

20 ANNI DI WWW

IL WORLD WIDE WEB E LA FISICA DELLE PARTICELLE,
DAL PHONEBOOK DEL CERN A FACEBOOK

FRANCESCO-LUIGI NAVARRIA

Dipartimento di Fisica, Università di Bologna, e INFN,
Sezione di Bologna

1 Introduzione

Il *World Wide Web* (WWW o semplicemente il Web), delineato in una proposta presentata nel marzo 1989 da Tim Berners-Lee [1], allora ricercatore al CERN di Ginevra, rappresenta la risposta alla necessità di trovare un modo efficiente per scambiare informazione in modo indipendente dalla piattaforma usata, a quella di organizzarla nel modo più flessibile ed efficiente, e molto altro ancora.

Il Web permette lo svolgimento di gran parte delle attività umane ed evolve sempre più verso un vero Web della vita, come era nella visione originale del suo inventore. Si tratta di uno spazio di informazioni, cioè di documenti e di collegamenti, con cui abbiamo continuamente a che fare ad ogni livello ed in ogni momento della giornata. Si va dalla semplice ricerca e pubblicazione di qualsiasi tipo di documento e di informazione in una complessa enciclopedia ipertestuale, fino alle possibilità interattive ed intracreative offerte dagli strumenti collaborativi. Ciò che non è sul Web, semplicemente non è, si può dire parafrasando la filosofia del *World Wide Web Consortium* (W3C) riguardo ai documenti. Due statistiche rappresentano bene l'impatto del Web a livello planetario. L'evoluzione del numero di *server* Web è stata esponenziale, dal primo *server* NeXT funzionante al CERN nel 1991, fino ai più di 200 M attuali [2]. La percentuale di abitanti che ha accesso a Internet [3], nel Nord America ed in alcuni paesi d'Europa ha superato il 70% e si può dire stia saturando. All'estremo opposto, in Africa, si raggiunge appena il 5%. Mediamente quasi un abitante del pianeta su quattro ha accesso alla rete e questo avviene quasi sempre attraverso il Web.

Quello che Tim (fig. 1) ha raggiunto è stato compensato con una lunga serie di premi e di onoreficenze, fra tanti basti citare il *Millennium Prize* e l'essere stato fatto baronetto da Elisabetta II nel dicembre 2003. Il suo obiettivo però è rimasto quello di riuscire a portare il Web a sviluppare appieno il suo potenziale.

Il Web, noto al pubblico per la possibilità di comprare un biglietto del treno o di fare una telefonata a buon mercato, è originato come mezzo per migliorare il mantenimento e lo scambio di documenti fra i fisici delle alte energie che lavoravano al CERN.



Fig. 1 Tim Berners-Lee, con Kofi Annan, durante la conferenza "The Role of Science in the Information Society", Ginevra, 8-9 dicembre 2003, qualche settimana prima di diventare Sir Tim (reproduced from SIS-Forum web page, © CERN, Geneva).

2 Il contesto

Le idee di Tim Berners-Lee si sono sviluppate e sono state realizzate mentre lavorava al CERN, a contatto con acceleratori ed esperimenti, e le caratteristiche del laboratorio hanno ispirato e determinato il Web almeno al suo inizio.

Al CERN, oltre ai contratti permanenti, sono presenti numerosi contratti a termine, borsisti ed una moltitudine di utilizzatori che rimane per un periodo limitato allo svolgimento delle proprie ricerche. Attualmente, coll'inizio della sperimentazione al *Large Hadron Collider* (LHC) si stanno raggiungendo i 10 000 utilizzatori, mentre all'epoca del *Large Electron-Positron collider* (LEP) si è arrivati a circa 6 000 [4]. Il risultato è una popolazione in continuo avvicendamento, con il rischio di perdere una grande quantità d'informazione e di conoscenze a meno di non avere un sistema di documentazione efficiente, facilmente gestibile ed usabile. Un altro aspetto del microcosmo dei fisici delle alte energie è la formazione di grossi gruppi sperimentali internazionali, sparsi per l'Europa e gli altri continenti, accomunati dal linguaggio scientifico, al di là di divisioni linguistiche o anche politiche, processo iniziato già all'epoca delle camere a bolle.

Da un lato una nuova generazione di esperimenti stava raccogliendo i primi dati col nuovo collisionatore LEP (entrato in funzione il 14 luglio 1989, 200 anni dopo la presa della Bastiglia), mentre già si pensava ai possibili miglioramenti dell'acceleratore e degli esperimenti. Dall'altro lato il CERN era diventato il più grande sito Internet in Europa e al tempo stesso, per le necessità di grandi acceleratori e di complessi esperimenti comprendenti decine di sottorivelatori, vi si era sviluppata la cultura del calcolo distribuito. Situazioni analoghe a quella del CERN si erano sviluppate a DESY, SLAC e Fermilab. Tim aveva contribuito in persona allo sviluppo di *Remote Procedure Call* quando era assegnato all'*on-line* dell'esperimento DELPHI al LEP. Questa esperienza gli ha permesso di rendersi padrone di alcune tecniche essenziali per lo sviluppo del Web: portabilità del *software*, programmazione a livello di rete e di *socket* [5]. Il Web è l'unione di due concetti fondamentali nel campo della comunicazione: l'ipertesto e

l'uso della rete per lo scambio di documenti, archiviazione e accesso. Ambedue questi concetti preesistevano da parecchi anni, ma, mentre migliaia di *computer scientists* li avevano applicati separatamente, nella loro fusione Tim realizza uno strumento interamente nuovo, rispondente alle esigenze di comunicazione e di collaborazione dei fisici delle alte energie prima e di tutta la popolazione mondiale poi.

Nel 1989 le reti fisiche che collegavano *computer* fra loro esistevano già da venti anni. Anche l'ipertesto aveva una lunga storia. A partire dalle prime idee di Vannevar Bush [6] e dalla definizione di Ted Nelson per descrivere informazione leggibile da un essere umano collegata insieme senza legami rigidi, si era arrivati alle realizzazioni di Douglas Engelbart [7]. Il sistema di Engelbart si chiamava *on-Line System (NLS)*, divenuto successivamente *Augment* nella sua versione commerciale. *NLS-Augment* era una dimostrazione sofisticata di ipertesto strutturato e la realizzazione di una comunità on-line, un po' in anticipo rispetto all'attuale *Facebook* [8], che nell'aprile 2009 ha raggiunto i 200 M di iscritti¹.

3 La proposta e gli inizi del Web

"*Information Management: A Proposal*" (fig. 2) è datata 13 marzo 1989 [1].

"*Vague but exciting...*", con questo scarno commento, annotato manualmente su una copia del documento, Mike Sendall, che era il diretto superiore di Tim nella divisione DD del CERN, ha fatto storia, permettendo al progetto

¹ Mentre alcune amministrazioni e ditte proibiscono l'accesso a *Facebook* ai dipendenti, è da notare che l'impatto di queste iniziative può andare oltre la pura socializzazione al di fuori dal lavoro. Nel 2007 al CERN si è osservato un calo nelle domande per ottenere un *Fellowship*, con alcuni Paesi Membri scarsamente rappresentati ed alcune discipline senza candidati validi. Di conseguenza nel 2008 sono state lanciate diverse iniziative di reclutamento, usando in particolare nuove tecnologie, quali *Facebook*, *YouTube* etc. Nella *homepage* pubblica della collaborazione ATLAS ad LHC è presente un collegamento ad *YouTube* [9] con numerosi filmati sull'esperimento. Il CERN stesso ha un canale su *YouTube*, CERN TV, dall'ottobre 2007. Anche la *CERN Library* ha aperto di recente una pagina su *Facebook* [10].



di continuare e, in retrospettiva, di cambiare il mondo. Vent'anni dopo al CERN c'è stata la celebrazione ufficiale [11] con la presenza fra l'altro di alcuni attori di allora, Tim Berners-Lee, Robert Cailliau, Ben Segal, colui che ha introdotto Internet al CERN, il *computer* NeXT (Fig. 3).

Il documento inizia con "CERN is a wonderful organization" ... "CERN" is a model in miniature for the rest of the world in a few years time" – "fra 10 anni vi saranno soluzioni commerciali, ma noi le vogliamo adesso per poter continuare". Dopo aver identificato i problemi connessi con soluzioni ad albero o con l'uso di parole chiave, Tim suggerisce per il mantenimento delle informazioni generali sugli acceleratori e sugli esperimenti la soluzione ipertestuale: un "web" di note con collegamenti (tipo referenze) fra loro è molto più utile di un sistema gerarchico fisso (quali erano allora CERNDOC, il sistema di *file* di Unix, o VMS/HELP). Il sistema disegnato da Tim è pieno di frecce e cerchi (fig. 2), nodi e collegamenti, che hanno significati diversi in contesti diversi: tale sistema deve permettere l'inserimento di ogni sorta di informazione. Un'altra persona deve essere capace di trovare l'informazione, qualche volta senza neanche sapere cosa sta cercando. Tim aveva avuto personalmente esperienza con un sistema ipertestuale. Nel 1980, durante una sua precedente permanenza al CERN, ha scritto il programma *Enquire*² per tener traccia di tutte le associazioni casuali che si incontrano nella vita reale e che un cervello dovrebbe ricordare, in particolare del lavoro sul *software* di controllo del ProtoSincrotrone (PS). Questo programma permetteva di navigare fra varie pagine seguendo collegamenti. L'altro punto chiave della proposta è l'accesso remoto attraverso le reti. Questo consente l'eterogeneità delle piattaforme (allora VM/CMS, Macintosh, VAX/VMS, Unix) e l'accesso ai dati distribuiti, evitando naturalmente una centralizzazione dell'informazione. L'architettura del sistema è basata sul modello *client-server* (fig. 4) per un

² Il nome deriva da *Enquire Within Upon Everything*, edizione 1875, un almanacco di epoca vittoriana contenente ogni sorta d'informazione e di consigli, pieno di associazioni potenzialmente casuali. L'introduzione diceva che avrebbe potuto essere usato in qualsiasi circostanza, come il Web adesso.

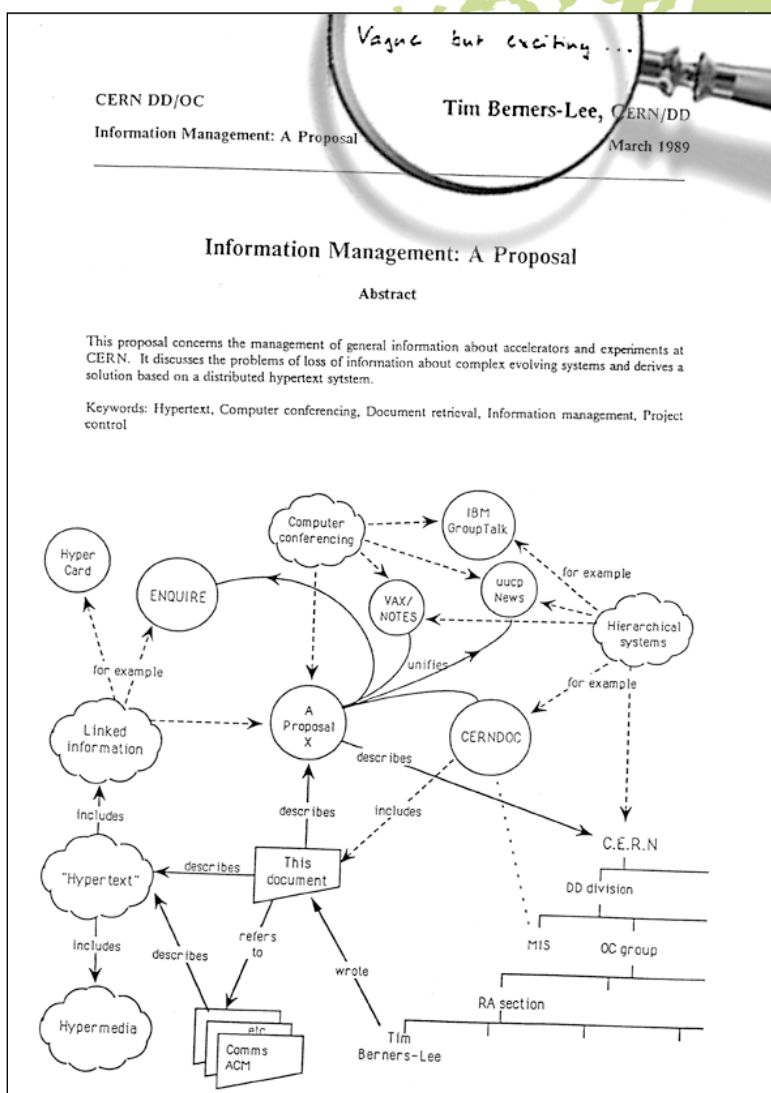


Fig. 2 Frontespizio della proposta.



Fig. 3 Il *computer* NeXT usato da Tim per scrivere il primo *server* Web ed il primo *browser*. È stato riaccessato per una dimostrazione durante la celebrazione dei 20 anni del Web.

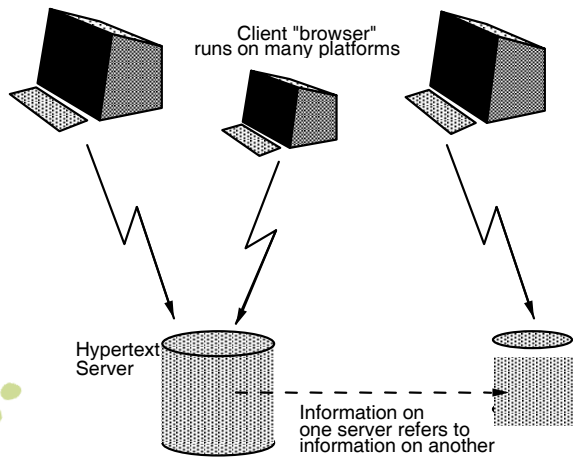


Fig. 4 L'architettura *client-server* per un sistema di ipertesto distribuito.

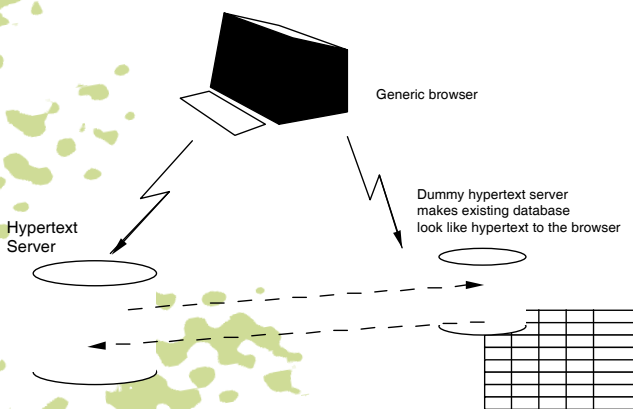


Fig. 5 *Hypertext gateway*: permette ad un *browser* di vedere un *database* esistente come ipertesto.

| Welcome to CERN | |
|---|---|
| CERN Information | |
| CERN is the European Particle Physics Laboratory in Geneva, Switzerland. Select by number information here, or elsewhere (Return for more). | |
| Help [1] | On this program, or the World-Wide Web project [2]. |
| Phone book [3] | People, phone numbers, accounts and email addresses. See also the analytical Yellow Pages [4], or the same index in French: Pages Jaunes [5] |
| CC Documentation[6] | Index of computer centre documentation, newsletters, news, help files, etc... |
| News [7] | A complete list of all public CERN news groups, such as news from the CERN User's Office [8], Cern computer center news [9], student news [10]. See also Private groups [11] and Internet news [12] |
| From other sites:- 1-24, <RETURN> for more, Quit, or Help: | |

Fig. 6 Il browser scritto da Nicola Pellow per terminali VT100.

ipertesto distribuito. Infine per essere utile il sistema doveva poter accedere ai dati esistenti (fig. 5). Da notare il basso profilo all'inizio del progetto: si stimava che due persone per 6 o 12 mesi fossero sufficienti in una prima fase del progetto.

Nell'ottobre 1990, Tim Berners-Lee e Robert Cailliau presentano una proposta rivista e aggiornata [12] per un ipertesto distribuito mondialmente. A partire da novembre il primo sistema *Web client-server* era in funzione sulla piattaforma NeXT con caratteristiche molto avanzate (ad es. la possibilità di editare documenti), ma disponibili solo per chi possedeva lo stesso computer. Queste caratteristiche sono diventate accessibili su diversi *browser* solo molti anni dopo.

Nel marzo del 1991 arriva il primo *browser* in modalità testo scritto al CERN dalla studentessa Nicola Pellow. Il vantaggio era di poter essere eseguito su diverse piattaforme (Vax, rs6000, sun4), la limitazione quella di essere visualizzato su terminali basati sui caratteri, VT100 (fig. 6). Parallelamente il codice del *server WWW* era trasportato su piattaforma VAX/VMS e su mainframe IBM VM/CMS al CERN. Intanto si andavano sviluppando i primi *browser* progettati per Unix X-Windows.

Il 12 dicembre 1991 Paul Kunz installa il primo *server Web* non europeo a SLAC. Seguono nel giugno 1992 i *server Web* di FNAL, NIKHEF e DESY.

Il 30 aprile 1993 il CERN decide di rendere pubblico il *software* di WWW in modo assolutamente gratuito (fig. 7), indipendentemente dall'uso non commerciale o meno. Alla fine del 1993 esistono già circa 500 *server Web* e il traffico sulla porta 80, WWW, rappresenta l'1% del traffico su Internet. Nel maggio 1994 ha luogo al CERN la *First International WWW Conference* con 400 partecipanti, la Woodstock del Web [13]³. Alla fine del 1994 LHC è approvato entro il bilancio annuale del laboratorio e il CERN arresta le attività di sviluppo Web per concentrarsi sulla costruzione della nuova macchina.

³ In effetti il primo *workshop* internazionale sul Web si è tenuto a San Miniato nel marzo 1994 [14].




Per quanto riguarda il *software* le tappe più importanti all'inizio sono l'arrivo di *browser* sempre più efficienti e di nuovi linguaggi.

Mosaic del NCSA per X-Windows, con funzionalità grafiche utili per formattare una pagina, esce all'inizio del 1993 e aumenta notevolmente la popolarità del Web.

Netscape Navigator, con funzionalità grafiche migliorate, arriva sul mercato nel novembre 1994. Nel maggio 1995 arriva il linguaggio Java e la possibilità di eseguire il codice (*applet*) direttamente sul *client* rivoluzionando il problema dell'interattività affrontato fino ad allora con programmi o *script Common Gate Interface*.

4 Prime applicazioni del Web alla fisica delle particelle

È un dato di fatto che il Web non ha avuto immediatamente un impatto rivoluzionario sulla fisica delle alte energie dentro alla quale era nato. L'ipertesto in rete era percepito come un esercizio di *computer science* piuttosto che qualcosa di utile all'esperimento.

Per rendersi utile un *Web server* doveva offrire una interfaccia migliore a prodotti esistenti. Si è cominciato col *Phone Book* del CERN, che, visto l'avvicendamento continuo del personale, rappresentava un problema per la necessità continua di aggiornamento. Un'interfaccia unica, accessibile in *linemode* ma da un qualsiasi terminale VT 100 connesso ad una piattaforma qualsiasi, era una soluzione al problema. Il primo *server info.cern.ch* conteneva in un *menu* anche documentazione del *Computer Centre*, *News (User's Office etc.)* ed altre pagine utili (fig. 6).

SPIRES (*Stanford Public Information REtrieval System*) è stata una delle prime dimostrazioni dell'utilità di un'interfaccia Web a convincere i fisici delle alte energie. SPIRES permette di accedere ad una serie di database rilevanti per la fisica delle particelle, contenenti riferimenti a *preprint* (con circa 450 000 voci, attualmente), altri riferimenti bibliografici, citazioni, nomi di autori, istituti, esperimenti, conferenze e dati sulle particelle. SPIRES WWW è stato uno dei primi *server* fuori dal CERN. È stato anche un esempio di quanto si guadagna ad interfacciare un *database* esistente usando

il Web e sfruttandone l'architettura *client-server* distribuita. Il collegamento fra SPIRES ed altri database contenenti le versioni elettroniche dei *preprint* (ad es. *arXiv* di Los Alamos) ha fatto la fortuna del sistema ed al tempo stesso ha rivoluzionato il modo di lavorare dei fisici delle particelle: una bibliografia può essere completata in una frazione di secondo e le singole voci possono subito essere scaricate e/o stampate.

Homepage. Molti esperimenti e laboratori realizzarono rapidamente che un *Web server* poteva essere un ottimo strumento per mantenere e rendere accessibili informazioni, sia rivolte all'esterno che all'interno, comprendendo missioni, scopi, pubblicazioni, elenchi telefonici e di indirizzi *e-mail*, gruppi di studio, conferenze, seminari, distribuzione e mantenimento di *software* etc. L'informazione interna poteva essere facilmente protetta da *password* e contenere lavori in corso, informazioni sensibili etc. Con l'uscita di Mosaic nel febbraio 1993 il *browser* può ricevere documenti preesistenti e mostrarli sullo schermo del *computer* secondo istruzioni annesse in *Hyper Text Markup Language* (HTML). Può anche ricevere un documento elettronico sintetizzato, cui non corrisponde alcun documento effettivo, ma solo una pagina in HTML prodotta in tempo reale. Il Web è stato usato quindi subito anche per gli *Slow Controls* dell'esperimento, monitoraggio di fluidi vari, alte tensioni, basse tensioni, temperature, pressione etc. [15] In generale, si è visto che era possibile monitorare l'esperimento via Web.

Java. Si tratta di un linguaggio interpretato che oggi come oggi è alla base di tutte le applicazioni movimentate nelle *homepage*. *Java applet* possono essere eseguite dovunque un sistema operativo permetta di avere una *Java Virtual Machine* (JVM). Una delle prime applicazioni di Java alla fisica delle alte energie è WIRED (*Web based Interactive Remote Event Display*), un visualizzatore di eventi universale, eseguibile come *applet* su qualsiasi *computer*. È stato iniziato da Mark Donszelmann con gli eventi di DELPHI al LEP e continuato a SLAC per gli eventi di BABAR. WIRED è tuttora usato da GLAST e per visualizzare gli eventi LEP nelle *European Masterclasses* [16].






Fig. 7 Il documento con cui il CERN rende pubblico il software del Web.

5 Alcune applicazioni recenti in fisica delle particelle

Riviste elettroniche. Una delle applicazioni del Web presentata al *workshop* di San Miniato era la produzione di un quotidiano elettronico, L'Unione Sarda, prodotto in collaborazione con il CSR4 [17]. In campo scientifico versioni *on-line* di riviste sono state prodotte parallelamente alla versione tradizionale stampata, tipicamente in formato pdf. Successivamente sono uscite riviste interamente elettroniche, ad es. *Journal of High-Energy Physics* (JHEP) [18]. Il contenuto degli articoli è liberamente accessibile per 30 giorni dopo la pubblicazione *on-line* e lo resta per alcuni paesi in via di sviluppo o a basso reddito. Più recente è *Journal of INSTRumentation* (JINST) [19] iniziato nell'aprile 2006, una rivista dedicata alla strumentazione per le alte energie⁴. Le riviste elettroniche

⁴ In un numero speciale di agosto 2008 sono stati pubblicati gli articoli relativi ai rivelatori operanti ad LHC (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb, LHCf, TOTEM), nonché alla macchina. Questi articoli sono liberamente accessibili, per gli altri valgono le stesse regole che per JHEP.

disponibili solo sul Web, a pagamento o meno, assumono sempre più importanza rispetto a quelle tradizionali. I lettori sono interessati alla possibilità di trovare qualsiasi articolo il più rapidamente e liberamente possibile. Mentre i *preprint* sono sempre stati accessibili liberamente sul Web, non sempre ciò è vero per le pubblicazioni finali nei giornali scientifici. Questa contraddizione fra ciò che è disponibile liberamente e ciò che non lo è dopo *peer review*, è uno dei motivi dietro il movimento *Open Access* [20]. Forse anche in questo caso, nonostante l'importanza relativa nel campo delle pubblicazioni scientifiche, è sperabile che, come col Web, i fisici delle particelle contribuiscano ad una rivoluzione mondiale nel campo della libertà di accesso all'informazione scientifica.

Sistemi di (video)conferenza. *HyperNews* (HN) sviluppato nel 1994 da Daniel La Liberté presso il NCSA permette a gruppi di persone di partecipare in una conferenza elettronica [21]. Ogni conferenza comincia con un articolo, che può essere letto e commentato da ciascuno dei partecipanti. HN permette vari sistemi di avviso col procedere della discussione. HN è

sostanzialmente basato su testo, ma articolo iniziale e commenti possono contenere elementi multimediali. HN è tuttora usato estensivamente, per es. dalle collaborazioni a LHC per diffondere le notizie e suscitare la discussione all'interno dei gruppi di lavoro. Recentemente è entrato in funzione il sistema *Enabling Virtual Organizations* (EVO) [22] gestito da CalTech, che ha rimpiazzato il *Virtual Room Videoconferencing System* (VRVS) per le videoconferenze. Il sistema EVO è basato su una nuova architettura distribuita ed ha come primo obiettivo il provvedere un sistema migliorato ed un servizio a LHC e ad altri importanti programmi di fisica delle alte energie. Koala, il *client* EVO, è basato su Java e gira sui tre maggiori sistemi operativi usati dalla comunità scientifica, Linux, MacOS e Windows.

6 Applicazioni didattiche

Numerose sono le applicazioni didattiche del Web. Cito solo quelle che mi sono più familiari. *Innovative Software for Higher-education Telematics Applications R&d* (ISHTAR) è un progetto di didattica sul Web sviluppato fino dal 1994 al Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna [23]. Lo scopo è quello di fornire servizi sia per docenti che per studenti. Il *server* contiene corsi di fisica interattivi sviluppati appositamente ad un livello adatto al primo anno di università per studenti di scienze della vita. Un esercizionario interattivo con esercizi scelti a caso da un *database* contenente più di 600 problemi permette agli studenti di verificare la loro preparazione. Altri servizi comprendono la possibilità per il docente di creare elenchi per l'iscrizione agli esami e di pubblicarne i risultati, di pubblicare una *homepage*, collegandovi ogni tipo d'informazioni, avvisi, programmi, copie dei lucidi di lezione etc. Successivamente quasi tutti questi servizi sono stati offerti da *server* di ateneo, mentre corsi e esercizi continuano ad essere usati. Un tipo diverso di *server* è quello in cui si mettono a disposizione serie di centinaia di applet per uso didattico, ad es. [24].

7 Il futuro del Web

Il W3C, che Tim ha fondato nel 1994 dopo aver lasciato il CERN e di cui è tuttora direttore, è il luogo dove si fa il futuro del Web per portarlo al suo pieno potenziale. Esso ha la missione di creare standard Web e linee guida, creando il potere di comunicare, di scambiare informazioni e di scrivere applicazioni dinamiche per chiunque, dovunque, in ogni momento, usando un qualsiasi apparecchio. Il numero di apparecchi che possono accedere al Web è cresciuto enormemente. Oggi telefoni cellulari, assistenti digitali personali, sistemi di televisione interattiva, sistemi di risposta vocale e anche certi apparecchi domestici possono tutti accedere al Web⁵. L'obiettivo di W3C è quello di rendere l'accesso al Web da parte di ogni tipo di apparecchio semplice, facile e conveniente come l'accesso al Web da un *computer*. Un altro aspetto è il Web semantico, termine coniato dal suo ideatore, Tim Berners-Lee, che implica la trasformazione del Web in un ambiente dove i documenti pubblicati (pagine HTML, *file*, immagini, etc.) siano associati ad informazioni e dati (metadati) che ne specifichino il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione, all'interpretazione e, più in generale, all'elaborazione automatica.

8 Conclusioni

L'essere stato accettato su scala planetaria e l'essere persistente in un mondo di tecnologie mutanti e sempre più avanzate, è una riprova del fatto che il progetto originale del Web, basato sul modello *client-server* e sull'ipertesto distribuito, era un progetto solido, con quel tanto di visionario che ne ha fatto una svolta rivoluzionaria.

Per molti aspetti il Web ha superato le attese e oggi come oggi tante applicazioni basate sul Web erano inimmaginabili 20 anni fa. Oggi

⁵ Per es. i pescatori africani possono connettersi al Web con telefoni cellulari per conoscere in tempo reale verso quale mercato è più conveniente dirigersi per vendere il pescato.



lo sviluppo del Web è globale e legato allo sviluppo delle tecnologie di Internet e non più condizionato dalla fisica delle particelle. In alcuni settori legati al Web però la fisica delle particelle è tuttora motore di sviluppo, basti citare la tecnologia GRID e l'iniziativa per *Open Access Publishing*: in ambedue questi casi il CERN e tutta la comunità delle alte energie sono una delle principali forze propulsive. Le lezioni che si possono trarre sono due. L'eccellenza nella ricerca richiede nuovi metodi e nuovi prodotti che possono essere poi applicati in altre aree. I centri di ricerca e le università sono sviluppatori e moltiplicatori importanti di nuove tecnologie.

Ringraziamenti

Ringrazio Robert Cailliau e Pier Giovanni Pelfer con cui ho collaborato ad organizzare il primo evento internazionale in cui si è parlato di WWW. Ringrazio Paolo Palazzi, che in quella occasione ha fornito dal CERN l'aiuto necessario, in termini di *hardware* e di personale, facendo sì che l'evento potesse realizzarsi nel migliore dei modi. Ringrazio Marc Donszelmann per una conversazione sull'uso *on-line* del Web e sull'impatto di Java. Vorrei poi ringraziare tutti quelli che hanno contribuito al sito Web ISHTAR, a cominciare da Tiziano Rovelli che lo ha progettato, iniziato e mantenuto. Vorrei infine cogliere l'occasione per ringraziare Luisa Cifarelli che mi ha invitato a scrivere questo articolo, ed apprezzare la collaborazione di Angela Oleandri e di Carmen Vasini nel produrlo.

Bibliografia

- [1] T. Berners-Lee, "Information Management: A Proposal", CERN DD/OC, March 1989; May 1990;
<http://www.w3.org/History/1989/proposal.html>
- [2] <http://news.netcraft.com/>
<http://www.domaintools.com/internet-statistics/>
- [3] <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
- [4] <https://hr-info.web.cern.ch/hr-info/stats/persstats/CERNPersonnelStatistics2007.pdf>
- [5] B. White, "SLAC-PUB-7815", *Phys. Today*, 51 (1998) 30.
- [6] V. Bush, "As we may think", *The Atlantic Monthly*, July 1945.
- [7] D. Engelbart, "Conceptual Framework for Augmenting Human Intellect", *SRI* (1962); *Communications of the ACM*, 38 (1995) 30.
- [8] <http://www.facebook.com/>
- [9] <http://www.youtube.com/TheATLASExperiment>
- [10] <http://www.facebook.com/pages/Geneva-Switzerland/CERN-Library/99397816969>
- [11] <http://cdsweb.cern.ch/record/1167328>
- [12] T. Berners-Lee and R. Cailliau, "World-Wide Proposal for a HyperText Project", CERN, October 1990.
- [13] First International Conference on the World-Wide Web, CERN, 25-27 May 1994
<http://www94.web.cern.ch/WWW94/>
- [14] R. Cailliau, F.-L. Navarria and P.G. Pelfer (curatori), "The World Wide Web and Beyond in Physics Research and Applications", *Proc. of the San Miniato Topical Seminar*, 14-17 March 1994, *Int. Jour. Mod. Phys.*, C5, no. 5 (1994).
<http://www.bo.infn.it/sminiato/sminiato94.html>
- [15] M. Dönszelmann, *Int. Jour. Mod. Phys.*, C5 (1994) 755.
- [16] http://www.physicsmasterclasses.org/physics/physics_hoc.htm
- [17] F. Ruggiero and R. Van Kleij, *Int. Jour. Mod. Phys.*, C5 (1994) 899.
- [18] <http://www.iop.org/EJ/jhep/jhep/>
- [19] <http://www.iop.org/EJ/journal/jinst>
- [20] <http://doc.cern.ch/archive/electronic/cern/preprints/open/open-2007-009.pdf>
<http://library.web.cern.ch/library/OpenAccess/SIPBPubPol.17.11.03.htm>
http://library.web.cern.ch/library/OpenAccess/CERN_exec_board_23.03.05.html
- [21] <http://hypernews.org/>
- [22] <http://evo.caltech.edu>
- [23] F.-L. Navarria, T. Rovelli e N. Tinti, *Il Nuovo Saggiatore*, 19, no. 3-4 (2003) 21.
<http://ishtar.df.unibo.it>
- [24] <http://www.ba.infn.it/~zito/museo/raccolta.html>
<http://www.falstad.com/mathphysics.html>
<http://www.walter-fendt.de/ph14i>

Ulteriori letture

- Tim Berners-Lee, with Mark Fischetti, "Weaving the Web: the original design and the ultimate destiny of the World Wide Web by its inventor" (Harper, San Francisco) 1999.
- James Gillies & Robert Cailliau, "How the Web was Born" (Oxford University Press) 2000.

Francesco-Luigi Navarria

Laureato in Fisica nel 1968, professore di Fisica presso l'Università di Bologna, collabora con l'INFN e con il CERN dal 1966. *Fellow* al CERN nel periodo 1973-75. La sua attività di ricerca è iniziata con lo studio delle risonanze mesoniche, continuando con la fisica dei K neutri e degli iperoni, con lo studio delle prime collisioni p-p agli ISR, con l'urto profondamente inelastico di neutrini e muoni, con la fisica e+e- a LEP e con quella p-p a LHC. Dal 1994 collabora ad attività di didattica della fisica con WWW. Dal 2002 si interessa anche all'*imaging* medico. Dal 1984 ha partecipato all'organizzazione di una serie di conferenze sulla fisica e astrofisica delle particelle, sulla strumentazione e sul calcolo.