
Vida y milagros de Internet

Daniel Martín Mayorga

Arbor CLXVII, 658 (Octubre 2000), 313-323 pp.

1. ¿Qué es Internet?

Como ocurre con cualquier fenómeno complejo, e Internet lo es realmente, una pregunta como ésta puede responderse de múltiples formas, según las facetas que queramos resaltar.

En primer lugar, Internet es una tecnología que ha dado lugar a una red; o, de forma más precisa, a una red de redes —de miles de redes— que conectan millones de ordenadores y dispositivos de todas clases.

Internet utiliza una tecnología básica, la conmutación de paquetes, que permite de una forma muy eficiente la comunicación entre ordenadores. Pero lo que de verdad caracteriza a Internet es su apertura, su accesibilidad desde cualquier tipo de ordenador. El carácter abierto de Internet ha contribuido sustancialmente a establecer su dominio sobre otras tecnologías y redes similares que han seguido modelos más cerrados, de índole propietaria, o bien han permanecido restringidos a algún tipo de comunidad, industria o empresa.

Un conocido ejemplo de red abierta es la red telefónica, y ello es precisamente lo que ha permitido la ubicuidad de este servicio. Sin embargo, Internet representa un cambio de escala: a diferencia de la telefonía, limitada a la comunicación oral entre personas, Internet tiene un carácter multifuncional que permite cualquier forma de comunicación (texto, vídeo, audio, gráficos). Es la apertura completa.

Si la base de Internet es la tecnología y su carácter abierto, hay una definición de Internet, un ser de Internet, que rebasa ampliamente la realidad física de las múltiples redes que forman la Red. Internet es el estímulo y catalizador para un nuevo mundo naciente, es el fermento del gran cambio que se está produciendo en la sociedad.

Alrededor de Internet, desde y a través de la Red, se está cambiando la estructura de los negocios y de las relaciones empresariales; se modifican los vínculos entre las personas, los conceptos de distancia, localidad y globalidad. Y, por supuesto, la interacción de los ciudadanos entre sí y con sus gobiernos. No podemos aventurar el sentido de la evolución de todas estas estructuras y actividades; pero sí sabemos que todo va a variar profundamente, que hasta el momento apenas percibimos la parte visible del iceberg. E identificamos todo este cambio, toda esta revolución, con Internet.

Cuando hablamos de Internet, también queremos decir rapidez —«el tiempo de Internet fluye más rápido»— actividad constante, nueva y en muchos casos contradictoria, espíritu creativo, protagonismo de las ideas y desdramatización del fracaso, pues en este mundo nuevo se aprende a través de la prueba y del error. Internet, pues, traslada, representa y transmite una serie de valores que van más allá de los dispositivos que la forman. Es el símbolo de una forma de pensar, de vivir, de crear, de trabajar y de ganar dinero.

Internet es un club con más de 250 millones de asociados, que admite 100 millones de nuevos miembros al año. Esta velocidad de crecimiento no tiene equivalente conocido hasta ahora, y queda muy por encima de los tiempos de difusión de la radio, la televisión o el teléfono, por citar algunos ejemplos de fenómenos de rápida aceptación y gran impacto social.

El tráfico, es decir, la cantidad de información que circula por la red, se dobla cada 100 días. Ello refleja no sólo el crecimiento en el número de usuarios; también la extensión de aplicaciones cada vez más sofisticadas con fuerte contenido de gráficos, video y audio. El número de servidores se duplica bimestralmente, siendo en la actualidad de aproximadamente 20 millones. Es decir, 20 millones de lugares en los que se almacena y proporciona acceso a todo tipo de datos, lo que, sin necesidad de cálculos precisos, da rápidamente una idea sobre el ingente volumen de información que existe en la Red.

2. Breve historia de Internet

¿Cómo llegó Internet a ser lo que hoy tanto nos sorprende?. Un fenómeno de tal complejidad y tan largo alcance, no puede, obviamente, corresponder a un diseño ni a una planificación. Si Internet se hubiera planteado con el propósito de alcanzar la funcionalidad que hoy tiene, se habría predefinido de otra manera, con más controles y condicio-

nantes, buscando una mayor calidad de servicio... pero limitando, consciente o inconscientemente, sus posibilidades. Y el resultado hubiera sido otra red de comunicaciones, una de tantas, que alcanzaría un mayor o menor éxito dependiendo de las circunstancias.

Internet surge como una tecnología nueva desde su original entorno reducido de las universidades y laboratorios, en el que había sobrevivido constreñida durante mucho tiempo. Su explosión se debe a la conjunción de una serie de factores, entre los que destacan la caída del precio de los equipos y tarifas de las telecomunicaciones y la disponibilidad de un medio de acceso común, el World Wide Web.

Podemos simplificar esquemáticamente el desarrollo de Internet en tres etapas:

1.ª fase: El nacimiento de la tecnología

Las raíces tecnológicas de Internet se desarrollan en los años 60, cuando varios grupos de investigadores trabajaron en paralelo en modelos de comunicación entre ordenadores. De estos estudios surgieron dos conceptos de excepcional importancia: la conmutación de paquetes y las redes distribuidas.

Los primeros avances se desarrollaron en tres lugares: el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y el RAND en Estados Unidos, y el NPL del Reino Unido:

En 1961, Leonard Kleinrock publica «Information Flow in Large Communication Nets», el primer artículo sobre la teoría de la conmutación de paquetes. Hasta 1967, Kleinrock y Larry Roberts junto con otros investigadores sentaron las bases teóricas de la comunicación entre ordenadores.

De manera independiente y en plena guerra fría, Paul Baran, de la RAND Corporation, analizaba los problemas estratégicos derivados de un hipotético conflicto; en concreto, un sistema de comunicaciones que pudiera superar un ataque nuclear de la Unión Soviética. Basándose en trabajos sobre sistemas de ordenadores en paralelo, desarrolló los conceptos de «paquetes», cortos bloques de información en los que se troceaban los mensajes a comunicar, y que eran autosuficientes para viajar por una red, eligiendo el camino más corto o más seguro y recombinándose en el destino para formar el mensaje original. Las redes por las que circularían estos paquetes serían unas redes mucho más descentralizadas que la conocida red telefónica. Y sus nodos tenían suficiente conocimiento de su arquitectura como para tomar autónomamente la mejor decisión a la hora de encaminar los paquetes. Es

interesante destacar que el principal interés de estos estudios, las comunicaciones de voz por paquetes, se abandonó después y sólo se ha retomado comercialmente en los años 90.

La palabra «paquete» se adoptó a partir de los trabajos del NPL en el Reino Unido, el tercer grupo activo en este terreno.

Estas bases teóricas con las que se definieron las primeras redes de ordenadores siguen dando sustento actualmente a Internet, así como a otras redes similares públicas o privadas.

El concepto conmutación de paquetes supone un importante avance sobre la conmutación tradicional de circuitos, orientada a la voz. Esta tecnología hace a la comunicación más eficiente, puesto que sólo se asignan los recursos cuando se van a utilizar, y más flexible, debido a su naturaleza lógica frente a la mayor ligazón de la conmutación de circuitos a los recursos materiales existentes. La conmutación de paquetes y las redes distribuidas están mucho más adaptadas a las comunicaciones entre ordenadores que otras tecnologías tradicionales, por lo que facilitaron un rápido desarrollo teórico y práctico de estas redes.

A finales de los años 50, tras el lanzamiento del Sputnik por la Unión Soviética, el departamento de defensa de los Estados Unidos forma la Advanced Research Projects Agencia (DARPA), para mantener el liderazgo científico y tecnológico en el terreno militar.

DARPA fue primero dirigida por J.C.R. Licklider. Esta circunstancia fue afortunada, ya que este investigador había publicado un artículo precursor describiendo una red de ordenadores interconectados en la que se pudiera acceder desde cualquier sitio a toda la información y programas en ellos almacenados.

En 1966 y 1967 DARPA y Lawrence G. Roberts (MIT) y los otros equipos del MIT, desarrollaron el primer plan para una red de ordenadores, finalmente llamada ARPANET.

En 1968 se contrató el desarrollo de los nodos (Interface Message Processors) a Bold, Beranek & Newman, que los implementaron a fines de 1969 sobre miniordenadores Honeywell, uniendo los centros de proceso de cuatro universidades: UCLA, Stanford, Santa Bárbara y Utah. En los últimos 60 y primeros 70 se fueron desarrollando los protocolos de la comunicación y añadieron a la red otras universidades. En 1971 ya había un total de 15 nodos interconectados.

2.ª fase: El Desarrollo de Internet

Desde la red original ARPANET se fue formando Internet, tanto por el propio crecimiento de aquélla como, y sobre todo, agrupando

y federando los cientos y miles de redes que se desarrollaron en los años 70 y 80, fundamentalmente en el entorno universitario.

Internet se basa en el concepto de «internetworking», de donde procede su nombre: un procedimiento por el que todas las redes se comunican entre sí y cooperan en el trasvase de la información, aunque cada una de ellas sea muy diferente de las demás. Es decir, se trata de conseguir una federación de redes, que, aunque específicas cada una del entorno en el que operan, consigan la comunicación segura y fiable entre dos usuarios cualesquiera conectados a dos entornos diferentes, alejados entre sí y separados por otras tantas redes intermedias.

Tras las dos primeras ideas fundamentales, la conmutación de paquetes y la descentralización de las redes, aparece un tercer pilar de Internet: la arquitectura de red abierta.

La arquitectura de red abierta fue introducida por R. Kahn en 1972, y los protocolos que aplicaba esta arquitectura fueron desarrollados por Kahn y V. Cerf en 1973; dando así origen al lenguaje TCP/IP con el que se comunican las redes que forman Internet.

IP (Internet Protocol) es el protocolo de red que asegura la dirección y el encaminamiento de los paquetes individuales; los cuales, según el concepto de conmutación de paquetes, tienen una vida autónoma en las redes.

TCP (Transmission Control Protocol) es el protocolo de transporte que, mediante el diálogo entre los dos extremos de la comunicación, asegura que ésta es finalmente fiable y se realiza al ritmo adecuado.

Paradójicamente, la clave de lo que es hoy Internet hay que buscarla en estos protocolos, que no son demasiado modernos. Las ideas básicas de sencillez de implantación, comunicación «Best Effort», paridad entre redes, control de flujo, datagrama y circuito virtual, etc... están en ellos desde el comienzo. Por ejemplo, aparecen ya los «routers», que son los conmutadores que encaminan los paquetes por las redes. Estos routers han de ser muy sencillos, realizando las mínimas tareas necesarias para enviar un paquete por la ruta correcta, sin guardar ninguna memoria respecto a la comunicación completa. Este concepto es en la actualidad el dominante, y es de destacar su tenaz resistencia al paso del tiempo y de la evolución tecnológica frente a otros modelos aparentemente más sólidos y ordenados, sobre los que se basan las grandes centrales telefónicas.

Como ya se había mencionado, en los años 70 se multiplicó el número de redes conectadas a Internet, aunque de manera siempre restringida al ámbito académico. A la vez, se fue produciendo la apertura

internacional, mediante la conexión de redes universitarias, especialmente europeas.

A mediados de los 70 se abrieron al servicio Telenet y Tymnet, las primeras redes comerciales de conmutación de paquetes en EE.UU. En el resto del mundo, Telefónica fue pionera desarrollando en 1976 una red pública comercial de ordenadores basada en la tecnología de la conmutación de paquetes. También en 1976 se aprobó el primer estándar internacional de comunicación de datos, conocido por las siglas X.25. Finalmente, cabe resaltar que se han seguido desarrollando diversos tipos de protocolos hasta el momento actual, en el que se está produciendo la convergencia hacia IP como lenguaje universal de las redes.

Es interesante reconocer también como un hecho muy característico de Internet el énfasis puesto desde el principio en el desarrollo de aplicaciones para el uso de las redes, más allá del mero diseño de éstas. En los años 70 y 80 se desarrollaron algunas de las más populares: la primera aplicación de correo en 1971; la especificación de acceso remoto (Telnet) al host en 1972; la transferencia de ficheros (FTP) en 1973; las listas y grupos de noticias a partir de 1979, etc..

Esta circunstancia ha sido esencial, pues ha permitido compartir el lenguaje de comunicación desde el principio, extendiendo el concepto de red abierta hasta las aplicaciones. Dichas aplicaciones, las anteriormente mencionadas y alguna otra, han sido y son tremendamente populares y han contribuido en gran medida a que Internet sea en verdad una red de personas que se conectan mediante ordenadores u otros dispositivos.

Por último, en 1984 se introduce el Domain Name System (DNS), sistema que separa los conceptos de dirección de red de la aplicación o de la persona (p. ej.: nombre.apellido@compañía.com), y además define una forma de realizar las traducciones entre ambas direcciones, verdaderamente eficiente y escalable por su naturaleza distribuida. El sistema DNS ha contribuido a guardar un orden en el caos del crecimiento de Internet, manteniendo la unidad de las direcciones de una forma bastante económica.

Un hecho trascendental para la proliferación de los protocolos TCP/IP y, por tanto, de Internet, fue su inclusión en la versión del sistema operativo UNIX desarrollada por la universidad de Berkeley. UNIX y en particular, la versión de Berkeley, se expandió rápidamente como sistema operativo de referencia entre la comunidad académica y con él el uso de TCP/IP como estándar de comunicaciones.

3.^a fase: *La explosión*

En los años 90, Internet había crecido bastante; pero esencialmente seguía siendo un conjunto de redes académicas con algunas incursiones de empresas ligadas a la tecnología. En 1992 había alrededor de 1.000.000 de hosts conectados. Un crecimiento sin duda importante, pero nada asombroso todavía.

En el arranque de los 90 empezaron a aparecer los primeros usos «comerciales» de Internet, principalmente correo y transferencia de ficheros entre el personal de grandes empresas. Esto, junto con la política de restringir este tipo de actividades extraacadémicas por la National Science Foundation, responsable en aquel entonces del núcleo de Internet, dio lugar a la aparición de los primeros operadores comerciales de Internet, como PSIU o UUNET, que se reconocieron en el dominio «.com».

Todas estas compañías, conocidas luego como ISPs o Internet Service Providers, surgieron de iniciativas de ingenieros que, en su momento, estuvieron a cargo de ramas locales o regionales de la Internet académica. Estos nuevos empresarios y operadores de redes han dado un carácter muy innovador al desarrollo de Internet, creando una industria que compite activamente con los operadores telefónicos tradicionales y, en muchos casos, fusionándose con ellos y a la postre transmitiéndoles su cultura emprendedora.

A pesar de todo este proceso evolutivo, la Internet anterior a 1994 se mantenía como una «curiosidad» académica. Entonces se produjo el gran salto con el World Wide Web, que introdujo la capacidad de acceder de forma sencilla y rápida a toda la información de Internet.

World Wide Web fue creado por Tim Berners-Lee en el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN). Se trataba de desarrollar un lenguaje y un protocolo que permitiera navegar por la red y encontrar la ingente cantidad de información existente de forma sencilla y eficaz. WWW hacía posible alcanzar diferentes documentos independientemente del ordenador donde estuvieran almacenados con un simple «click» en el ratón.

En 1993 se dispuso de la primera versión del navegador para el usuario, MOSAIC, que después se ha convertido en el popular Netscape o en Explorer de Microsoft. Este desarrollo comercial supuso mucho más que una implantación directa del WWW, ya que introdujo dos cambios clave: se añadieron gráficos (el modelo «académico» sólo disponía de texto), y se realizó la versión para Windows, con lo que fue puesto al alcance de todos.

La WWW es lo que hace que Internet explote, ya que transforma un sistema complejo en algo extremadamente sencillo y útil para todas las personas. A partir de ese instante comenzó una espiral de crecimiento. Internet, con su gran cantidad de información ordenada y accesible, atrae a miles de usuarios que, a su vez, están también interesados en poner información en la red; con lo que se genera un imparable proceso de realimentación positiva. La ley de las redes (atribuida a Metcalf, el inventor de Ethernet) está operando y se nota: la potencia y la utilidad de una red aumentan según el cuadrado del número de usuarios conectados.

3. ¿Por qué ha triunfado Internet?

Aunque quizá esta pregunta no tenga sentido si lo que se espera es una respuesta concreta y tajante, sí es de interés repasar algunos factores que han contribuido al actual grado de desarrollo de Internet.

Internet, como tecnología, ha seguido un proceso de maduración y desarrollo relativamente largo, sobre todo si consideramos los tiempos a los que ahora se nos está acostumbrando. Más de 25 años han pasado entre los primeros pasos de la Red y el punto en el que alcanzó una cierto tamaño; y que puede situarse alrededor de principios de los 90, cuando el protocolo IP era utilizado masivamente en el ámbito académico y empezaba a ser un recurso apreciado en el mundo empresarial.

Si bien hay elementos que indudablemente han contribuido al despliegue del protocolo IP, como las facilidades dadas por el Gobierno para su implantación como estándar, y su difusión conjunta con el sistema operativo UNIX, se suelen resaltar otras razones para explicar el triunfo tecnológico de Internet frente a otros competidores. Son argumentos que se ligan a la condición de arquitectura abierta, al propio proceso de estandarización, más orientado a la implantación práctica que los modelos habitualmente mastodónticos y complejos de la UIT, y a la disponibilidad de un interfaz sencillo, agradable y gratuito como es el WWW.

Internet es también hijo del desarrollo de la electrónica, del microchip y del ordenador personal. La disponibilidad de equipos a precio asequible es una de las variables relevantes que explican las diferencias de penetración de Internet en distintos países.

Internet está soportada por las infraestructuras existentes, ya que se accede principalmente a través de las redes telefónicas convencionales. Esto, sin duda, ha sido otra gran contribución a su popularidad.

4. ¿Por qué Internet es un producto norteamericano, en lugar de europeo?

En una imagen muy celebrada, George Gilder imagina el Web visto desde el espacio como una esfera radiante de luz, correspondiendo las diferentes intensidades y frecuencias de radiación a los diversos emisores y medios de transporte por los que circula el tráfico de información, desde las pantallas de los ordenadores personales hasta la fibra óptica de las redes troncales, los cables coaxiales o las ondas de las redes celulares.

La luminosidad de esta esfera, que se duplica cada cien días, según el correspondiente crecimiento del tráfico en la red, no es uniforme. La radiación es más fuerte en el primer mundo, y la mayor intensidad corresponde a los Estados Unidos. En concreto, los Estados Unidos irradian la mitad del total; y de esa mitad California se lleva también la mitad; y a su vez el Silicon Valley es la mitad del brillo de California.

Internet es liderada por los Estados Unidos, que la crearon, desarrollaron y extendieron al resto del mundo. Que esto sea así nos parece tan natural que ni se nos pasa por la cabeza considerar siquiera la posibilidad de que la Red pudiera haber tenido diferente origen. Y, sin embargo, no debería ser todo tan obvio. ¿No se produjo, por ejemplo, en Francia, un desarrollo importante del acceso on-line con Minitel, que presenta algunas características similares a Internet?

Hay varias claves que explican la predominancia del modelo americano. En primer lugar, habría que señalar el clima favorable a la creación de empresas. La explosión de Internet se produce y sostiene mediante la contribución de miles de pequeñas empresas, en su mayor parte de nueva creación. Para que esto ocurra, hace falta un ambiente económico y social que favorezca el espíritu emprendedor, y en esto sí que hay diferencia entre el Viejo y el Nuevo Mundo. En Estados Unidos no se requieren apenas trámites administrativos para constituir una empresa, el capital riesgo es abundante o, al menos, suficiente para cubrir de sobra la demanda, y las *start-ups* (nuevas empresas) se pueden desarrollar con enorme facilidad y rapidez.

Otro factor relevante es el tamaño del mercado, la disponibilidad de recursos humanos y de infraestructura; y Estados Unidos dispone de indudables ventajas competitivas en este terreno: un mercado uniforme, con casi 300 millones de habitantes que comparten leyes, idiomas y costumbres, y que ha recibido a Internet con una elevada penetración de ordenadores personales en los hogares.

La sociedad norteamericana es también, desde el punto de vista de los recursos humanos, uniforme y sin barreras en lo que respecta a legislación, movilidad y, en general, a los usos y costumbres laborales. Adicionalmente, desarrolla una política de atracción de recursos cualificados de otros países decidida, generosa y exitosa.

Las infraestructuras de partida existentes, acompañan a los mercados, ya que están concebidas para la totalidad de un país, a diferencia de lo que ocurre en Europa, donde el peso de las características de los diferentes Estados es muy importante.

Finalmente, vamos a resaltar un último factor: la iniciativa gubernamental. Internet, aunque ahora vive y prospera en el ambiente libre del mercado, se creó e impulsó desde el gobierno estadounidense, que promovió los estudios de los primeros prototipos y dio soporte a las redes Arpanet y NSFNET. Internet fue desarrollada por las principales universidades norteamericanas, que dispusieron para ello de fondos gubernamentales, de acuerdo con la práctica habitual en la década de los 60 o 70.

Sin embargo, el período de incubación de Internet, más de 25 años, junto con muchas características de su diseño, invalida cualquier posible argumentación sobre una hipotética planificación para alcanzar lo que hoy es la Red. Ni siquiera se puede pensar en que hubo la intención de crear un estándar universal, ya que en una época tan tardía como 1988, el Departamento de Defensa norteamericano eligió OSI, competidor de Internet, como estándar de comunicaciones, dejando al protocolo TCP/IP como solución de carácter transitorio.

En resumen, Estados Unidos aunó, en una forma que Europa difícilmente hubiera podido, la iniciativa gubernamental para explorar la nueva tecnología de conmutación de paquetes; condiciones socioeconómicas favorecedoras de la innovación, y gran practicidad, una fuerte orientación hacia la obtención de productos operativos. El resultado fue la exposición a las fuerzas de un mercado muy liberalizado de un producto terminado, probado y barato.

5. Y esto, ¿cómo sigue?

Internet es un crisol, es una red con pretensiones de totalidad que, más allá de conectar ordenadores, comunica entre sí a una ingente multitud de personas que generan, destruyen y depuran millones de ideas. Las iniciativas que surgen en Internet son probadas casi instantáneamente, con una facilidad imposible de obtener en el mundo

anterior, hecho de compartimentos estancos. Y aunque el número de ideas que finalmente se concrete sea mínimo relativamente, es alto en términos absolutos, por el enorme volumen de interacciones que la Red facilita.

El desarrollo tecnológico de las comunicaciones y la informática está asegurado en los próximos años, y la razón fundamental es que existe Internet. Internet es el incentivo para acometer las fuertes inversiones necesarias para dar el salto evolutivo que llevará el acceso de banda ancha a los hogares y permitirá la movilidad multimedia.

Por ello es importante asegurar las condiciones que permitan el desarrollo en plenitud de la Red. En nuestro ámbito, que es Europa, eso se traduce en promover la máxima libertad de circulación a las ideas, eliminar las restricciones que limitan el tamaño y funcionamiento de los mercados transnacionales, y de estimular el espíritu emprendedor creando un entorno social que acepte el riesgo y reconozca el éxito.