

# Rincón de Internet

**Este año la concesión del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Tecnológica ha recaído de forma unánime en Lawrence Roberts, Robert Kahn, Tim Berners-Lee y Vint Cerf por haber diseñado y realizado un sistema, Internet, que está cambiando el mundo al ofrecer posibilidades antes impensables para el progreso científico y social.**

*De la misma forma que los sistemas de tiempo compartido han permitido a cientos de usuarios compartir los recursos hardware y software unos con otros, las redes que conecten docenas de estos sistemas permitirán la compartición de recursos entre miles de usuarios.*

Larry Roberts, ARPA Program Plan 723, 3 de Junio de 1968.

*Fue la noche antes del comienzo y a lo largo de toda la red,*

*Ni un paquete se movía, ni un bit ni un octeto.*

*Los ingenieros agitaban las tarjetas con desespero,*

*Temiendo que un chip malo se fundiera entre llamaradas.*

*Los vendedores se acurrucaban muy cómodos en sus camas,*

*Mientras visiones de redes de datos bailaban en sus mentes...*

*Vint Cerf (de la RFC 968, parodiando 'T was the night before Christmas' de Clement C. Moore). Diciembre 1985*

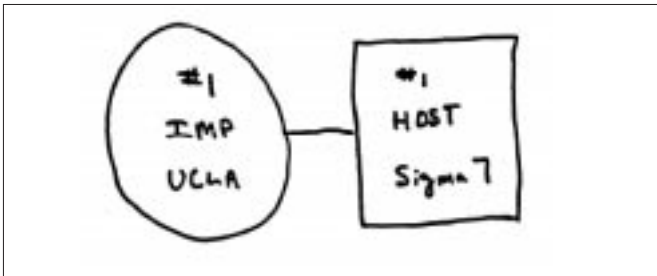
## Los orígenes de Internet y sus protagonistas

**D**escubrir sus aportaciones y seguir las trayectorias entrecruzadas de las vidas de estos y otros tantos célebres nombres es escribir la historia misma de una red, Internet que en menos de 30 años desde su nacimiento ha cambiado el mundo por completo. Dedicado a los padres de Internet...

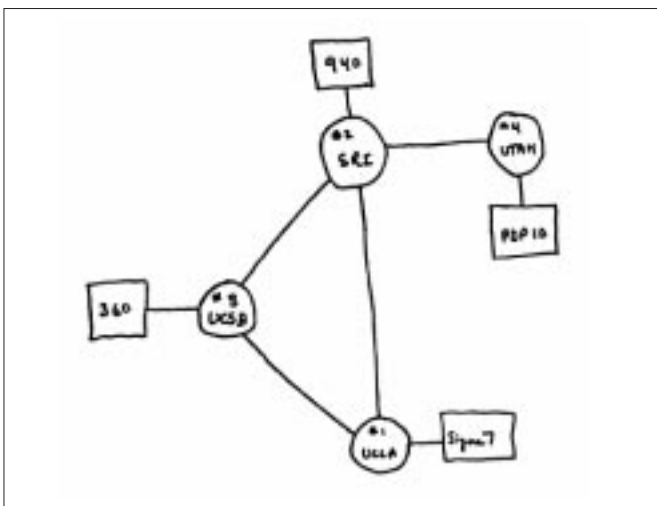
Para descubrir el origen de Internet hemos de remontarnos a 1961, año en el que Leonard Kleinrock publica en el MIT (Massachusetts Institute of Technology o Instituto de Tecnología de Massachusetts) el primer documento sobre la teoría de conmutación de paquetes mostrando una nueva alterna-

tiva a las habituales, hasta la fecha, de conmutación de circuitos. En 1962 J.C.R. Licklider también en el MIT empieza a trabajar sobre el concepto de *Red Galáctica*, en esencia muy parecido al de la actual Internet. Licklider fue el primer responsable del programa de investigación en ordenadores de la agencia gubernamental DARPA (Defense Advanced Research Project Agency o Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados para la Defensa), dependiente del Departamento de Defensa de los EE.UU. (En aquellos momentos se denominaba ARPA).

**Lawrence G. Roberts**, allá por 1965, realizaba una experiencia pionera en el MIT mediante la que conectó un ordenador en Massachusetts con otro en California a través de una línea dedicada de la red telefónica a 1.200 b.p.s., en lo que podría considerarse la primera red WAN (Wide Area Network) de la Historia. Kleinrock, entonces trató de convencer a Roberts de la viabilidad de sus teorías y su mejor adecuación para la comunicación entre ordenadores. En 1966, **Roberts** se incorpora a ARPA, llegando a suceder a Licklider. Partiendo de la aplicación de la teoría de conmutación de paquetes de Kleinrock, **Roberts** publica en 1967 un plan para el desarrollo de una red de ordenadores basada en conmutación de paquetes a gran escala, y que se denominaría ARPANET. En plena guerra fría, la posibilidad de una red basada en una tecnología tal que asegurase que, aunque parte de sus nodos fueran destrui-



Septiembre 1969. Primer ordenador host según el esquema de Larry Roberts



Diciembre 1969. Estructura original de Arpanet tal y como la esquematizaron Larry Roberts y su equipo

dos, la información llegara finalmente a su destino, era de alto interés estratégico.

En 1968, tras sacar las especificaciones definitivas de ARPANET el contrato para el desarrollo de los IMPs (Interface Message Processors o procesadores de mensajes de interfaz) o conmutadores de paquetes, en definitiva, es ganado por la empresa BBN (Bolt Beranek & Newman).

Tras pasar por los Bell Labs y el MIT como profesor de ingeniería eléctrica, **Robert Kahn** recaló en BBN, donde trabajó en los IMPs de ARPANET. En septiembre de 1969, BBN instala el primer IMP en la Uni-

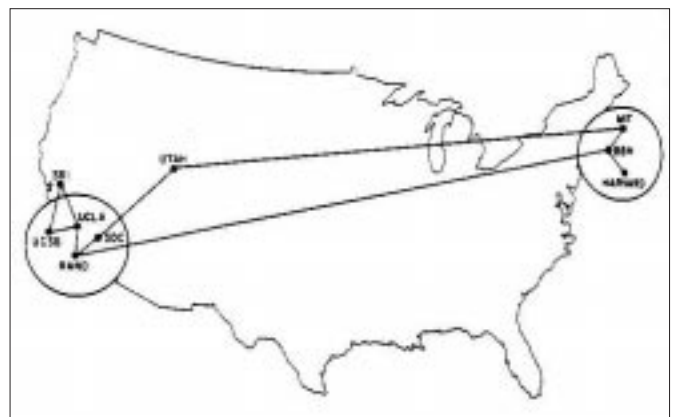
versidad de California en los Angeles (UCLA) constituyéndose, de esta forma, y del tamaño de una nevera, el primer ordenador *host*. A este, le siguió otro en el SRI (Stanford Research Institute o Instituto de Investigación de Stanford) y un mes más tarde se realizaba la primera transmisión entre ambos *hosts*. Posteriormente se añaden dos nuevos ordenadores, uno en la Universidad de California en Santa Bárbara (UCSB) y el otro en la Universidad de Utah, quedando conectados mediante líneas a 50 kbps, siendo considerada esta topografía como el embrión de Internet. Ese mismo año aparece la primera de

las RFC (Request for Comments), los documentos abiertos a la comunidad Internet, en los que van quedando reflejados los protocolos de la Red.

Se siguen incorporando ordenadores y en 1970 se publica el primer protocolo *hosta host* inicial para ARPANET, el NCP (Network Control Protocol o Protocolo de Control de Red), en cuyo diseño y desarrollo había estado involucrado **Vint Cerf**. En 1971 con el NCP implementado en los nodos existentes, que llegan ya al número de 15, se comienzan a desarrollar las primeras aplicaciones. Así, en 1972 Ray Tomlison, de BBN, ante la necesidad de un mecanismo sencillo de coordinación entre los ordenadores escribe el software básico de transmisión de mensajes. Surge así el correo electrónico y con él la @ con el significado de “at” (o “en” en español) para separar el nombre de usuario del de la máquina en una dirección. Meses después, Lawrence G. **Roberts** escribe el primer programa de utilidad de correo electrónico para leer, almacenar, reenviar y responder a los mensajes. Por aquel entonces **Kahn** organiza

en Washington la primera demostración pública de ARPANET, que cuenta ya con 40 ordenadores conectados, resultando un éxito rotundo. Este mismo año se realiza el primer *chat* y surge la especificación del *Telnet* (conexión remota). A partir de ahí, **Robert Kahn** fue contratado por **Roberts** y comenzó a trabajar en DARPA introduciendo la idea de arquitectura de red abierta en el que cualquier ordenador pudiera comunicarse con cualquier otro con independencia de las configuraciones hardware y software que tuvieran, lo que resume en cuatro principios fundamentales:

- Conectividad entre redes: Debería ser posible conectar redes diferentes sin que hubiera que realizar modificaciones internas en ninguna de ellas.
- Distribución: No debería existir ningún control ni administración central.
- Recuperación de errores: Si un paquete no llega a su destino, debería ser vuelto a transmitir desde el emisor.
- Diseño de cajas negras. Para interconectar las redes se usarían cajas negras, las *gateways*



1970. La red Arpanet

y routers. Para mantener su simplicidad, las *gateways* no deberían almacenar información alguna sobre los flujos individuales de los paquetes.

Pero este enfoque hace necesario realizar cambios en el NCP que no contemplaba la capacidad de direccionamiento más allá de un destino IMP en ARPANET. En 1973 **Kahn** pide a **Vinton Cerf** que conocía bien el protocolo NCP que se incorpore al proyecto. En este punto, **Cerf** y **Kahn** comienzan a trabajar juntos en el diseño detallado de un protocolo que cubriera las necesidades de un entorno de red abierto proporcionando comunicaciones fiables extremo a extremo. Mientras, surge la especificación del FTP (File Transfer Protocol o Protocolo de Transferencia de Ficheros). Fruto de su trabajo conjunto, en 1974, **Cerf** y **Kahn** presentan el protocolo TCP (Transmission Control Protocol o Protocolo de Control de la Transmisión). TCP proporcionaba los servicios de transporte y reenvío permitiendo una transmisión totalmente fiable pero basada en un envío secuencial de los datos (modelo de circuito virtual). Sin embargo, la investigación en nuevas aplicaciones de red avanzadas mostró que había casos en los que la corrección de pérdidas de paquetes no debería ser realizada por TCP sino la propia aplicación. Esto llevó en 1978 a **Vint Cerf** a desdoblarse el protocolo TCP original en dos nuevos protocolos, surgiendo así el célebre TCP/IP: IP (Internet Protocol o Protocolo de Internet) se encargaría de dar dirección y enrutar los paquetes mientras que el nuevo TCP sería el

responsable de la comunicación extremo a extremo. Así, en el caso de no ser necesario el control del flujo y recuperación de los paquetes perdidos al nivel de TCP, un protocolo alternativo UDP (User Datagram Protocol o Protocolo de Datagramas de Usuario) ocuparía su lugar bajo el IP.

En 1981 comienzan a aparecer otras redes en paralelo a ARPANET y vinculadas a la comunidad científica. Surge así BITNET (Because It's Time Network o "Porque ya es Hora de la Red") en la Universidad de Nueva York, CSNET (Computer Science Network o Red Informática) como red cerrada de la comunidad informática académica y sin acceso a ARPANET y EUNET (European Unix Network o Red Unix Europea) con conexiones en Suecia, Dinamarca, Holanda y UK en 1982, año en el que DARPA decide que TCP/IP serían los protocolos oficiales de ARPANET.

El 1 de enero de 1983 se completa la transición de NCP a TCP/IP y en ese mismo año ARPANET se escinde en dos: MILNET (que con 68 de los 113 nodos existentes pasaba a ser una red 100% militar) y la nueva ARPANET con los nodos restantes.

En 1984 aparece DNS (Domain Name System o Sistema de Nombres de Dominio) de forma que los usuarios ya no tienen que recordar las "rutas" a los sistemas y que acabará convirtiendo a su gestor Jon Postel, en la Universidad de Marina del Rey en California, en el "dios de Internet".

En 1986 la NSF (National Science Foundation o Fundación Nacional para la Ciencia) lan-

za NSFNET como *backbone* que mantiene la infraestructura operativa existente de ARPANET y se perfila como la red para dar servicio a la comunidad investigadora y académica en general.

En 1989 el británico **Tim Berners-Lee**, que se encontraba trabajando como consultor en el CERN (Laboratorio Europeo de Física de Partículas) en Ginebra se cuestionaba como llevar a cabo el seguimiento de grandes proyectos, lo que le llevo a considerar "un sistema de información vinculada que permita ver la estructura real de la organización" y su invención de la WWW (World Wide Web o Telaraña de Cobertura Mundial), un sistema hipertexto basado en Internet para la compartición global de información que coincidía en la idea de apertura y distribución de Kahn al ser capaz de ser ejecutado en cualquier tipo de ordenador y distribuido en toda la red de comunicaciones. Así mismo, en 1990 escribió los primeros cliente y servidor web, naciendo el "navegador". El CERN declara la tecnología *web* de dominio público de forma que cualquiera pueda ya utilizarla y mejorarla. A partir de ahí WWW acabará convirtiéndose en sinónimo de Internet. Mientras, varios países de todos los continentes, entre ellos España, comienzan a conectarse a NSFNET.

ARPANET ya ha dejado de existir. Ha nacido Internet. El resto, ya es historia...

**Lawrence Roberts** tras su paso por ARPA fundó Telenet, la primera operadora de datos a través de conmutación de paquetes que llegaría a desarrollar el protocolo X25. Posteriormente ha sido presidente y CEO de

## Direcciones de interés

Fundación Príncipe de Asturias

<http://www.fpa.es>

Lawrence Roberts <http://www.packet.cc/>

Robert Kahn

<http://www.cnri.reston.va.us/bios/kahn.html>

Tim Berners-Lee

<http://www.w3.org/People/Berners-Lee/>

Vint Cerf

[http://www1.worldcom.com/global/resources/cerfs\\_up/](http://www1.worldcom.com/global/resources/cerfs_up/)

numerosas empresas, entre ellas DHL o ATM Systems donde lideró el desarrollo del protocolo para ATM sobre Ethernet "Cell In Frames". En la actualidad es presidente de la compañía Caspian Networks, un importante centro de investigación aplicada.

**Robert Kahn** continuó a lo largo de los años trabajando en el desarrollo de Internet a través de tareas de estandarización. A mediados de los 80 acuñó el término National Information Infrastructure-Infraestructura de Información Nacional (NII), que con posterioridad dio origen al de "Super Autopista de la Información". En 1986 tras trece años en DARPA creó la CNRI Corporación para las Iniciativas de Investigación Nacionales (Corporation for National Research Initiatives), organización de investigación en el campo del desarrollo estratégico de las TICs de la que es presidente en la actualidad. Así mismo es miembro de la Academia Nacional de Ingeniería y del comité asesor sobre tecnologías de la información del presidente de los EE.UU.

**Vint Cerf** abandona ARPA en 1982 y se incorpora a MCI donde se responsabiliza de la ingeniería de MCI Mail, primer servicio comercial de correo

electrónico para Internet. En 1986 coincide de nuevo con Kahn en CNRI donde vuelven a trabajar juntos en diversos proyectos, entre ellos en un nuevo concepto los "Knowbots" o Robots de Conocimiento. Llega a ser presidente del IAB (Internet Architecture Board o Consejo de la Arquitectura de Internet) y en 1992 funda la Internet Society para dar soporte a la comunidad de Internet de la que fue primer presidente y ha venido ocupando diversos cargos hasta la actualidad. En 1994 vuelve a incorporarse a MCI como vicepresidente. En la actualidad es Vicepresidente Senior de Arquitectura Internet y Tecnología en Worldcom, además de respetado y destacado embajador de Internet entre cuyos últimos proyectos figura el diseño de la Internet Interplanetaria con el Jet Propulsion Laboratory de la NASA (ver Bit nº117). **Tim Berners Lee** se incorpora en 1994 al MIT siendo en la actualidad catedrático de informática. Así mismo es Director del W3C Consortium desde su fundación. Ellos son los cuatro protagonistas y galardonados con el Premio "Príncipe de Asturias", pero como Vint Cerf nos recordó hay otros nombres (y que por razones de espacio no hemos podido mencionar) que comparten reconocimiento en la larga lista de inventores de Internet.

**Juan José Sánchez Aguilá-Collantes**

• Ingeniero de Telecomunicación por la UPM

**Tras esto, no podíamos quedarnos sin la opinión autorizada de algunos de los protagonistas de esta historia. Es por ello, y por supuesto a través de su "hija" que entrevistamos a Lawrence Roberts y a Vint Cerf, padres de Internet, para que nos contaran en primera persona como vivieron esos momentos tan apasionantes y que puede depararnos este futuro en Internet. Con ustedes, Larry Roberts y Vint Cerf.**



**Lawrence G. Roberts**

**Juan J.S. Aguilá-Collantes (JJSAC):** *El Premio Príncipe de Asturias es de un gran prestigio. ¿Cómo se sienten y qué representa para ustedes este galardón?*

**Larry G. Roberts (LGR):** Es un gran honor recibir este galardón de tan prestigiosa Fundación y con un jurado tan prestigioso. Recientemente he dado una conferencia en el Centro de Supercomputación de Cataluña. Tanto el país como la gente me han encantado y comprendo la importancia de Internet en España.

**Vinton Cerf (VC):** Todos mis colegas españoles y también los de América Central y Latinoamérica me han felicitado y también han subrayado el gran honor de este reconocimiento. Claramente es un premio muy prestigioso y uno sólo tiene que pasar revista a la lista de galardonados en el pasado así como también aquellos que más recientemente han comunicado sus agradecimientos. Desde el punto de vista personal es grato que mis contribuciones a Internet sean tan altamente reconocidas por una parte pero por otra parte con humildad, pues es sabido que ninguno de los éxitos que Internet ha experimentado habría sido posible sin el compromiso a largo plazo de tanta gente involucrada, por no hablar de los cientos puestos por personas como Leonard Kleinrock,

Donald Davies, Paul Baran, Louis Pouzin, Stephen Crocker, Jon Postel, los equipos de Bolt Beranek and Newman, Collins Radio, SRI International, University College London, MIT, UCLA, USC/ISI y tantos otros.

**JJSAC:** *Su papel predominante en la fundación de Internet es de sobra conocido y ampliamente reconocido pero si volvemos a la época en que llevaron a cabo sus investigaciones, ¿Eran ustedes capaces de prever de alguna forma la completa revolución a escala mundial que finalmente ha supuesto Internet en menos de 30 años?*

**LGR:** En un sentido sí. Yo pretendía que mediante la conexión de todos los ordenadores del Mundo, de forma que cualquier persona pudiera acceder a cualquier información o trabajo de investigación en cuestión de segundos, el progreso de la civilización, la libertad y la ciencia avanzarían tremendamente más rápido que únicamente a través del medio impreso. También esperaba que el correo electrónico llegaría a ser importante para los negocios y que las redes de conmutación de paquetes serían el *backbone* para la voz y el vídeo además de los datos en el futuro.

Pero en otro sentido, no. No esperaba que hubiera millones de PCs en el Mundo aparte de los *main frames* con los que comenzamos. Así que no fui capaz de adivinar que habría tal aceptación pública de Internet y una conversión tan masiva al correo electrónico y la web.

**VC:** Yo no podría reivindicar haber previsto los resultados de este trabajo cuando comenzó a finales de los 60 y principios de los 70. Sin embargo, yo tenía un fuerte convencimiento de que la tecnología sería altamente beneficiosa primero para el ejército de los Estados Unidos (y creo que así ha sido), luego para la comunidad académica



**Vinton Cerf**

(y efectivamente el uso de ARPANET se hizo extensible a muchas universidades, luego NSFNET y de forma más generalizada Internet), y finalmente para el sector de los negocios y los individuos. Una gran parte de mi trayectoria profesional la he pasado promoviendo el empleo de Internet y de sus protocolos y tecnología en todos los sectores y la creciente base de usuarios y el evidente desarrollo espontáneo de nuevas aplicaciones ha resultado ser enormemente grato. Gran parte de la creatividad proviene de los usuarios por sí solos y eso, en sí mismo, es la convalidación de la apertura con la que Internet fue desarrollada. Internet continúa evolucionando por vías que no son particularmente previsibles pero yo confío en que nos llevaremos muchas sorpresas sobre su utilización y aplicación en las próximas décadas.

**JJSAC:** *En cualquier caso, debió ser impresionante. De vuelta al presente, es admirable poder contemplar que todos ustedes continúan muy activos en campos relacionados con Internet. ¿En qué radican sus principales intereses a los que están dedicando su tiempo en la actualidad?*

**LGR:** Fundé Caspian Networks para finalmente, después de 30 años, mejorar la conmutación IP

# Rincón de Internet

---

haciéndola más inteligente, y de esta forma abaratando los costes y haciéndola más escalable, fiable y con más capacidad. El nuevo conmutador que estamos verificando reducirá el coste 10 veces, permitirá el escalado de los *routers* a cualquier tamaño, sin parar, y soporta voz y vídeo con una calidad perfecta.

**VC:** Mi trabajo "diario" es en WorldCom donde soy el responsable de la Arquitectura y Tecnología para nuestros servicios de voz, datos e Internet. También tengo un compromiso con el Jet Propulsion Laboratory donde trabajo con un grupo de ingenieros en el diseño de la Red Interplanetaria. También soy el presidente de la junta directiva del ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). Pertenezco a unas cuantas juntas directivas de empresas y organizaciones sin ánimo de lucro y a unos cuantos comités gubernamentales. Todo esto me tiene

continuamente viajando y desde luego nunca pierdo la oportunidad de hacer cosas.

**JJSAC: Y mirando de cara al futuro, ¿Cuáles piensan que serán los próximos aspectos clave y tendencias venideras en el desarrollo de Internet?**

**LGR:** Internet mejorará con la nueva tecnología de conmutación, como la que Caspian fabrica, hasta llegar a ser la única red para todo tipo de comunicaciones. Se hará factible el soporte de las comunicaciones de vídeo de forma tan económica como hoy lo son las de voz, permitiendo así a la mayoría de la gente utilizar Internet para voz o vídeo en cualquier momento, en cualquier sitio.

**VC:** Parece estar claro que los modos de operación inalámbricos serán cada vez más útiles – ya que esperamos estar online la mayor parte del tiempo bien sea cuando estamos en el coche, andando o moviéndonos

en casa. Espero que el reconocimiento del habla y el posicionamiento global también se integre en el entorno de Internet junto con los medios - teléfono, televisión y radio, dirigiéndonos a un entorno de gran riqueza en el que Internet evolucionará. La gestión de la propiedad intelectual, privacidad, protección de la identidad personal, los impuestos, la resolución de disputas y un amplio rango de otros asuntos, sociológicos, económicos y legales también ilustrarán el modo en que Internet se perciba y el camino de su desarrollo. Estoy fascinado con todas las posibilidades pero también preocupado por lo complejo que parece.

**JJSAC: Y para terminar, ¿Hay algún mensaje que les gustaría enviar a la comunidad de Internet ahora?**

**LGR:** Partiendo de que Internet está mejorando en calidad, coste y capacidad muy rápidamente, hay

enormes oportunidades para desarrollar nuevas capacidades y funcionalidad. Por ejemplo, la capacidad que cualquiera tiene de recibir versiones personalizadas de programas de TV permite explorar nuevos conceptos de uso. Aunque es importante no adelantarse como las punto com sin un plan de negocio sólido, es todavía más importante hacer investigación y desarrollo de nuevos sistemas que mejoren las capacidades de los usuarios según la red se va desarrollando.

**VC:** Animaría a todos los que utilizan, hacen funcionar o tienen responsabilidades políticas relacionadas con Internet a participar en los numerosos debates que rodean a su continua evolución. Se necesitarán nuevas ideas para aplicaciones estándares y prácticas y una discusión abierta y saludable será beneficiosa. Y a todos los Internautas ahí fuera: "Nos vemos en la Red". 