica, modular y sencilla que el propio autor escoge para su obra, permite que terceros utilicen y modifiquen su obra bajo unas determinadas condiciones.
Del.icio.us	Joshua Schachter	2003	SEP	Sunnyvale (California)	EEUU	Servicio de <i>“bookmarking”</i> social que permite buscar, guardar y descubrir <i>bookmarks</i> (listas de favoritos). En 2005 fue adquirido por Yahoo!. En 2008 superaba los 5 millones de usuarios y más de 180 millones de URL (direcciones web) comentadas y ordenadas. En 2011 el <i>site</i> fue revendido a AVOS Systems, relanzado y puesto de nuevo a “versión beta”.

trar la serie original: documentos de 1969 en papel que faltaban se escanearon y procesaron para poder disponer de toda la colección completa.

Artículos (en orden alfabético)

- Baran, P., et al., *On Distributed Communications*, Santa Mónica (California), RAND Corporation, 1964; volúmenes I-XI. Explora el uso de la conmutación digital de *message blocks* (los actuales “paquetes”) para las comunicaciones militares. Trabajo iniciado en 1962 para la US Air Force. —, “The beginnings of packet switching: Some underlying concepts”, *IEEE Communications Magazine* (julio 2002), pp. 42-48. Personal visión esta vez por parte de Baran (RAND Corporation) sobre el origen de los conceptos de conmutación de paquetes. Es interesante leerlo conjuntamente con el artículo contrapuesto de Donald Davies (National Physical Laboratory, de Inglaterra), véase Davies, 2001.
- Bell, C. G. y Gemmell, J., “A Call for the Home Media Network”, *Communications of the ACM* 45, 7 (julio 2002), pp. 71-75.
- Bell, C. G. y Gray, J. N., “Digital Immortality”, *Communications of the ACM* 44, 3 (marzo 2001), pp. 28-30.
- Castells, M., *Lección inaugural al programa de Doctorado sobre la Sociedad de la Información*, Universitat Oberta de Catalunya (octubre 2000).
- Cerf, V. y Kahn, R., “A Protocol for Packet Network Intercommunication”, *IEEE Transactions on Communications* 22, 5 (mayo 1974) pp. 637-648.
- Dalal, Y. K. y Printis, R. S., “48-bit absolute internet and Ethernet host numbers”, *Proceedings of the seventh symposium on Data Communications* (octubre 1981), Palo Alto (California).
- Davies, D. W., “An historical study of the beginnings of packet switching”, *British Computer Society Journal* 44, 3 (2001), pp. 151-162. Publicación póstuma, como parte de sus últimas voluntades, en la que expone su visión sobre su importante contribución al desarrollo del concepto de conmutación de paquetes y su postura frente al ahora clásico enfrentamiento sobre la paternidad de dichos conceptos frente a los investigadores americanos del MIT (Leonard Kleinrock) y no en cambio con la RAND Corporation (Paul Baran).
- Davies, D. W.; Bartlett, K. A.; Scantlebury, R. A., y Wilkinson, P. T., “A digital communication network for computers giving rapid response at remote terminals”, *Proceedings of the first ACM symposium on Operating System Principles*, Nueva York, ACM, 1967, pp. 2.1-2.17. Autores que acuñan el término “paquete”.

- Kahn, R., *Communications Principles for Operating Systems*, memorándum interno de BBN (enero 1972).
- Kleinrock, L., “Information flow in large communication nets”, *RLE Quarterly Progress Report* (abril 1962).
- Licklider, J. C. R., “Man-Computer Symbiosis”, *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* vHFE 1, 1 (marzo 1960), pp. 4-11.
- Licklider, J. C. R. y Clark, W., “On-Line Man Computer Communication”, *Proceedings of the AIEE-IRE spring joint computer conference, May 1-3, 1962* (agosto 1962). Referencias a la *inter-galactic network*, visión casi profética de lo que se podría hacer.
- Licklider, J. C. R. y Taylor, R. W., “The computer as a communication device”, *Science & Technology* (abril 1968). Reimpr. agosto 1990.
- Mockapetris, P., *RFC 882. Domain names – Concepts and Facilities*, noviembre 1983, y también en *RFC 883. Domain names – Implementation and Specification*.
- Roberts, L. y Merrill, T., “Toward a cooperative network of time-shared computers”, *Fall AFIPS Conference* (octubre 1966).
- Sanromà, M., *Discurso de investidura de Vint Cerf como doctor honoris caEEUU por la Universitat Rovira i Virgili* (mayo 2000), Tarragona.
- Tomlinson, R. S., “Selecting sequence numbers”, *Proceedings of the 1975 ACM SIGCOMM/SIGOPS workshop on Interprocess Communications* (enero1975), pp. 11-23.
- Veà, A., “The unknown history of the Internet. Engineering the worldwide WiWiW project”, *HISTELCON 2010, Proceedings of the IEEE Congress in Madrid* (septiembre 2010).

II. Breve glosario

Definición rápida de alguno de los términos más comunes

Por su frecuencia de uso en el texto, se han definido concisamente algunos términos que, una vez conocidos, facilitarán la lectura. No pretende ser para nada un glosario extensivo, sino un pequeño punto de apoyo al lector.

APNIC: organización que asigna bloques de direcciones IP a los proveedores de la región de Asia-Pacífico. Junto con ARIN en Norteamérica y RIPE-NCC en Europa formaron ASO (Organismo de Soporte a Direcciones) en 1999.

ARIN: American Registry for Internet Numbers. Es el Registro Regional de Internet para la América angloparlante. Establecida en 1997, es una organización sin ánimo de lucro. Administra las direcciones IP versión 4 y versión 6, los números de sistemas autónomos y otros recursos de red. Asimismo, AfriNIC y LACNIC, puestas en marcha más tarde, hacen lo propio en África, Sudamérica y Caribe.

ARPAnet: programa de redes experimentales iniciado en febrero de 1966 por Bob Taylor dentro de la oficina IPTO de ARPA. Su objetivo era explorar el intercambio de recursos informáticos y la validez de las comunicaciones por conmutación de paquetes y no sobrevivir a un ataque nuclear, como muchos libros indican.

AT&T: American Telephone and Telegraph. Operadora americana de telecomunicaciones. Provee servicios de voz, video, datos e Internet a negocios, clientes y agencias del Gobierno. Durante su larga historia, AT&T ha sido, en ocasiones, la compañía telefónica más grande del mundo, el operador de televisión por cable más grande de los Estados Unidos y hasta fue clasificado como un monopolio y dividido en partes. Durante 2005 se une a su competidor SBC Communications.

BBN: BBN Technologies (originalmente Bolt, Beranek and Newman) es una empresa de tecnología situada en Cambridge, Massachusetts, EEUU. Es sobre todo conocida por su trabajo en el desarrollo de la red de conmutación de paquetes ARPAnet. Algunos de los desarrollos notables en el campo de las redes realizados por BBN son la implementación y mantenimiento de ARPAnet, el primer correo electrónico enviado de persona a persona y la elección del signo @ en la dirección de los correos, el primer router con IP y trabajos en el desarrollo del TCP. Otras innovaciones bien conocidas de BBN son la creación del primer sistema de tiempo compartido (*timesharing*), el lenguaje de programación Logo o el sistema operativo TENEX.

BITnet: fue una red internacional de ordenadores auspiciada y subvencionada por IBM que unía centros docentes y de investigación. Ofrecía servicios interactivos de correo electrónico y de transferencia de ficheros utilizando un protocolo de almacenaje y reenvío basado en protocolos propietarios de IBM. En Europa se llamó EARN. Más tarde se conectó a Internet a través de una pasarela de correo electrónico.

ccTLD-nTLD: Country Code o National Top Level Domain. Dominios de primer nivel nacionales o con código de país. P. e: “.pt” para Portugal, “.fr” para Francia o “.tg” para Togo.

CORE: Internet Council of Registrars. Consorcio de registradores de Internet. Se constituyó en Barcelona el 3 de octu-

bre de 1997 en el marco de ExpolInternet y tiene sede en Ginebra (Suiza). Su propósito es el de operar un sistema de registro compartido entre los registradores y facilitar su trabajo, abaratando los costes para todo el sector.

CPYnet: primitivo programa de transferencia de ficheros desarrollado experimentalmente en BBN. Permitía escribir y leer ficheros en ordenadores remotos. Fue utilizado por Ray Tomlinson como pieza inicial para crear el primer correo electrónico a través de una red.

Cyclades: pionera red francesa creada por Louis Pouzin y su equipo en el marco de IRIA, que mejoraba y superaba las limitaciones de ARPAnet. Los conceptos allí desarrollados sirvieron, tal como reconoce Vint Cerf, para la creación del TCP.

EARN: European Academic Research Network. Red académica subvencionada totalmente por IBM que unía muchos de los centros universitarios que disponían de este tipo de máquinas. Era el equivalente europeo a BITnet. Véase la entrevista a Josep Maria Blasco.

EGP: Exterior Gateway Protocol (protocolo de encaminamiento exterior). Se utiliza para intercambiar información de enrutamiento entre sistemas autónomos (formados por distintas redes gestionadas con una misma política). El protocolo más utilizado para configurar un EGP es BGP (Border Gateway Protocol).

Euro-ISPA: Asociación de proveedores de Internet Europeos.

DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency (o agencia de investi-

oficiales, comenzaron a publicarse el 7 de abril de 1969 (justo el día después de que naciera quien este libro escribe). Cada una de las notas es un documento cuyo contenido es una propuesta oficial para un nuevo protocolo de la red Internet (originalmente de ARPAnet), que se explica con todo detalle para que en caso de ser aceptado pueda ser implementado sin ambigüedades. Cualquiera puede enviar una propuesta de RFC (a diferencia de los comités de estándares, en los que únicamente son los representantes de cada país quien tiene potestad para hacerlo). Posteriormente es la IETF quien decide finalmente si el documento se convierte en una RFC o no. Ejemplos son el protocolo IP, que se detalla en el RFC 791, el FTP en el RFC 959, y el HTTP (el de la Web, escrito por Tim Berners-Lee) en el RFC 2616.

RIPE-NCC: organización delegada en el ámbito europeo que se encarga de la asignación de bloques de direcciones

IP a los proveedores de servicios Internet en Europa.

Routing tables: o tablas de direccionamiento permiten a los *routers* realizar adecuadamente su trabajo de encaminar/enrutar los paquetes desde su origen hacia su destino final.

SATnet: al igual que ARPAnet, red de conmutación de paquetes terrestre, se desarrollaron otras redes con tecnologías de acceso totalmente distintas, como son SATnet, por satélite, o PRnet, que funcionaba vía radio. En 1977 se realizó el primer experimento uniando las tres.

sTLD: Sponsored Top Level Domain, o dominios de alto nivel esponsorizados. P.e: “.cat” “.aero” “.museum”, etc...

TENEX: TEN-EXtended. Sistema operativo de tiempo compartido para el ordenador de Digital PDP-10.

TCP: Transport Control Protocol. Protocolo original creado por Vint Cerf y Bob Kahn en un hotel de Palo Alto cercano a la Stanford University (California)

en 1973 y que en 1983 pasó a ser el estándar oficial del Departamento de Defensa. Desde ese momento no ha parado de crecer y extenderse. Inicialmente en ARPAnet, después en la NSF-net y finalmente en Internet.

TCP/IP: lenguaje común y compartido por todos los ordenadores conectados a Internet, fruto de la separación de ciertas funciones que inicialmente tenía el TCP.

TLD: Top Level Domain. Dominio de más alto nivel. Al ser los dominios un sistema jerárquico, el de mayor nivel es el que está más a la derecha cuando se lee <http://book.WiWiW.org> en este caso “.org” sería el dominio de más alto nivel, “wiwiw” el dominio y “book” un subdominio.

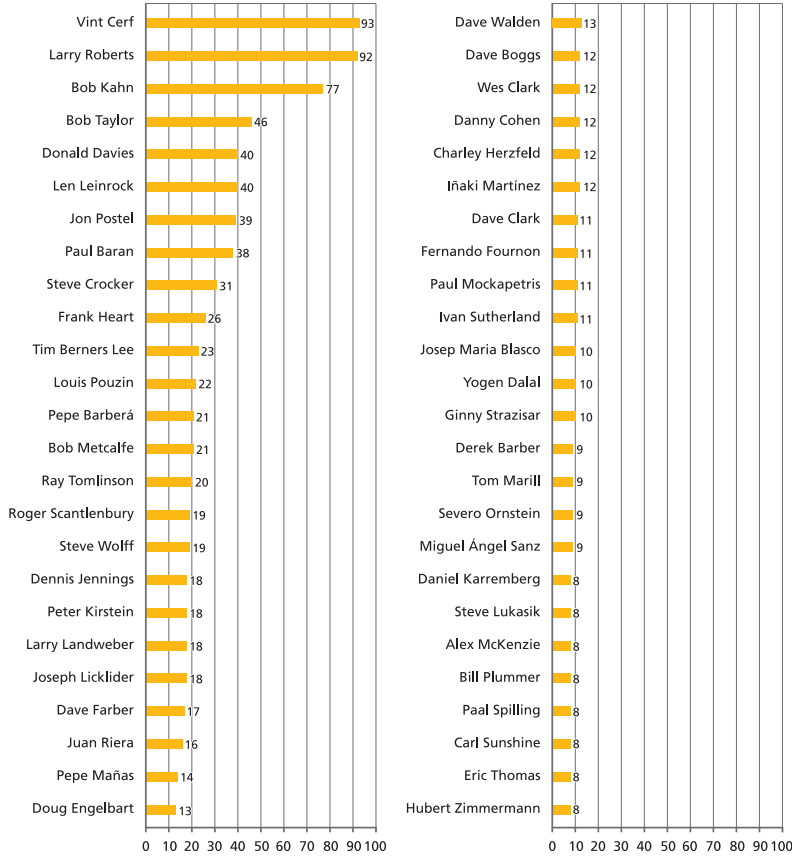
UDP: User Datagram Protocol. Utilizado para aplicaciones en tiempo real (videoconferencias, voz, etc.) complementando al TCP, que es mucho más pesado y complejo y, por tanto, no válido para aplicaciones de este tipo.

III. Personajes por orden alfabético y frecuencia de aparición

A lo largo del libro hacemos referencia a un total de 735 personajes de Internet distintos; entre pioneros, inventores, desarrolladores, tecnólogos, divulgadores y personas que acogieron muy tempranamente la tecnología de Internet y la adoptaron en sus países.

Histograma: número de veces que la persona es citada a lo largo del libro. Se reflejan en la gráfica únicamente aquellos personajes (50) que aparecen 8 o más veces.

Podemos observar que tanto Vint Cerf, Larry Roberts como Bob Kahn (los cariñosamente llamados “padres de Internet”) destacan de manera especial en la frecuencia (93, 92 y 77, respectivamente) de ocasiones en que el autor u otros personajes les nombran en sus explicaciones. A continuación, y a modo de índice onomástico, se enumeran los 735 personajes que conforman este libro, indicando las correspondientes páginas en donde les podemos encontrar. 518 de ellos tan solo aparecen una vez y 87, dos veces. Dado que la metodología WiWiW desarrollada siempre implica que una persona sea citada tres o más veces por otros para poder ser candidato a ser entrevistado, podríamos decir que el libro se centra en “tan solo” 130 personajes, de los que se han seleccionado 40, de los que reproducimos sus entrevistas editadas y resumidas en un formato ejecutivo.



Histograma: número de veces que la persona es citada a lo largo del libro. Se reflejan en la gráfica únicamente aquellos personajes (50) que aparecen 8 o más veces.