

Capitolo 1: Da Arpanet ad Internet, l'evoluzione della "Rete delle reti"

1.1 - Introduzione

La successione di eventi, progetti, idee e protagonisti che, nel corso di una trentina d'anni, hanno portato alla nascita di Internet e alla sua evoluzione nella forma attuale, costituisce un capitolo molto affascinante, ma anche atipico, nella storia dello sviluppo tecnologico. Parte del fascino è legato al ruolo determinante che questa tecnologia ha svolto e sta ancora svolgendo nella cosiddetta 'rivoluzione digitale'. In pochissimi anni, infatti, la rete, da esoterico strumento di lavoro per pochi informatici, è divenuta un mezzo di comunicazione di massa, che coinvolge quotidianamente milioni di persone in scambi comunicativi privati e pubblici, scientifici e commerciali, seri e ricreativi. Nessuno strumento di comunicazione ha mai avuto un tasso di espansione simile. Ma altrettanto affascinante è il modo in cui questa tecnologia è stata sviluppata. E qui entra in gioco l'atipicità cui facevamo cenno. Come gran parte delle innovazioni tecnologiche, anche le origini di Internet si collocano nel terreno della ricerca militare. Queste sue radici, tuttavia, sono state assai meno documentate di quanto non sia avvenuto per altre tecnologie, e di quanto non sia mai stato attestato dalla variopinta storiografia presente sulla rete. Una diffusissima leggenda metropolitana, vuole che Internet sia stata un frutto della guerra fredda strappato ai suoi destini guerrafondai da un manipolo di visionari e anarchici *hackers* (dove a questo termine restituiamo il senso originario di esperto informatico, in grado di restare giorni interi davanti ad uno schermo per far fare ad un computer ciò che ha in mente). La realtà è stata diversa; eppure, come tutte le leggende, anche quella appena citata nasconde una sua parte di verità. Se è vero infatti che il primitivo impulso allo sviluppo di una rete di comunicazione tra computer distanti venne da ambienti legati all'amministrazione della difesa, la maggior parte delle innovazioni che hanno scandito l'evoluzione della rete sono nate all'interno di libere comunità di ricerca, quasi del tutto svincolate dal punto di vista professionale e intellettuale dalle centrali di finanziamento del progetto. E ciascuna di queste innovazioni, proprio perché nata in tali contesti, è divenuta subito patrimonio comune. Internet insomma è stata sin dall'origine caratterizzata da un'ampia e soprattutto libera circolazione delle idee e delle tecnologie. A questo si deve la sua evoluzione, il suo successo e la sua sempre più determinante influenza sul modo di vivere odierno. Il rischio di un'involuzione di questa natura, semmai, è assai più vicino oggi. Il successo e la diffusione planetaria (anche se la visione del pianeta propugnata da queste statistiche è alquanto sbilanciata verso il nord industrializzato), hanno infatti attratto enormi interessi economici e finanziari. Tutti si affannano a trovare il modo per fare soldi con Internet e, naturalmente, per far soldi occorre impedire che le risorse circolino gratuitamente. Questo

non vuol dire che la rete sia necessariamente destinata a divenire una sorta di supermercato digitale globale. Né che lo sviluppo commerciale di Internet sia da considerarsi in sé un male. Ci preme solo ricordare che ciò che adesso è Internet è il prodotto della libera circolazione delle idee, della cooperazione intellettuale, della mancanza di steccati e confini. E che questo lato della rete deve continuare ad esistere, affinché Internet mantenga intatto il suo fascino e il suo interesse. Per fortuna, i naviganti virtuali, anche ora che sono diversi milioni, continuano a condividere questa nostra convinzione.

1.2 - La "preistoria" di Internet

Ripercorrere la storia della tecnologia è un'attività complessa. Forte è il rischio di cadere in visioni semplicistiche, e di concedere troppo ai tentativi di "reductio ad unum". E' però anche vero, che raramente lo sviluppo di una tecnologia e delle sue basi teoriche hanno un andamento lineare. Ed è altrettanto vero che quasi mai le sue origini sono riconducibili ad un solo individuo, ad un unico progetto, ad un sistema teorico coerente. Se questo è vero in generale, tanto più lo è per ciò che oggi chiamiamo Internet. Alla nascita vera e propria della rete, infatti, hanno contribuito diverse idee e altrettanti protagonisti, diversi dei quali lo hanno fatto soltanto in modo indiretto. Vediamo allora di individuare quali sono state le istanze che nel loro complesso costituiscono la "preistoria" di Internet.

Il contesto in cui si colloca questa preistoria è quello della "guerra fredda" e della contesa tecnologica che ne derivò tra Stati Uniti ed Unione Sovietica. Un evento simbolico di questa contesa fu la messa in orbita del primo satellite artificiale da parte dei sovietici, lo "Sputnik", nel 1957. Dopo il rapido superamento del gap nucleare, questo successo della tecnologia sovietica seminò nel campo occidentale, e soprattutto negli USA, una profonda inquietudine. La sicurezza della supremazia tecnico-militare su cui era fondato l'intero sistema ideologico americano era stata duramente scossa. Per cercare di ricacciare immediatamente i timori di una vera e propria arretratezza, nell'ambito dell'amministrazione USA si concepì allora l'idea di creare un'agenzia il cui compito fosse quello di stimolare e finanziare la ricerca di base in settori che avrebbero potuto avere una ricaduta militare. L'idea circolava in varie sedi, ma in particolare fu il Segretario alla difesa Neil McElroy a convincere il presidente Eisenhower della necessità che tale agenzia fosse messa alle dipendenze del Pentagono. Oltre al vantaggio di stimolare l'attività scientifica con finalità strategiche, essa avrebbe avuto anche il ruolo di ridurre le tensioni tra le varie armi nella spartizione dei fondi dedicati a ricerca e sviluppo. Nonostante l'opposizione delle gerarchie militari, nel 1958 il Congresso approvò la costituzione e il finanziamento della "Advanced Research Projects Agency", l'ARPA, la cui sede fu stabilita nell'edificio del Pentagono a Washington. Appena

costituita, l'ARPA indirizzò le sue attività nella ricerca aerospaziale: in fin dei conti, tutto era cominciato dalla paura suscitata dal lancio dello Sputnik. Ma quando pochi mesi dopo tutti i programmi spaziali vennero trasferiti (insieme agli ingenti finanziamenti) alla neonata NASA, per i dirigenti dell'ARPA fu necessario trovare una nuova area di sviluppo. Tale area fu individuata nella giovane scienza dei calcolatori. Un impulso decisivo in questa direzione venne dal terzo direttore dell'agenzia, tale Jack Ruina, il primo scienziato chiamato a ricoprire quel prestigioso incarico. Ruina introdusse uno stile di lavoro assai informale, e chiamò a lavorare con lui colleghi assai bravi ma alquanto fuori degli schemi militari. Tra questi un ruolo fondamentale fu svolto da J.C.R. Licklider, uno dei personaggi più geniali e creativi della storia dell'informatica.

1.3 - J.C.R. "Lick" Licklider

Di formazione psicologo, Lick (così lo chiamavano i suoi amici) passò ben presto ad occuparsi di computer nei laboratori del MIT di Boston. Ma a differenza di tanti altri ricercatori di questo campo, il suo interesse si rivolse subito al problema delle interfacce uomo-computer ed al ruolo che i calcolatori avrebbero potuto avere per lo sviluppo delle facoltà cognitive e comunicative dell'uomo (ben trenta anni prima che questi concetti divenissero centrali nel settore informatico). Egli espose le sue idee al riguardo in un articolo uscito nel 1960 intitolato "Man-Computer Symbiosis", che lo rese subito famoso. Appena giunto all'ARPA, iniziò a creare una rete di collegamenti tra i maggiori centri di ricerca universitari nel settore informatico, creandosi un gruppo di collaboratori che battezzò secondo il suo stile anticonformista "Intergalactic Computer Network". Tra i molti progetti che promosse vi furono lo sviluppo dei primi sistemi informatici concorrenti basati sul time-sharing e sulla elaborazione interattiva. Ma in uno dei suoi memorandum apparve anche per la prima volta l'idea di una rete mondiale di computer. Lick rimase molto poco all'ARPA. Ma il suo passaggio lasciò un segno così profondo da influenzare tutto lo sviluppo successivo di questa agenzia. Tra le tante eredità, l'idea di far interagire i computer in una rete fu poi raccolta da Bob Taylor, giovane e brillante scienziato chiamato dal successore di Lick, Ivan Sutherland, anche lui proveniente dal MIT.

1.4 - La Rand Corporation

Lasciamo per il momento la storia dell'ARPA, e dei tanti scienziati (in gran parte provenienti dal MIT) che vi hanno lavorato, per passare ad un altro dei centri legati alla ricerca militare, collocato questa volta sulla West Coast: la Rand Corporation. La Rand era un'azienda californiana nata come costola della Douglas Aircraft, e resasi autonoma nel dopoguerra allo scopo di proseguire gli sforzi di ricerca applicata che erano stati avviati nel corso del secondo conflitto mondiale. Gran parte

dei suoi studi e ricerche erano commissionati dall'aviazione, e il settore aeronautico costituiva il dominio principale delle sue attività di ricerca e consulenza. Nel 1959 venne assunto alla Rand un giovane ingegnere che aveva lavorato nel settore delle valvole per computer: Paul Baran. Egli fu inserito nella neonata divisione informatica, dove si mise a lavorare su un problema che da qualche tempo veniva studiato dai tecnici della Rand: come riuscire a garantire che il sistema di comando e controllo strategico dell'esercito rimanesse, se non intatto, almeno operativo in caso di un attacco nucleare. Le reti di comunicazione tradizionali su cui si basava l'intero apparato di controllo militare, infatti, erano estremamente vulnerabili. Lavorando su questo problema, Baran giunse a due conclusioni: la prima era che una rete sicura doveva avere una configurazione decentralizzata e ridondante, in modo che esistessero più percorsi possibili lungo i quali far viaggiare un messaggio da un punto all'altro; la seconda, legata alla prima, era che il sistema di telecomunicazioni doveva basarsi sulle nuove macchine di calcolo digitale, in grado di applicare sistemi di correzione degli errori e scelta dei canali comunicazione. Sviluppando i suoi calcoli Baran aveva elaborato un modello in cui ciascun nodo fosse collegato ad almeno altri quattro nodi, e nessun nodo avesse la funzione di concentratore, al contrario di quanto avveniva per la rete telefonica. In questo modo, ogni nodo poteva continuare a lavorare, ricevendo, elaborando e trasmettendo informazioni, anche nel caso in cui alcuni fra i nodi vicini fossero stati danneggiati. L'assenza di un nodo centrale inoltre eliminava ogni possibile obiettivo strategico la cui distruzione avrebbe compromesso il funzionamento dell'intera rete. Oltre all'idea di una rete decentrata e ridondante, Baran ebbe anche un'altra intuizione geniale: piuttosto che inviare un messaggio da un nodo all'altro come un unico blocco di bit, era meglio dividerlo in parti separate, che potessero viaggiare attraverso vari percorsi verso la destinazione, dove sarebbero stati ricomposti. Convinto della bontà del suo progetto, intorno agli anni 60 iniziò a pubblicare vari articoli; ma le sue idee trovarono una decisa opposizione, soprattutto da parte di quella che avrebbe dovuto esserne la principale destinataria: la AT&T, monopolista delle telecomunicazioni. Dopo vari tentativi di convincere i tecnici del colosso industriale a prendere in esame il progetto, nel 1965 Baran si diede per vinto e si dedicò su altri progetti.

1.5 - Donald Davies ed il "packet switching"

Proprio in quegli anni, in modo del tutto indipendente, un fisico inglese che lavorava al National Physical Laboratory, Donald Davies, era giunto a conclusioni assai simili a quelle di Baran, seppur partendo da premesse diverse. Il suo problema, infatti, era la creazione di una rete pubblica abbastanza veloce ed efficiente da mettere a disposizione le capacità di elaborazione interattiva dei computer di seconda generazione anche a distanza, senza che le differenze di sistema operativo condizionassero la comunicazione.

La soluzione trovata da Davies si basava sull'idea di suddividere i messaggi da inviare in blocchi uniformi: in questo modo un computer avrebbe potuto gestire l'invio e la ricezione di molti messaggi contemporaneamente suddividendo il tempo di elaborazione per ciascun messaggio in ragione dei blocchi di dati. Egli ebbe l'idea di denominare tali parti di messaggio "pacchetto" (packet), ed il sistema di comunicazione "commutazione di pacchetto" (packet switching), alternativa alla "commutazione di circuito" su cui si basavano i sistemi telefonici tradizionali (un confronto più dettagliato tra queste due tecniche, è illustrato nel paragrafo 2.6). Tutte queste idee ed intuizioni teoriche, elaborate in sedi diverse e indipendenti, confluirono pochi anni dopo nel progetto "Arpanet", la progenitrice di Internet.

1.6 - Bob Taylor, Larry Roberts e l'ideazione di Arpanet

Bob Taylor si era brillantemente laureato in psicologia e matematica, preparando un'ottima tesi di dottorato in psicoacustica. Aveva conosciuto Licklider nel 1963, facendo su di lui un'ottima impressione, e stabilendo una relazione di amicizia e stima reciproca. Per queste ragioni il successore di Lick all'Ufficio Tecniche di Elaborazione dell'Informazione (IPTO) dell'ARPA, Ivan Sutherland (il padre della computer graphic), lo chiamò come suo collaboratore nel 1965. Pochi mesi dopo anche Sutherland si dimise e Taylor, a soli 34 anni, ne assunse il posto. Entrando nella sala computer del suo ufficio, Bob si rese conto in prima persona di quanto assurda fosse l'incomunicabilità reciproca che quelle possenti e costose macchine presenti dimostravano. Possibile non essere in grado di condividere risorse tanto costose, come Licklider aveva più volte suggerito? Spinto da questa profonda frustrazione, Taylor si decise a sottoporre al direttore dell'agenzia, Charles Herzfeld, il finanziamento di un progetto volto a consentire la comunicazione e lo scambio di risorse tra i computer dei vari laboratori universitari finanziati dall'agenzia. Il progetto, che avrebbe consentito all'agenzia di risparmiare un sacco di fondi, fu naturalmente approvato e lo scienziato ebbe carta bianca. Iniziò così la storia di Arpanet, la rete dell'ARPA. Come prima mossa, Taylor decise di chiamare a sovrintendere agli aspetti tecnici del progetto un giovane e geniale informatico che aveva conosciuto al MIT, Larry Roberts. Dopo un iniziale rifiuto, Roberts accolse l'invito e si mise subito al lavoro prendendo contatto con i migliori colleghi disponibili sulla piazza, tra cui Frank Heart, il massimo esperto di elaborazione in tempo reale. Per molti mesi, però, il problema di progettare una rete abbastanza affidabile e veloce da permettere l'elaborazione interattiva a distanza rimase insoluto. Questo finché, verso la fine del 1967, Roberts partecipò ad una conferenza alla quale intervenne un collaboratore di Donald Davies, che illustrò il principio della commutazione di pacchetto, facendo anche riferimento ai lavori precedenti di Baran su questo tema. Per gli uomini dell'ARPA, fu come trovare l'ago nel pagliaio. Nel giro di sei mesi, Roberts elaborò le specifiche di

progetto della rete, facendovi confluire tutte quelle idee che erano rimaste nell'aria per oltre un decennio. La rete dell'ARPA sarebbe stata una rete a commutazione di pacchetto in tempo reale. Per migliorarne l'efficienza e l'affidabilità, Roberts accolse nel suo progetto una idea di Wesley Clark: piuttosto che collegare direttamente i vari grandi computer, ogni nodo sarebbe stato gestito da un computer specializzato, dedicato alla gestione del traffico (battezzato "Interface Message Processor", IMP) al quale sarebbe stato connesso il computer che ospitava i veri e propri servizi di elaborazione. Dunque, se è vero che il progetto della rete nacque in un contesto militare, la diffusa opinione che essa dovesse fungere da strumento di comunicazione sicuro tra i centri di comando militari nell'evenienza di una guerra nucleare è frutto di un equivoco storiografico. L'obiettivo perseguito da Bob Taylor, in realtà, era quello di aumentare la produttività e la qualità del lavoro scientifico nei centri finanziati dall'ARPA, permettendo ai ricercatori universitari di comunicare e di condividere le risorse informatiche, a quei tempi costosissime e di difficile manutenzione. Parte dell'equivoco circa le origini belliche della rete deriva dal fatto che nella stesura delle specifiche, Larry Roberts riprese le idee elaborate da Baran all'inizio degli anni 60.

1.7 - Anno 1969: Arpanet, dalla teoria alla sperimentazione

La fase esecutiva del progetto Arpanet prese il via nel 1969. Dopo una gara di appalto alla quale parteciparono diversi grandi colossi dell'industria informatica del tempo, la realizzazione degli IMP (il vero cuore della rete) venne sorprendentemente assegnata alla Bolt Beranek and Newman (BBN), una piccola azienda con sede a Cambridge, la cittadina nei pressi di Boston dove sorgevano i due istituti universitari più importanti del paese: Harvard e MIT. Nel corso degli anni, questa piccola società era divenuta una specie di terza università, alle cui dipendenze avevano lavorato tutti i più brillanti ricercatori di quelle grandi università. Quando venne affidato l'appalto dell'ARPA, direttore della divisione informatica era Frank Heart. Oltre ad essere un valente scienziato, Heart era anche un ottimo manager. Egli dunque assunse in prima persona la responsabilità del progetto degli IMP, creando un gruppo di collaboratori di altissimo livello, tra cui Bob Kahn, uno dei massimi teorici delle reti di computer dell'epoca, che ebbe un ruolo fondamentale nella progettazione dell'intera architettura della rete. Il primo IMP (delle dimensioni di un moderno frigorifero) fu consegnato alla University of California il due settembre, e fu immediatamente connesso al grande elaboratore SDS Sigma 7 della UCLA senza alcuna difficoltà. Il primo di ottobre fu installato il secondo IMP presso lo Stanford Research Institute (SRI), dove fu collegato ad un mainframe SDS 940. Il progetto dell'ARPA si era finalmente materializzato in una vera rete, costituita da due nodi connessi con una linea dedicata a 50 kbps. Dopo qualche giorno fu tentato il primo collegamento tra host facendo simulare al Sigma 7 il

comportamento di un terminale remoto del 940. L'esperimento, seppure con qualche difficoltà iniziale (al primo tentativo, una valvola del Sigma 7 andò in fumo mentre gli scienziati erano appena arrivati a digitare la lettera "g" di "login"), andò a buon fine, e dimostrò che la rete poteva funzionare. Nei mesi successivi vennero collegati i nodi dell'Università di Santa Barbara e dello Utah. Mentre la BBN si stava occupando dello sviluppo degli IMP, un'ulteriore fucina di cervelli si stava preoccupando dei problemi della comunicazione tra host ed IMP e soprattutto delle possibili applicazioni che la rete avrebbe potuto supportare. L'ARPA aveva deciso che questo aspetto del progetto fosse delegato direttamente ai laboratori di ricerca delle università coinvolte: dopotutto, era un problema loro sapere che cosa fare della rete, una volta che l'ARPA l'avesse realizzata.

1.8 - Le RFC e lo sviluppo dei primi protocolli di rete

Nei laboratori di quei tempi, l'età media era assai bassa: i professori avevano al massimo dieci anni di più degli studenti ed erano poco più anziani dei dottorandi. Al fine di coordinare le attività, tutti i giovani ricercatori coinvolti decisero di costituire un gruppo comune, che si sarebbe riunito di tanto in tanto per esaminare il lavoro svolto, e lo battezzarono "Network Working Group" (NWG). Le riunioni del NWG assunsero subito un tono assai informale e cooperativo. Ogni idea, risorsa e strumento che veniva elaborato dai primi utenti-creatori della rete, entrava subito in circolo diventando una ricchezza comune. Uno tra i più attivi nel gruppo era Steve Crocker, della UCLA, che ne assunse la direzione. Ben presto egli si rese conto della necessità di iniziare a mettere su carta il frutto di tante discussioni. Fu così che scrisse il primo documento ufficiale del gruppo, dedicato al problema della comunicazione tra host. Tuttavia, per non esagerare nell'ufficialità, e indicare il fatto che quel documento era solo una bozza da rifinire, Crocker decise di intitolare il suo documento "Request for Comment" (RFC), richiesta di commenti. Questa denominazione dei documenti tecnici è sopravvissuta alla sua storia, ed è usata ancora oggi per siglare le specifiche tecniche ufficiali di Internet (è possibile reperire tutte le RFC all'indirizzo <http://www.rfc-editor.org>). Il primo risultato prodotto dal NWG alla fine del 1969 era un rudimentale sistema di terminale remoto, battezzato "telnet" (non ancora il telnet oggi in uso, le cui specifiche risalgono al 1972). Questo sistema, però, non costituiva una grande novità rispetto ai terminali dei mainframe che già erano in funzione da anni: bisognava trovare un modo per far comunicare gli host da pari a pari, un qualche insieme di regole condivise da computer diversi. Nelle discussioni spuntò l'idea di chiamare queste regole "protocolli". Dopo un anno di lavoro, finalmente le specifiche per il protocollo di comunicazione tra host erano pronte: esso fu battezzato NCP (Network Control Protocol). Poco più tardi venne sviluppato il primo protocollo applicativo vero e proprio, dedicato al

trasferimento di file da un host all'altro: il File Transfer Protocol, meglio noto come FTP. Ma l'applicazione che forse ebbe la maggiore influenza nell'evoluzione successiva della rete fu la posta elettronica. L'idea venne per caso nel marzo del 1972 a un ingegnere della BBN, Ray Tomlinson, che provò ad adattare un sistema di messaggistica sviluppato per funzionare su un minicomputer multiutente (fu lui che ebbe l'idea di separare il nome dell'utente da quello della macchina con il carattere '@'). L'esperimento funzionò, e il NWG accolse subito l'idea, integrando nel protocollo FTP le specifiche per mandare e ricevere messaggi di posta elettronica indirizzati a singoli utenti. Nel frattempo la rete Arpanet, come veniva ormai ufficialmente chiamata, cominciava a crescere. I nodi, nel 1971, erano divenuti quindici e gli utenti alcune centinaia. Nel giro di pochi mesi tutti coloro che avevano accesso ad un host iniziarono ad usare la rete per scambiarsi messaggi. E si trattava di messaggi di tutti i tipi: da quelli di lavoro a quelli personali. La rete dell'ARPA era divenuta un ottimo sistema di comunicazione tra una comunità di giovani ricercatori di informatica! Intorno alla posta elettronica crebbe anche il fenomeno del software gratuito. Infatti ben presto cominciarono ad apparire programmi (che oggi chiameremmo "freeware") per leggere i messaggi, sempre più raffinati e dotati di funzionalità evolute, che venivano liberamente distribuiti mediante FTP.

A questo punto, Larry Roberts decise che era giunto il tempo di mostrare pubblicamente i risultati conseguiti dal progetto e affidò a Bob Khan l'organizzazione di una dimostrazione pubblica. L'evento ebbe luogo nell'ambito della "International Conference on Computer Communications" che si tenne nell'ottobre del 1972. Fu un successo oltre ogni aspettativa. In quell'occasione si decise anche di fondare l'"International Network Working Group", che avrebbe ereditato la funzione di sviluppare gli standard per la rete Arpanet dal precedente NWG. La direzione fu affidata a Vinton Cerf, uno dei più brillanti membri del gruppo della UCLA. Poco dopo, Cerf, che nel frattempo aveva ottenuto una cattedra a Stanford, fu contattato da Kahn per lavorare insieme ad un problema nuovo: come far comunicare tra loro reti basate su tecnologie diverse? In quegli anni, infatti, erano stati avviati anche altri esperimenti nel settore delle reti di computer, alcuni dei quali basati su comunicazioni radio e satellitari (in particolare va ricordata la rete Aloha-Net, realizzata dalla University of Hawaii per collegare le sedi disperse su varie isole, le cui soluzioni tecniche avrebbero dato lo spunto a Bob Metcalfe per la progettazione di Ethernet, la prima rete locale).

1.9 - Finalmente il TCP/IP

Se si fosse riuscito a far comunicare questa miriade di reti diverse, sarebbe stato possibile diffondere le risorse disponibili su Arpanet ad una quantità di utenti assai maggiore, con costi molto bassi. Kahn e Cerf, si misero a lavorare alacremente intorno

a questo problema ed in pochi mesi elaborarono le specifiche di un nuovo protocollo di comunicazione tra host, che battezzarono "Transmission Control Protocol". Il TCP implementava pienamente l'idea della comunicazione a pacchetti, ma era indipendente dalla struttura hardware; esso introduceva anche il concetto di "gateway", una macchina che doveva fare da raccordo tra due reti diverse. I risultati di questo lavoro furono pubblicati nel 1974 in un articolo dal titolo "A Protocol for Packet Network Internetworking", in cui comparve per la prima volta il termine 'internet' (notare la lettera minuscola; la differenza tra internet ed Internet verrà affrontata in un apposito paragrafo del capitolo relativo al TCP/IP). Le ripercussioni dell'articolo dei due informatici furono enormi. Ben presto, numerosi ricercatori si posero a rifinire la proposta iniziale e a sperimentarne varie implementazioni. La prima dimostrazione pubblica di un collegamento tra Arpanet, Satnet e Packet Radio Network fu fatta nel luglio del 1977, con un sistema che collegava un computer in viaggio su un camper lungo la Baia di San Francisco a uno installato a Londra. Il collegamento funzionò perfettamente e convinse la DARPA (al nome originale dell'agenzia si era aggiunto il termine "Defense") a finanziarne lo sviluppo. Un anno dopo, Cerf, Steve Crocker e Danny Cohen svilupparono il progetto iniziale del nuovo protocollo dividendolo in due parti: TCP, che gestiva la creazione e il controllo dei pacchetti, e IP che invece gestiva l'instradamento dei dati. Pochi anni dopo il TCP/IP sarebbe stato adottato ufficialmente come protocollo standard della rete Arpanet (e di tutte le reti finanziate dall'agenzia), sostituendo l'ormai datato e inefficiente NCP, e aprendo la strada alla nascita di Internet quale la conosciamo oggi.

Nel frattempo, Arpanet, la cui gestione era passata dalla DARPA alla DCA (Defense Communication Agency), continuava la sua espansione, sia come diffusione sia, soprattutto, come servizi e applicazioni che vi venivano sviluppati. Nel giugno del 1975 era stato creato il primo gruppo di discussione basato sulla posta elettronica, ospitato sull'host della DARPA e battezzato MsgGroup. I temi che vi si discutevano erano di ambito tecnico, ma non mancarono polemiche su fatti esterni. Visto il successo di MsgGroup, ben presto fecero la loro comparsa altri gruppi di discussione non ufficiali ospitati sugli host universitari: si narra che il primo fu SF-Lovers, dedicato agli amanti della fantascienza. Come aveva previsto Licklider ormai quindici anni prima, sulla base di un sistema di comunicazione interattivo fondato sui computer si era costituita una vera e propria comunità intellettuale.

1.10 - Da Arpanet a Internet

Il successo di Arpanet nella comunità scientifica aveva dimostrato ampiamente i vantaggi che le reti di comunicazione telematiche potevano avere nell'attività di ricerca. Tuttavia, alle soglie degli anni '80, delle centinaia di dipartimenti di informatica del

paese, solo 15 di questi avevano il privilegio (ma anche gli oneri finanziari) di possedere un nodo. Questa sperequazione era vista come un pericolo di impoverimento del sistema della ricerca universitaria. Per ovviare a tale rischio la "National Science Foundation" (NSF), un ente governativo preposto al finanziamento della ricerca di base, iniziò a sponsorizzare la costruzione di reti meno costose tra le università americane. Nacque così, nel 1981, "Csnnet" (Computer Science Network), una rete che collegava i dipartimenti informatici di tutto il sistema accademico statunitense. Già prima di questa iniziativa, comunque, alcune sedi universitarie avevano creato infrastrutture telematiche a basso costo. Nel 1979, ad esempio, era stata creata "Usenet", che collegava i computer della Duke University e della University of North Carolina, permettendo lo scambio di messaggi articolati in forum. Nel 1981 alla City University of New York venne creata "Bitnet" (acronimo della frase "Because It's Time Net"), che fu estesa ben presto a Yale.

Tutte queste reti, pur avendo adottato internamente tecnologie diverse e meno costose rispetto a quelle di Arpanet, potevano comunicare con essa grazie ai gateway basati sul nuovo protocollo di internetworking TCP/IP. Ben presto anche altri paesi del blocco occidentale iniziarono a creare reti di ricerca, basate sul medesimo protocollo (le cui specifiche, ricordiamo, erano gratuite e liberamente disponibili sotto forma di RFC; il relativo archivio era gestito, sin dai tempi del NWG, da Jon Postel) e perciò in grado di interoperare con le omologhe nordamericane. Intorno alla rete dell'ARPA, andava prendendo forma una sorta di rete delle reti. A sancire la nascita definitiva di tale rete intervenne nel 1983 la decisione da parte della DCA di dividere Arpanet in due rami per motivi di sicurezza: uno militare e chiuso, inizialmente battezzato "Defense Data Network" e poi "Milnet", e uno per la comunità scientifica, che ereditava il nome originario e che non avrebbe avuto limiti di interconnessione esterna. La vecchia Arpanet poteva così divenire a tutti gli effetti il cuore della neonata Internet. Nello stesso tempo venne fondato un nuovo organismo di gestione tecnica della rete, l'"Internet Activities Board" (IAB), e tra i suoi sottogruppi l'"Internet Engineering Task Force" (IETF), cui fu affidato il compito specifico di definire gli standard della rete, compito che mantiene ancora oggi.

Parallelamente a tali sviluppi amministrativi, anche l'evoluzione tecnica della rete procedeva, raggiungendo proprio in quegli anni due tappe basilari: il 1 gennaio 1983, su decisione di DARPA e DCA, tutti i nodi di Arpanet passarono ufficialmente dal vecchio NCP a TCP/IP. Si narra che tutto filò liscio, anche se da un responsabile di nodo all'altro rimbalzò il messaggio "I survived the TCP/IP transition" (letteralmente: "Sono sopravvissuto al passaggio al TCP/IP"). Approfittando del clima di riorganizzazione che seguì la transizione, Paul Mockapetris, Jon Postel (che nel frattempo aveva anche definito il nuovo protocollo per la posta

elettronica, il "Simple Mail Transfer Protocol") e Craig Partridge si misero a lavorare ad un nuovo sistema per individuare i nodi della rete, assai più facile da maneggiare rispetto agli indirizzi numerici IP. Nel novembre dello stesso anno, dopo alcuni mesi di lavoro pubblicarono le RFC 892 e 893 che delineavano il "Domain Name System" (DNS). Ci volle ancora un anno intero di discussioni prima che il DNS fosse accettato da tutti e messo in funzione, ma quando questo avvenne tutti gli elementi tecnici affinché la diffusione di Arpanet/Internet esplodesse erano ormai disponibili.

A dare il via a tale esplosione fu ancora una volta la NSF. Dopo il successo dell'esperimento Cernet, l'ente federale per la ricerca era sempre più convinto della necessità di dotare il sistema universitario di una infrastruttura telematica ad alta velocità. Il problema fu che i fondi a sua disposizione si rivelarono del tutto insufficienti per tale obiettivo. Per ovviare a tale limite la NSF decise di coinvolgere direttamente le università nella costruzione della nuova infrastruttura. Essa si assunse direttamente l'onere di realizzare una "backbone" (in italiano è generalmente definita come "dorsale") ad alta velocità, che congiungesse i cinque maggiori centri di supercalcolo del paese con una linea dedicata a 56 Kbps. Tale backbone, fu battezzata NSFnet. Tutte le altre università avrebbero potuto accedere gratuitamente a tale rete a patto di creare a loro spese le infrastrutture locali. Il progetto fu avviato nel 1986 ed ebbe un successo enorme. Nel giro di un anno quasi tutte le università statunitensi aderirono all'offerta della NSF, e si riunirono in consorzi per costruire una serie di reti regionali, a loro volta connesse a NSFnet. A ciò si affiancò la diffusione delle reti locali, la cui commercializzazione era appena iniziata. Come risultato, il numero di host di quella che è ormai possibile chiamare Internet, decuplicò, raggiungendo la quota di diecimila. Ma si trattò appena di un inizio. Il successo riportato dai protocolli TCP/IP, e da tutti gli altri protocolli applicativi che su di esso si basavano, stimolò la nascita di altre reti di ricerca nazionali, in gran parte dei paesi occidentali. Ormai, anche le reti private come Decnet, Comuserve e MCI decisero di connettersi ad Internet. Come conseguenza fra il 1985 e il 1988 il backbone della NSFnet dovette essere aggiornato ad una rete T1 a 1,544 Mbps, e un anno dopo il numero di host superò le 100 mila unità. A questo punto divenne evidente che la vecchia Arpanet aveva ormai esaurito la sua funzione. Tutti i nuovi accessi passavano per la più veloce, evoluta ed economica NSFnet. Inoltre la DARPA (dove non era rimasto nessuno dei grandi protagonisti della storia di Arpanet) era ormai rivolta ad altri interessi e non intendeva più spendere i 15 milioni di dollari annui per quella vecchia rete. Fu così che qualcuno (ma nessuno in particolare si assunse pubblicamente il compito) prese la decisione di staccare la spina. Nel 1989, a venti anni dalla sua nascita, il processo di smantellamento di Arpanet ebbe inizio. Tutti i siti vennero trasferiti alla rete della NSF o a qualcuna delle reti regionali. Alla fine dell'anno Arpanet aveva cessato di

esistere, e il glorioso IMP numero 1 divenne un reperto in mostra alla UCLA, dove tutto era iniziato.

1.11 - Il World Wide Web e l'esplosione di Internet

Per molti anni, la rete era stata uno strumento, alquanto esoterico, nelle mani di poche migliaia di studenti e ricercatori di informatica. Alcuni di loro potevano affermare senza battere ciglio di conoscere a memoria l'indirizzo di ogni singolo host. Ma la diffusione che conseguì alla nascita di NSFnet aveva cambiato radicalmente il quadro demografico degli utenti. Agli informatici (accademici e professionisti) si erano affiancati i fisici, i chimici, i matematici e anche alcuni rari studiosi dell'area umanistica. Senza contare che le reti universitarie iniziavano a fornire accessi anche agli studenti "undergraduate", ed a fornire informazioni amministrative attraverso i loro host. Nel contempo, la quantità di risorse disponibili cresceva in modo esponenziale, e nessuno era ormai più in grado di tenerne il conto con il solo aiuto della memoria. Tutte queste ragioni, che si sommavano allo spirito di innovazione e di sperimentazione che aveva caratterizzato gli utenti più esperti della rete, determinarono agli inizi degli anni 90 una profonda trasformazione dei servizi di rete e la comparsa di una serie di nuove applicazioni decisamente più user friendly. Il primo passo in questa direzione fu lo sviluppo nel 1989 di un programma in grado di indicizzare il contenuto dei molti archivi pubblici di file basati su FTP, da parte di Peter Deutsch, un ricercatore della McGill University di Montreal. Il programma fu battezzato Archie, e in breve tempo gli accessi all'host su cui era stato installato generarono più della metà del traffico di rete tra Canada e USA. Preoccupati da tale situazione, gli amministratori della McGill decisero di impedirne l'uso agli utenti esterni. Ma il software era ormai di pubblico dominio, e numerosi server Archie comparvero su Internet. Poco tempo dopo, Brewster Kahle, uno dei migliori esperti della Thinking Machine, azienda leader nel settore dei supercomputer paralleli, sviluppò il primo sistema di "information retrieval" distribuito, il "Wide Area Information Server" (WAIS). Si trattava di un software molto potente che permetteva di indicizzare enormi quantità di file di testo e di effettuare ricerche su di essi grazie a degli appositi programmi client. Le potenzialità di WAIS erano enormi, ma la sua utilizzazione era alquanto ostica, e ciò ne limitò la diffusione. Nel momento di massimo successo il server WAIS principale installato alla Thinking Machine ospitò circa 600 database, tra cui l'intero archivio delle RFC. Ben più fortunata, anche se altrettanto breve, fu la vicenda del primo strumento di interfaccia universale alle risorse di rete orientato al contenuto e non alla localizzazione: il Gopher. Le sue origini risalgono al 1991, quando Paul Lindner e Mark P. McCahill della University of Minnesota decisero di realizzare il prototipo di un sistema di accesso alle risorse di rete interne al campus la cui interfaccia fosse basata su menu descrittivi, e che adottasse una architettura client-server (in modo da rendere possibile la distribuzione su

più host del carico di indicizzazione). Il nome, ispirato alla marmotta scavatrice simbolo dell'università, si dimostrò un'ottima scelta. Nel giro di due anni il programma (i cui sorgenti furono messi a disposizione liberamente, un po' come succede oggi con i software GNU per Linux) si diffuse in tutta la rete, arrivando a contare più di 10 mila server e divenendo l'interfaccia preferita della maggior parte dei nuovi utenti. Al suo successo contribuì notevolmente lo sviluppo di un programma che permetteva di effettuare ricerche per parole chiave su tutti i menu del gopherspace, denominato Veronica e la cui origine si colloca nell'ambito della Duke University. Ma proprio mentre il Gopher raggiungeva l'apice del suo successo, un altro sistema, sviluppato nei laboratori informatici del CERN di Ginevra, cominciò ad attirare l'attenzione della comunità di utenti Internet: il "World Wide Web". Il primo documento ufficiale in cui si fa riferimento a questo strumento risale al marzo del 1989. In quell'anno Tim Berners Lee, un fisico in carica al centro informatico del grande laboratorio, concepì l'idea di un "sistema ipertestuale per facilitare la condivisione di informazioni tra i gruppi di ricerca nella comunità della fisica delle alte energie", e ne propose lo sviluppo al suo centro. Avuto un primo assenso, si mise al lavoro sulla sua idea, coadiuvato dal collega Robert Cailliau (a cui si deve il simbolo costituito da tre 'W' sovrapposte in colore verde). Nel novembre del 1990 i due firmarono un secondo documento, assai più dettagliato, che descriveva il protocollo HTTP, il concetto di browser e server, e che rendeva pubblico il nome ideato da Berners Lee per la sua creatura, appunto World Wide Web. Nel frattempo, Berners Lee, lavorando con la sua nuova workstation Nextstep, un vero e proprio gioiello dell'informatica, sviluppò il primo browser/editor Web (battezzato con poca fantasia World Wide Web anch'esso). Le funzionalità di quel programma erano avanzatissime (ancor oggi i browser di maggiore diffusione non hanno implementato tutte le caratteristiche del primo prototipo), ma purtroppo le macchine Next in giro per il mondo erano assai poche. Per facilitare la sperimentazione del nuovo sistema ipertestuale di diffusione delle informazioni su Internet, Berners Lee realizzò un browser con interfaccia a caratteri, facilmente portabile su altre architetture, e lo battezzò "Line Mode Browser". Esso venne distribuito nel marzo del 1991, in formato sorgente non compilato, attraverso alcuni gruppi di discussione. Una versione già compilata fu messa on-line e resa accessibile tramite un collegamento telnet pubblico su un host del CERN. Intanto iniziavano a sorgere i primi server Web esterni al CERN ma sempre legati al mondo della fisica nucleare. Alla fine dell'anno se ne contavano circa cinquanta. L'interesse intorno a questa nuova applicazione iniziava a crescere, ma l'ostica interfaccia a caratteri del browser ne limitava la diffusione. Un primo aiuto in questo senso venne nel 1992, quando Pei Wei, uno studente di Stanford, realizzò un browser grafico per X-window, battezzato "WWW Viola". Fu proprio provando Viola che Marc Andressen, studente specializzando presso il National Center for Supercomputing Applications (NCSA) della University of Illinois,

concepì l'idea di sviluppare un browser web grafico. Insieme al suo compagno di studi Eric Bina, Marc creò Mosaic. La prima versione per Unix X-window fu rilasciata nel gennaio 1993. Nel settembre dello stesso anno, il gruppo di programmatori raccolti intorno a Mark ed Eric rilasciò le prime versioni per Windows (che all'epoca aveva raggiunto la versione 3.0) e Macintosh. Mosaic fu una vera e propria rivelazione per gli utenti Internet. La semplicità di installazione e di uso ne fece una "killer application", che nel giro di pochi mesi attrasse su World Wide Web migliaia di utenti, e che soprattutto rese evidente un modo nuovo di utilizzare i servizi della rete Internet, completamente svincolato dalla conoscenza di complicate sintassi e lunghi elenchi di indirizzi. Grazie a Mosaic ed alla sottostante architettura Web, Internet divenne uno spazio informativo ipermediale aperto che era alla portata di chiunque con il minimo sforzo.

Tutto ciò accadeva mentre Internet aveva già raggiunto i due milioni di host, ed il backbone della NSFnet era stato portato ad una banda passante di 44,736 Mbps. Ma l'introduzione del binomio Mosaic/Web ebbe la forza di un vero e proprio 'Big bang'. Dalla fine del 1993 gli eventi si fanno ormai concitati. A fine anno Marc Andressen lasciò il NCSA. Nel marzo dell'anno dopo incontrò uno dei fondatori della Silicon Graphics, Jim Clark, che lo convinse a fondare una società per sfruttare commercialmente il successo di Mosaic. Il nome scelto per la società in un primo momento fu Mosaic Communication, ma, per evitare di pagare royalties al NCSA, fu deciso di cambiarlo in Netscape Communication, e di riscrivere da zero un nuovo browser Web, dopo avere cooptato la maggior parte dei vecchi amici e collaboratori di Mark. Pochi mesi dopo fu distribuita la prima versione beta di Netscape Navigator, le cui caratteristiche innovative ne fecero quasi immediatamente l'erede di Mosaic. Il 25 maggio del 1994 si tenne a Ginevra la prima "WWW Conference" (alcuni la hanno battezzata la 'Woodstock del Web'), seguita nell'ottobre da una seconda tenuta a Chicago. Da quei primi incontri si presero le mosse per la fondazione del "W3 Consortium" (la prima riunione risale al 14 dicembre 1994), una organizzazione voluta da Tim Berners Lee al fine di gestire in modo pubblico e aperto lo sviluppo delle tecnologie Web, così come era avvenuto per tutte le precedenti tecnologie che erano state sviluppate sulla e per la rete sin dai tempi del NWG.

Ma i tempi, appunto, erano ormai cambiati profondamente. Con cinque milioni di host, tra cui 25 mila server Web (moltiplicatisi secondo un ritmo di crescita geometrico), la nuova Internet era ormai pronta ad una ennesima mutazione. Da un sistema di comunicazione fortemente radicato nell'ambiente accademico, stava infatti per divenire un vero e proprio medium globale, in grado di generare profitti miliardari. Già da qualche anno, la rigida chiusura al traffico commerciale sul backbone NSFnet era stata sostituita da una ben più ampia tolleranza. Il 30 aprile del 1995

la NSF chiuse definitivamente il finanziamento della sua rete, che venne ceduta ad un gestore privato. Nel frattempo, molte grandi multinazionali delle telecomunicazioni avevano già iniziato a vendere connettività Internet per conto proprio. Il controllo tecnico della rete rimaneva in mano alla Internet Society, una organizzazione no profit fondata nel 1992 alle cui dipendenze erano state messe IAB e IETF. Ma il peso dei grandi investimenti cominciava a farsi sentire, specialmente con l'entrata in campo della Microsoft, e con la reazione al suo temuto predominio da parte di altri attori, vecchi e nuovi, dell'arena dell'Information Technology.

Il resto, l'esplosione di Internet come numero di host, di utenti e come fenomeno mediatico, è cronaca dei giorni nostri.