

Dig *Italia*

Anno IV, Numero 2 - **2009**

Rivista del digitale nei beni culturali

ICCU-ROMA

Le biblioteche digitali: origini ed evoluzioni storiche

Leonardo Candela – Donatella Castelli – Pasquale Pagano*

*Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "Alessandro Faedo",
Consiglio Nazionale delle Ricerche di Pisa*

Le biblioteche digitali hanno assunto un ruolo fondamentale nella nostra società, chiamata oggi, significativamente, società della conoscenza. Questo nome segnala il superamento della "società dell'informazione" per la quale le biblioteche digitali promettevano, ed oggi stanno realizzando, un accesso universale all'informazione contenuta in biblioteche, musei e archivi. Per la società di oggi, infatti, le tecnologie introdotte con le biblioteche digitali stanno rivoluzionando l'intero percorso che porta dall'informazione alla conoscenza. Di tali tecnologie questo articolo intende fare la storia, partendo dai primi tentativi di realizzazione di sistemi digitali principalmente caratterizzati da funzionalità "bibliotecarie" e approdando infine alla presentazione della complessa realtà odierna, nella quale le biblioteche digitali di primitiva concezione si mescolano con sistemi capaci di dare supporto in tutte le fasi di produzione della conoscenza.

Introduzione

Per lungo tempo il nome di "biblioteche digitali" ha evocato l'equivalente digitale delle biblioteche tradizionali. Tuttavia i sistemi chiamati "biblioteche digitali" hanno attraversato profonde trasformazioni dal tempo della loro prima comparsa, e sono divenuti oggi sistemi complessi, connessi in rete, usati per la comunicazione e la collaborazione di comunità distribuite su scala planetaria. E gli "oggetti digitali" che essi trattano non sono più l'equivalente digitale dei documenti cartacei, ma un'intera gamma di tipologie che vanno dalle osservazioni satellitari alle immagini, ai video, ai programmi: cioè qualsiasi tipo di oggetto, anche multimediale, che una comunità definisca appropriato ai suoi bisogni di lavoro e comunicazione. L'evoluzione delle biblioteche digitali non è stata lineare, essendo stata influenzata sia dalla diversità delle discipline che hanno contribuito alla loro concezione, sia dalle diverse esigenze delle comunità per le quali le prime biblioteche digitali sono state costruite. Per queste ragioni, la storia delle biblioteche digitali, iniziata approssimativamente venti anni fa, appare come la storia di sistemi assai diversi fra loro, per scopi e funzionalità; perciò in questa storia la parola "evoluzione" è usata per significare non il miglioramento di un sistema rispetto ai precedenti, bensì la nascita di una nuova concezione di biblioteca digitale, corrispondente a nuove esigenze. Come vedremo, la maggior parte dei sistemi descritti in questo articolo sono

* Si ringrazia particolarmente Maria Bruna Baldacci per i suoi suggerimenti e il suo aiuto.

ancora oggi funzionanti come originariamente concepiti, sebbene realizzati con soluzioni tecnologiche diverse dalle originali.

Questo articolo narra quindi la storia delle varie concezioni di “biblioteca digitale”, ma vuole anche offrire una panoramica delle attività attualmente in corso e discutere le motivazioni dei profondi mutamenti che si prevedono nel vicinissimo futuro. Gli argomenti trattati saranno: origini delle biblioteche digitali; biblioteche digitali come strumenti per la condivisione di contenuti; sistemi di gestione per biblioteche digitali; biblioteche digitali come ambienti di ricerca virtuali (Virtual Research Environment), infrastrutture ed ecosistemi di infrastrutture; ai quali seguiranno le conclusioni.

L’Europa ha dato un grande contributo allo sviluppo del settore delle biblioteche digitali, perciò, senza tralasciare i riferimenti alle ricerche e alle realizzazioni di altri paesi, i maggiori dettagli saranno dedicati alle attività di ricerca europee, che hanno avuto larga diffusione e significativi risultati grazie all’attenzione che a questo settore hanno dato i programmi della Commissione Europea.

Le origini delle biblioteche digitali

Quando ancora non esistevano i supporti digitali, Vannevar Bush aveva immaginato di memorizzare, usando i microfilm come supporto, libri, riviste, ma anche appunti, fotografie, ecc. perché potessero essere organizzati e manipolati meccanicamente¹. Quando le comunicazioni in rete incominciavano appena ad essere concepite, Joseph Carl Robnett Licklider già pensava al loro uso per «anticipated advances in information storage and retrieval»², idee poi compiutamente espresse nel suo *Library of the Future*³.

Quasi tutte le “storie” sulle biblioteche digitali iniziano dalle intuizioni dei “visionari” Bush e Licklider⁴, e anche questo articolo ha voluto seguire la tradizione. Ma il sistema che può essere considerato il primo prototipo di biblioteca digitale fu attivato molto più tardi, e precisamente nell’agosto del 1991.

Questo primo sistema, E-Print Archive, fu concepito da Paul Ginsparg⁵ per rispondere ad una esigenza fortemente sentita dalla comunità dei fisici, quella di rendere la comunicazione scientifica più efficace ed economica, e fu realizzato come un archivio di documenti digitali accessibile attraverso un catalogo di metadati; adesso è universalmente conosciuto come arXiv.

Nella comunità dei fisici, arXiv ebbe una rapida accettazione, certamente facilitata

¹ Vannevar Bush, *As We May Think*, «Atlantic Monthly», n. 176, 1945, p. 101-108.

² Joseph Carl Robnett Licklider, *Man-Computer Symbiosis*, «IRE Transactions on Human Factors in Electronics», Vol. HFE-1, March 1960, p. 4-11.

³ Joseph Carl Robnett Licklider, *Libraries of the Future*, Cambridge: The MIT Press, 1965.

⁴ Cfr., ad esempio, Anna Maria Tammara, *Che cos’è una biblioteca digitale*, «Digitalia», n. 0, 2005, p. 14-33, http://digitalia.sbn.it/upload/documenti/digitalia20050_TAMMARO.pdf.

⁵ Paul Ginsparg, *First Steps Towards Electronic Research Communication*, «Computers in Physics», Vol. 8, Iss. 4, July/August 1994, p. 390-396.

dalla cultura dei *pre-print*, caratteristica di tale comunità. Ma esso divenne il nuovo modello per ottenere significativi cambiamenti nella comunicazione scientifica quando lo stesso Ginsparg divenne consapevole del suo possibile impatto economico e sociale affermando che

«the traditional model of funding publishing companies through research libraries (in turn funded by overheads on research grants) is unlikely to survive in the electronic realm»⁶.

Così arXiv ha svolto un ruolo significativo per due importanti ragioni: in primo luogo, esso può essere considerato il primo prototipo dei sistemi chiamati poi (*institutional repository systems*⁷ – che in questo testo tradurremo con sistemi di *repository* (per archivi istituzionali) – cioè quei sistemi gestiti direttamente o indirettamente da una istituzione per la pubblicazione e la disseminazione di oggetti digitali prodotti dalla sua attività; in secondo luogo, esso ha aperto la strada alle tematiche dell'accesso aperto ai risultati della ricerca pubblica, ufficializzate nel 2003 dalla dichiarazione di Berlino⁸ ed ora fortemente promosse anche dall'Unione Europea⁹.

I primi sistemi di *repository* furono basati su una architettura molto semplice, e la loro semplicità contribuì a che numerose comunità scientifiche ne progettassero la costruzione. Esempi significativi di tali progetti sono lo statunitense ETDs (Electronic Thesis and Dissertations repositories)¹⁰, iniziato nel 1996, e gli europei CogPrints (Cognitive Science e-print Archive)¹¹ e RePEc (Research Papers in Economics)¹² ambedue iniziati nel 1997. Il progetto ETDs ha dato luogo alla Networked Digital Library of Theses and Dissertations (NDLTD)¹³, un'organizzazione internazionale, tuttora attiva, che registra e permette di rintracciare le tesi.

⁶ Paul Ginsparg, *Electronic research archives for physics*, in: *The Impact of Electronic Publishing on the Academic Community: An International Workshop Organized by the Academia Europaea and the Wenner-Gren Foundation*, edited by Ian Butterworth, London: Portland Press, 1997, p. 32-43.

⁷ Clifford A. Lynch, *Institutional Repositories: Essential Infrastructure for Scholarship in the Digital Age*, «ARL: A Bimonthly Report», n. 226, 2003, p. 1-7, <http://www.arl.org/resources/pubs/br/br226/br226ir.shtml>.

⁸ *Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*, <http://oa.mpg.de/openaccess-berlin/berlindeclaration.html>.

⁹ Council of The European Union, *Scientific information in the digital age: Council conclusions*, in: *Competitiveness (Internal Market, Industry and Research)*, 2832nd Council Meeting Press Release, Brussels, 22-23 November 2007, p. 37-43, http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/en/intm/97225.pdf.

¹⁰ Edward A. Fox – John L. Eaton – Gail McMillan – Neill A. Kipp – Laura Weiss – Emilio Arce – Scott Guyer, *National Digital Library of Theses and Dissertations: A Scalable and Sustainable Approach to Unlock University Resources*, «D-Lib Magazine», Vol. 2, September 1996, <http://www.dlib.org/dlib/september96/theses/09fox.html>.

¹¹ CogPrints: Cognitive Sciences ePrint Archive, <http://www.ukoln.ac.uk/services/elib/projects/cogprints/>.

¹² RePEc: Research Papers in Economics, <http://repec.org>.

¹³ NDLTD: Networked Digital Library of Theses and Dissertations, <http://www.ndltd.org>.

CogPrints fu invece ideato presso l'Università di Southampton allo scopo di permettere l'auto-archiviazione da parte dei membri della comunità degli scienziati cognitivisti. Nel 2000 CogPrints fu reso conforme ai requisiti del protocollo OAI¹⁴ e diffuso con il nome di EPrints Digital *Repository* Software. Il software EPrints permette una agevole costruzione e gestione dei *repository* concepiti per l'accesso aperto, e per la sua semplicità riscuote tuttora un grande successo.

Anche RePEc fu inizialmente progettato come archivio ad accesso aperto per uno specifico campo disciplinare. Nella sua originaria concezione comparivano tuttavia principi che si sarebbero affermati con forza negli anni successivi. Infatti, nel 1997 Thomas Krichel, il principale progettista del sistema, descriveva il progetto di RePEc con le seguenti parole:

«Distributed archives should offer metadata about digital objects (mainly working papers); the data from all archives should form one single logical database despite the fact that it should be held on different servers; users could access the data through many interfaces; providers of archives should offer their data to all interfaces at the same time».

I sistemi finora descritti, sebbene ancora operativi in versioni tecnologicamente e funzionalmente aggiornate, rappresentano forme embrionali di biblioteche digitali poiché le loro funzionalità si limitano alla pubblicazione (*self-publishing*) di semplici oggetti informativi e alla loro ricerca attraverso forme elementari di ricerca e *browsing*.

Parallelamente ai sistemi di *repository* venivano però progettati e sviluppati altri sistemi che, pur condividendo con i *repository* le funzionalità di ricerca e recupero degli oggetti digitali, erano orientati ad ampliare le tipologie di servizi e funzionalità da offrire agli utenti. Più precisamente, l'idea di base era estendere e potenziare le funzionalità dei sistemi di recupero dell'informazione così da renderli capaci di elaborare e permettere accesso a ricchi prodotti digitali oltre che a dati bibliografici.

Le attività di progetto si rivolsero perciò alla realizzazione di nuovi sistemi che potessero offrire agli studiosi le funzionalità di una biblioteca tradizionale (raccolta, organizzazione e ricerca delle informazioni) in un contesto di collezioni distribuite di oggetti digitali fruibili in rete in modo agevole¹⁵.

Le iniziative che dettero avvio a tali sistemi furono la statunitense Digital Library Initiative (DLI), mentre la scena europea fu caratterizzata sia da iniziative nazionali, come la eLib (Electronic Libraries Programme) del Regno Unito, ma soprattutto

¹⁴ Protocollo definito dalla Open Archives Initiative. Vedi par. *Le biblioteche digitali come strumenti per la condivisione di contenuti*.

¹⁵ Nicholas Belkin, *Understanding and Supporting Multiple Information Seeking Behaviours in a Single Interface Framework*, in: *Proceedings of the Eight Delos Workshop: User Interfaces in Digital Libraries, Stockholm, 21-23 October 1998*, Le Chesnay: ERCIM, 1998, p. 11-18.

da progetti finanziati dalla Commissione Europea¹⁶, ivi inclusa la rete di eccellenza DELOS¹⁷ dedicata alla tematica delle biblioteche digitali.

Nel periodo 1994-1998, i programmi finanziati dalla DLI furono rivolti alla realizzazione di sei biblioteche digitali con funzionalità estremamente innovative¹⁸. Ad esempio, la Alexandria Digital Library sperimentava tecnologie per fare ricerche su collezioni distribuite di fotografie aeree, immagini satellitari e mappe, attraverso interrogazioni geo-referenziate. A differenza della Alexandria Digital Library, la cui attività è stata assunta dal National Geospatial Digital Archive, nessuna delle biblioteche digitali realizzate nel contesto del DLI è ancora attiva, ma le soluzioni proposte e le tecnologie sviluppate, così come le risorse informative accumulate, hanno costituito un patrimonio che è stato largamente sfruttato per successive sofisticate realizzazioni. Google, ad esempio, è il frutto dell'esperienza fatta da due giovani ricercatori in uno di tali progetti.

Come già accennato, la scena europea è stata caratterizzata dalla presenza dell'organizzazione DELOS, che iniziò le sue attività alla fine degli anni '90 con il Delos Working Group, dapprima, e con la DELOS Thematic Network, negli anni 2000-2003, con un finanziamento del Quinto programma Quadro della Commissione Europea. In tutto questo periodo, l'obiettivo principale di DELOS è stato l'avanzamento delle ricerche sulle biblioteche digitali attraverso il coordinamento delle attività che in questo campo venivano svolte dai maggiori istituti di ricerca europei. Uno dei suoi maggiori risultati fu la firma di una collaborazione formale con la statunitense National Science Foundation e la creazione di cinque gruppi di lavoro nei quali svolgere questa collaborazione. I gruppi di lavoro affrontarono una serie di importanti tematiche di ordine sociale, tecnico ed economico, pubblicando i risultati in un numero speciale dell'«International Journal of Digital Libraries»¹⁹ sotto forma di raccomandazioni riguardanti interoperabilità, metadati, diritti di proprietà intellettuale, economia e accesso multilingue. L'ultima fase della evoluzione di DELOS fu la sua trasformazione nella DELOS Network of Excellence, decisa dal Settimo Programma Quadro (2004-2007). Il coronamento della sua missione di integrazione e coordinamento delle attività di ricerca europee è stata la definizio-

¹⁶ Stephen M. Griffin – Carol Peters – Costantino Thanos, *Towards the new-generation digital libraries: recommendations of the NSF/EU-DELOS working groups*, «International Journal on Digital Libraries», Vol. 5, n. 4, August 2005, p. 253-254.

¹⁷ DELOS Network of Excellence on Digital Libraries, <http://www.delos.info>.

¹⁸ I sei progetti, tutti descritti nel fascicolo 4 della rivista «Communications of the ACM», Vol. 38, April 1995, furono: Michael George Christel – Takeo Kanade – Michael Mauldin – Raj Reddy – Marvin Sirbu – Scott Stevens – Howard Wactlar, *Informedia Digital Video Library*, p. 57-58; The Stanford Digital Libraries Group, *Stanford Digital Library Project*, p. 59-60; Robert Wilensky, *California Environmental Digital Library*, p. 60; Terence R. Smith – James Frew, *Alexandria Digital Library*, p. 61-62; Bruce Schatz, *Building the interspace: the Illinois Digital Library Project*, p. 62-63; Laurie Crum, *University of Michigan Digital Library*, p. 63-64.

¹⁹ S. M. Griffin *et al.*, *Towards the new-generation digital libraries* cit.

ne del DELOS Digital Library Reference Model²⁰, che ha costituito il primo tentativo di descrivere in modo formalizzato le entità caratterizzanti il mondo delle biblioteche digitali.

Oltre al contributo per la creazione di una comunità di ricerca europea nel campo delle biblioteche digitali, tra i meriti di DELOS vanno ricordati l'organizzazione di importanti eventi e strutture di carattere continuativo, quali ECDL (European Conference on Digital Libraries)²¹, CLEF (Cross Language Evaluation Forum)²² e INEX (Initiative for the Evaluation of XML Retrieval)²³, e i significativi suggerimenti, dati in forma di prototipi o *road maps*, che hanno anticipato molte azioni della Commissione Europea nel campo delle biblioteche digitali²⁴.

Accanto alle iniziative di DELOS, in Europa presero avvio, con il finanziamento della Commissione Europea²⁵, numerose attività dedicate allo sviluppo di sistemi che potessero essere qualificati come “vere” biblioteche digitali. I progetti avevano carattere esplorativo ed erano rivolti ad indagare alcune specifiche caratteristiche. Ad esempio il progetto ECHO (European Chronicles On-Line)²⁶ aveva come obiettivo lo sviluppo di una architettura distribuita su cui costruire una biblioteca digitale di film storici. Nel progetto sono state realizzate nuove modalità di ricerca di sequenze di film, basate sul contenuto audio-visivo, e servizi per il recupero di documenti multilingue. Ancora su tale tema, il progetto COLLATE (Collaboratory for Annotation, Indexing and Retrieval of Digitized Historical Archive Material)²⁷ aveva sviluppato un ambiente di lavoro collaborativo su archivi di film storici, comprendenti foto, frammenti di film e documenti di interventi censori.

²⁰ Leonardo Candela – Donatella Castelli – Nicola Ferro – Georgia Koutrika – Carlo Meghini – Yannis Ioannidis – Pasquale Pagano – Seamus Ross – Dagobert Soergel – Maristella Agosti – Milena Dobрева – Vivi Katifori – Heiko Schuldt, *The DELOS Digital Library Reference Model: Foundations for Digital Libraries*, DELOS Network of Excellence on Digital Libraries, [s.l.]: Information society technologies, 2007.

Vedi anche: Leonardo Candela – Donatella Castelli – Pasquale Pagano, *Una teoria fondazionale per le biblioteche digitali: Il DELOS Digital Library Reference Model*, «DigItalia», IV (2009), n. 1, p. 44-82, http://digitalia.sbn.it/upload/documenti/DIGIT_1-2009_CANDELA.pdf.

²¹ Questa conferenza annuale è diventata molto rapidamente il forum principale in cui la comunità Europea delle biblioteche digitali presenta e discute i principali risultati e argomenti di ricerca.

²² Cross Language Evaluation Forum, <http://www.clef-campaign.org>.

²³ Initiative for the Evaluation of XML Retrieval, <http://inex.is.informatik.uni-duisburg.de>.

²⁴ Costantino Thanos, *Digital Libraries: The pioneering Role of ERCIM in establishing this Research Field in Europe*, «ERCIM News», n. 77, April 2009, p. 10-11.

²⁵ L'unità Cultural Heritage Applications dell'Information Society Directorate General della Commissione Europea ha incluso le biblioteche digitali fra i temi di ricerca dell'area DigiCult (Digital Heritage and Cultural Content) del suo Quinto Programma Quadro (1998-2002). Questa area tematica è stata mantenuta anche nel Sesto Programma Quadro (2002-2006) e nel Settimo (2007-2013).

²⁶ Pasquale Savino – Carol Peters, *ECHO: a digital library for historical film archives*, «International Journal on Digital Libraries», Vol. 4, n. 1, August 2004, p. 3-7.

²⁷ Ulrich Thiel – Holger Brocks – Ingo Frommholz – Andrea Dirsch-Weigand – Jürgen Keiper – Adelheit Stein – Erich J. Neuhold, *COLLATE: A collaboratory supporting research on historic European film*, «International Journal on Digital Libraries», Vol. 4, n. 1, August 2004, p. 8-12.

Questo ambiente collaborativo, dedicato a ricercatori e utenti finali, prevedeva l'uso interattivo degli archivi per il loro aggiornamento e per la valutazione del loro contenuto. Un altro progetto, *Artiste* (An Integrated Art Analysis and Navigation Environment)²⁸, era rivolto all'intera e variegata comunità interessata alle immagini d'arte (dagli attori del mercato dell'informazione multimediale agli utenti) sviluppando un sistema avanzato per memorizzare, classificare, connettere e confrontare immagini d'arte. L'ambiente creato da *Artiste* rendeva possibile, ad esempio, l'estrazione automatica di metadati basata sull'iconografia, sullo stile pittorico, ecc., la navigazione dei documenti in base al loro contenuto, la ricerca su collezioni di archivi distribuiti rispettandone i relativi diritti di possesso.

I progetti finanziati dalla DLI, così come quelli finanziati dal Quinto Programma Quadro della Commissione Europea, avevano carattere principalmente esplorativo, perciò i loro maggiori sforzi furono rivolti sia alla implementazione di sistemi prototipali integrando risultati ottenuti in diversi campi disciplinari, sia alla sperimentazione di tali sistemi in un contesto applicativo specifico. Così ogni progetto ebbe come fine o il soddisfacimento dei bisogni di una specifica comunità, o la progettazione e implementazione di funzionalità per trattare uno specifico tipo di informazione. Non c'è da sorprendersi, quindi, se la maggioranza dei sistemi di "prima generazione" furono costruiti appositamente per applicazioni che possiamo definire "monolitiche"²⁹ che, oltre ad essere di difficile installazione, non potevano essere riusate, configurate o adattate a contesti diversi da quello inizialmente previsto³⁰. Tra i primi tentativi di superare l'approccio monolitico alla realizzazione dei sistemi si distinguono il sistema NCSTRL (Networked Computer Science Technical Research Library)³¹, e la tecnologia Dienst³² sulla quale tale sistema era costruito. Dienst si basava su principi del tutto innovativi in quel periodo, cioè architettura aperta, federazione e distribuzione. Secondo questi principi:

- l'intera funzionalità di una biblioteca digitale deve essere disponibile in forma di unità funzionali distinte, ognuna delle quali renda riconoscibile la sua semantica attraverso un protocollo "aperto";

²⁸ Paul Allen – Roberto Vaccaro – Gert Presutti, *ARTISTE: An Integrated Art Analysis and Navigation Environment*, «Cultivate Interactive», Iss. 1, July 2000, <http://www.cultivate-int.org/issue1/artiste/>.

²⁹ Sono così definite le applicazioni per le quali sono collocati sullo stesso server sia i processi che implementano le funzionalità sia il contenuto informativo da queste gestito.

³⁰ Yannis Ioannidis – David Maier – Serge Abiteboul – Peter Buneman – Susan Davidson – Edward Fox – Alon Halevy – Craig Knoblock – Fausto Rabitti – Hans-Jörg Schek – Gerhard Weikum, *Digital library information-technology infrastructures*, «International Journal of Digital Libraries», Vol. 5, n. 4, August 2005, p. 266-274.

³¹ James R. Davies – Carl Lagoze, *NCSTRL: design and development of a globally distributed digital library*, «Journal of the American Society for Information Science», Vol. 51, n. 3, February 2000, p. 273-280.

³² James R. Davies – Carl Lagoze, *Dienst: an architecture for distributed document libraries*. «Communications of the ACM», Vol. 38, April 1995, p. 47.

- i sistemi per biblioteche digitali sono costruiti attraverso la composizione di queste unità funzionali e nuove funzionalità possono essere realizzate implementando servizi a valore aggiunto, interagenti con i servizi già esistenti attraverso un protocollo definito;
- i componenti e il contenuto di una biblioteca digitale possono essere distribuiti in tutta la rete Internet, ma devono essere presentati all'utente come appartenenti ad un unico sistema. NCSTRL ha avuto un grande diffusione negli Stati Uniti. Tre anni dopo il suo avvio, le sue collezioni contenevano circa 22.000 documenti provenienti da 118 diverse istituzioni.

Nell'agosto del 1995, l'European Research Consortium for Informatics and Mathematics (ERCIM) richiese di partecipare alla rete NCSTRL al fine di costruire una biblioteca digitale europea federata a tale rete: l'European Technical Report Digital Library (ETRDL)³³. La realizzazione di ETRDL presentò numerosi problemi di ordine architeturale e funzionale, che furono risolti modificando l'architettura del sistema Dienst con criteri che affrontavano per la prima volta le tematiche della realizzazione di biblioteche su scala globale³⁴: oltre ai problemi tecnici dati dalla connettività, fu affrontato il concetto di "collezione", di estrema rilevanza per organizzare e rendere più facilmente fruibili spazi informativi globali. ETRDL ha rappresentato, in Europa, la prima esperienza di progetto e realizzazione di una biblioteca digitale operante su scala europea. Durante la raccolta dei requisiti delle diverse comunità partecipanti ad ERCIM risultò con evidenza che queste comunità avevano specifiche esigenze³⁵, solo in parte coperte dalle funzionalità di Dienst. Esse riguardavano soprattutto meccanismi per la sottomissione³⁶ on-line e la classificazione dei documenti, e la possibilità di interagire con il sistema in lingue diverse dall'inglese.

³³ Stefania Biagioni – José Luis Borbinha – Reginald Ferber – Preben Hansen – Sarantos Kapidakis – László Kovács – Frank Ross – Anne-Marie Vercoustre, *The ERCIM Technical Reference Digital Library*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings of the 2nd European Conference on Digital Libraries, ECDL 1998, Heraklion, Crete, Berlin; Heidelberg: Springer, 1998*, p. 905-906.

³⁴ Carl Lagoze – David Fielding – Sandra Payette, *Making Global Digital Libraries Work: Collection Services, Connectivity Regions, and Collection Views*, in: *Proceedings of the 3rd ACM International Conference on Digital Libraries, Pittsburgh, PA, 23-26 June 1998*, p. 134-143.

³⁵ Antonella Andreoni – Maria Bruna Baldacci – Stefania Biagioni – Carlo Carlesi – Donatella Castelli – Pasquale Pagano – Carol Peters, *Developing a European Technical Reference Digital Library*, in: *Proceedings of Research and Advanced Technology for Digital Libraries, 3rd European Conference, ECDL 1999, Paris 22-24 September 1999*, edited by Serge Abiteboul, Anne-Marie Vercoustre, Berlin; Heidelberg: Springer, 1999, p. 343-362.

³⁶ Con questo termine, ormai largamente usato anche in italiano, si comprendono tutte le fasi per la pubblicazione di un documento in una biblioteca digitale, e quindi la sua presentazione e descrizione da parte dell'autore, la valutazione da parte dei *referee*, i controlli di carattere formale da parte dell'amministratore della biblioteca e le comunicazioni relative a tutti questi passi.

La tecnologia di ETRDL fu progettata e implementata in modo che il sistema fosse interoperabile con NCSTRL. Così gli utenti di ETRDL potevano svolgere ricerche anche negli archivi residenti oltre Atlantico, oltre a godere delle funzionalità per loro stessi specificamente realizzate. Fra queste, la funzione di sottomissione online dei documenti fu una caratteristica che distinse ETRDL dalla maggioranza dei sistemi contemporanei, nei quali i documenti erano semplicemente immessi con procedure attivate dal bibliotecario o dall'utente.

I progetti e le iniziative appena descritti hanno caratterizzato il tempo in cui può essere collocata la nascita del campo delle biblioteche digitali. Una volta definito, esso ha iniziato ad evolversi, come accade per ogni altro settore di ricerca. La sua evoluzione, tuttavia, si è svolta in modo spontaneo e multiforme, così, malgrado sia stato elaborato un "modello di riferimento" per le entità di questo campo, ancora oggi il termine "biblioteche digitali" evoca impressioni diverse nei diversi addetti ai lavori, esattamente come succedeva nel passato³⁷. È opportuno quindi descrivere l'evoluzione del campo delle biblioteche digitali inquadrandone sistemi e progetti in tre categorie: la prima comprenderà sistemi e progetti dedicati ad applicare su larga scala il principio di condivisione delle risorse informative; la seconda sarà dedicata alle attività per la definizione e sviluppo di sistemi-software di tipo "general purpose" (Digital Library Management Systems³⁸) capaci di rendere più semplice la costruzione e la messa in opera di biblioteche digitali; la terza, infine, descriverà come il processo di sviluppo stia portando oggi alla realizzazione di nuovi ambienti di ricerca – chiamati e-Infrastructure – nei quali tutti i ricercatori condividono l'accesso a risorse quali dati, strumenti, risorse di calcolo e di comunicazione, indipendentemente dal luogo in cui risiedono.

Le biblioteche digitali come strumenti per la condivisione di contenuti

La realizzazione di una biblioteca digitale simile a quelle descritte nella sezione precedente richiedeva un enorme consumo di risorse fisiche e umane nonché lunghi tempi di sviluppo, perché ciascun nuovo sistema veniva realizzato creando da zero sia il suo contenuto che il software per la sua gestione. Alla fine degli anni '90, le diffuse esperienze d'uso di architetture distribuite e la presenza di innumerevoli archivi indipendenti di grande valore informativo fecero sorgere l'idea di costruire biblioteche digitali di grandi dimensioni riusando il contenuto raccolto (e già organizzato) in archivi esistenti. Questo obiettivo non era privo di ostacoli, il maggiore dei quali era certamente l'esigenza di realizzare l'interoperabilità fra archivi diversi e distribuiti, cosicché si potesse accedere e usare il loro contenuto in modo uniforme.

³⁷ Edward A. Fox – Robert M. Akscyn – Richard K. Furuta – John J. Leggett, *Digital Libraries*, «Communications of the ACM», Vol. 38, April 1995, p. 23-28.

³⁸ Y. Ioannidis *et al.*, *Digital library* cit.

Un problema simile era già stato affrontato per i cataloghi in linea, e risolto con l'adozione del protocollo Z39.50³⁹, ma l'applicazione di una simile tecnologia anche agli archivi digitali fu considerata, in quel periodo, costosa e difficilmente realizzabile su vasta scala. Per identificare principi e meccanismi finalizzati all'interoperabilità degli archivi fu organizzato, nel 1999, un incontro (il Santa Fe Meeting) nel quale furono fissati principi tecnico-organizzativi fondamentali per assicurare l'interoperabilità fra archivi istituzionali e fu fondata l'Open Archives Initiative (OAI)⁴⁰. I principi organizzativi definivano due possibili ruoli che ciascuna organizzazione poteva svolgere nella comunicazione, quello di "fornitore di dati" (data provider) o quello di "fornitore di servizi" (service provider). I fornitori di dati avevano il compito di curare sia il deposito che la pubblicazione delle risorse di informazione, e di "esporre" i metadati delle risorse in forma adatta ad essere raccolti (*harvested*) dai fornitori di servizi ad esse interessati. I fornitori di servizi, d'altra parte, avevano il compito di raccogliere i metadati dai fornitori di dati e di organizzare su questi i servizi che ritenessero utili a potenziali utenti, ad esempio interfacce di ricerca, servizi di "peer review" e simili. La cooperazione fra fornitori di dati e fornitori di servizi doveva avvenire in base a regole definite in un protocollo, (inizialmente costituito da un sottoinsieme del protocollo Dienst) ora conosciuto come Open Archive Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH)⁴¹. L'OAI-PMH è un protocollo molto semplice, che impone sei operazioni di richiesta – da parte del fornitore di servizi – e sei corrispondenti risposte da parte del fornitore di dati. Proprio per la sua semplicità e per il costo relativamente basso della sua implementazione, il protocollo si è grandemente diffuso fino a diventare, oggi, uno standard de facto.

Una delle prime esperienze di implementazione di un servizio di ricerca su larga scala che federa fornitori di dati è stata fatta dal progetto The European Library (TEL)⁴², iniziato nel 2001. Obiettivo principale di TEL era verificare la fattibilità di un servizio innovativo su scala pan-europea, capace di dare accesso alla totalità delle risorse delle biblioteche nazionali d'Europa. Il primo ostacolo di tipo tecnico affrontato dal progetto fu rappresentato dalla diversità di accesso alle risorse delle biblioteche nazionali partecipanti. Non tutte offrivano accesso ai dati bibliografici attraverso il protocollo Z39.50; non tutte registravano nei cataloghi in linea la totalità delle loro collezioni.

³⁹ Z39.50 Maintenance Agency, <http://www.loc.gov/z3950/agency/>. Cfr. Paul Miller, *Z39.50 for All*, «Ariadne», Iss. 21, September 1999, <http://www.ariadne.ac.uk/issue21/z3950/>.

⁴⁰ Carl Lagoze – Herbert Van de Sompel, *The Santa Fe Convention of the Open Archives Initiative*, «D-Lib Magazine», Vol. 6, n. 2, February 2000, <http://www.dlib.org/dlib/february00/vandesompel-oai/02vandesompel-oai.html>.

⁴¹ Carl Lagoze – Herbert Van de Sompel, *The open archives initiative: building a low-barrier interoperability framework*, in: *Proceedings of the first ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries*, [New York]: ACM Press, 2001, p. 54-62.

⁴² Britta Woldering, *The European Library: Integrated access to the national libraries of Europe*, «Ariadne», Iss. 38, January 2004, <http://www.ariadne.ac.uk/issue38/woldering/>.

Così il primo compito di TEL fu la progettazione di una soluzione che permettesse la ricerca integrata sull'insieme dei metadati di tutte le collezioni. Questa soluzione fu inizialmente identificata nell'uso di Z39.50 per i cataloghi in linea (OPAC)⁴³ che avevano implementato questo protocollo, e nell'uso di una soluzione basata su Hypertext Transfer Protocol (HTTP) per raccogliere i metadati delle risorse non disponibili attraverso Z39.50 al fine di costruire un indice centrale di tali risorse. Il protocollo HTTP fu tuttavia abbandonato dopo la pubblicazione del protocollo OAI-PMH, che fu adottato da TEL per i medesimi fini. Il progetto TEL è terminato nel 2004. Ad oggi il sistema, nella sua versione 2.2.0, offre servizi web sulla totalità delle risorse – digitali e non – di quarantacinque biblioteche nazionali; la ricerca è gratuita, mentre il rilascio di documenti digitali può avvenire dietro pagamento. Un'altra importante iniziativa per costruire servizi operanti su archivi diversi è stato il progetto DARE-Digital Academic Repositories⁴⁴, intrapreso nel 2003 dalle università e dalla Biblioteca Nazionale dei Paesi Bassi con l'obiettivo di memorizzare tutti gli oggetti digitali prodotti dalla ricerca olandese in una rete comune di archivi istituzionali al fine di facilitarne la disseminazione. Per arrivare alla federazione degli archivi istituzionali furono fissate linee-guida che facilitassero la cooperazione e l'interoperabilità, permettendo così la realizzazione di servizi operanti su tutti gli archivi della rete. Le linee-guida imponevano una serie di standard ai quali le organizzazioni partecipanti dovevano allinearsi: principalmente il protocollo OAI-PMH e i metadati definiti nel Dublin Core Metadata Elements Set⁴⁵; a quest'ultimo poteva aggiungersi, in via opzionale, un insieme di metadati Dublin Core qualificati, scelto appositamente per il progetto. Compito degli archivi partecipanti era la conversione dei loro metadati dal formato interno a quello definito da DARE e l'esposizione di tali metadati tramite il protocollo OAI-PMH. Nessuna condizione era invece imposta sul formato degli oggetti digitali; tuttavia essi dovevano essere raggiungibili come risorse web, ovvero attraverso una URL. Dal 2008 i servizi di DARE sono accessibili attraverso il portale NARCIS⁴⁶.

Iniziative tese ad aggregare contenuti informativi sparsi in una pletora di archivi e di sistemi continueranno ad esistere probabilmente a lungo per una serie di motivi, il principale dei quali è naturalmente l'esistenza di un gran numero di archivi diversi – istituzionali e non – insieme alla natura sempre più multidisciplinare della

⁴³ Kristin Antelman – Emily Lynema – Andrew K. Pace, *Toward a Twenty-First-Century Library Catalog*, «Information Technology & Libraries», Vol. 25, 2006, n. 3, p. 128-139.

⁴⁴ Annemiek van der Kuil – Martin Feijen, *The Dawning of the Dutch Network of Digital Academic REpositories (DARE): A Shared Experience*, «Ariadne», Iss. 41, October 2004, <http://www.ariadne.ac.uk/issue41/vanderkuil/>.

⁴⁵ Il vocabolario di quindici elementi descrittivi sviluppato dalla Dublin Core Metadata Initiative (<http://dublincore.org>).

⁴⁶ NARCIS (<http://www.narcis.info>) offre l'accesso a oltre 240000 pubblicazioni scientifiche (la maggioranza delle quali è *open access*), oltre 6000 *data sets*, e informazioni su ricercatori (incluse le loro peculiarità), progetti di ricerca e istituti di ricerca dei Paesi Bassi.

nostra società. A riprova di ciò è il fatto che TEL e DARE sono i precursori di due importanti iniziative, rispettivamente Europeana⁴⁷ e DRIVER⁴⁸, lanciate dalla Commissione Europea pochi anni dopo.

Europeana è una iniziativa (Thematic Network) finanziata nell'ambito del programma *eContentplus*, facente parte della i2010 Initiative⁴⁹. Originariamente chiamato EDLnet (European digital library network), Europeana iniziò nel 2007 con la partecipazione di 100 istituzioni culturali e scientifiche e di esperti di tecnologia dell'informazione provenienti da tutta l'Europa. Obiettivo di Europeana è fornire accesso alla produzione scientifica e culturale europea attraverso un unico portale. La prima versione del servizio, presentata nel 2008, ha realizzato funzionalità basilari di ricerca e recupero in uno spazio informativo di circa due milioni di oggetti digitali provenienti da musei, biblioteche, archivi e collezioni di materiale audio-video, raccolti attraverso il protocollo OAI-PMH. La sua prima versione operativa, chiamata Reno, è prevista per luglio 2010; entro il 2010 essa dovrebbe offrire a qualsiasi utente l'accesso a oltre sei milioni di documenti multimediali, che includono audio, immagini, libri, record archivistici e film. Reno sarà seguita, nell'Aprile 2011, da una versione più sofisticata (chiamata Danubio), provvista di maggior contenuto e di un insieme di funzionalità più ricco. Europeana è stata progettata per servire tipologie di utenti molto diverse. Essa sarà perciò capace di soddisfare curiosità occasionali e bisogni informativi degli studenti di scuole primarie e secondarie, ma anche di dare a studenti e insegnanti universitari informazioni certificate, scaricabili per essere utilizzate in corsi accademici, e, inoltre, di offrire a ricercatori ed esperti servizi specializzati per ricercare, verificare e annotare informazioni. Nel contesto di Europeana sono definiti fornitori di dati di tipo speciale, cioè gli aggregatori, che hanno il compito di fornire ad Europeana contenuto informativo raccolto da altri fornitori di dati. Ad esempio, Culture.fr è il maggiore di tali aggregatori, raccogliendo contenuto da circa 480 organizzazioni culturali francesi, compreso il Louvre e il Musée d'Orsay. Gli oggetti digitali raccolti da Europeana nel suo spazio informativo sono costituiti da surrogati degli oggetti originali custoditi nei siti dei fornitori. Tali surrogati possono contenere elementi degli oggetti digitali originali (ad esempio, indice del contenuto, indice dei termini dell'intero testo, brani musicali o video, ecc.); quindi Europeana sarà capace di rilasciare oggetti digitali oltreché metadati. Le maggiori difficoltà che Europeana sta affrontando per raggiungere i suoi obiettivi provengono dall'eterogeneità del suo ambiente, che pone grandi problemi di interoperabilità, ma naturalmente grande attenzione deve essere dedicata alla soluzione di problemi di scalabilità, qualità del servizio e sostenibilità del suo portale. DRIVER è un altro esempio di biblioteca digitale funzionante su contenuto infor-

⁴⁷ Europeana, <http://www.europeana.eu>.

⁴⁸ Digital Repository Infrastructure Vision for European Research, <http://www.driver-community.eu>.

⁴⁹ Europe's Information Society i2010: Digital Libraries Initiative, http://ec.europa.eu/information_society/activities/digital_libraries/index_en.htm.

mativo raccolto da un grande numero di fornitori esterni. La biblioteca è il risultato di due progetti consecutivi, finanziati dalla Commissione Europea nel periodo 2006-2009 per creare le condizioni tecnico-organizzative atte alla costruzione di una infrastruttura europea di archivi digitali⁵⁰. Lo strumento organizzativo creato per rispondere ai requisiti dell'iniziativa è la confederazione⁵¹. I partner dell'organizzazione rappresentano *repository* di comunità europee e internazionali, come quelli costruiti su base tematica, fornitori di sistemi e fornitori di servizi, organizzazioni politiche e di ricerca che condividono l'obiettivo DRIVER, cioè dare alle istituzioni di ricerca di tutto il mondo i mezzi per rendere accessibili in modo "aperto" tutte le pubblicazioni memorizzate nei loro archivi istituzionali. Per rispondere a questa finalità, DRIVER aiuta a sviluppare gli archivi su principi condivisi, definendo linee-guida e ricercando pratiche di lavoro che favoriscano la realizzazione di una infrastruttura di archivi caratterizzata da affidabilità e persistenza. Per gli aspetti tecnici, DRIVER si basa sulla tecnologia D-Net⁵², una tecnologia innovativa nel contesto dei sistemi di aggregazione di archivi, orientata alla realizzazione di infrastrutture di biblioteche digitali (vedi Sez. 5). D-Net si basa su un'architettura orientata ai servizi (SOA), nella quale le risorse distribuite e condivise sono implementate come Web Services standard e le applicazioni consistono di insiemi di servizi interagenti l'uno con gli altri. Questa tecnologia offre servizi sia ai fornitori di dati, che possono usarla per condividere più facilmente il loro contenuto, sia ai fornitori di servizi, che sono agevolati nella costruzione di biblioteche digitali capaci di sfruttare i contenuti digitali aggregati da DRIVER. Attualmente il servizio DRIVER dà accesso a circa un milione di record provenienti da più di 200 archivi residenti in 27 paesi. DRIVER supporta inoltre tre biblioteche digitali per specifiche applicazioni: il portale nazionale del Belgio, che permette la ricerca sugli archivi della Federazione Belga; il portale nazionale Recolecta, per gli archivi della Federazione Spagnola; e infine il portale generale DRIVER, che dà accesso all'intero spazio informativo attraverso funzionalità avanzate.

Gli attuali servizi di Europeana e DRIVER operano su uno spazio informativo costituito da record di metadati; i due sistemi, cioè, raccolgono metadati dai fornitori attraverso il protocollo OAI-PMH e forniscono i loro servizi sfruttando tali metadati. Il protocollo OAI-PMH tuttavia soffre di gravi limiti nel caso in cui debba essere usato per la comunicazione di oggetti di più ricca struttura e contenuto, come quelli che sono oggi al centro della ricerca e della comunicazione scientifica⁵³.

⁵⁰ Sophia Jones – Paolo Manghi, *DRIVER: the Digital Repository Infrastructure Vision for European Research*, «Zero-in», Iss. 2, 2009, p. 23-24, <http://www.beliefproject.org/zero-in/zero-in-second-edition-emagazine/driver-the-digital-repository-infrastructure-vision-for-european-research>.

⁵¹ La confederazione viene attualmente indicata col nome di DRIVER Confederation, ma questo nome sarà probabilmente cambiato per tener conto del futuro diverso contesto internazionale di DRIVER, che comprenderà Stati Uniti, Canada, America Latina, Cina, Giappone, India e Africa.

⁵² D-NET, http://www.driver-repository.eu/D-NET_release.

⁵³ Herbert Van de Sompel – Sandy Payette – John Erickson – Carl Lagoze – Simeon Warner, *Rethinking*

Degli stessi limiti, ovviamente, soffrono i servizi che lo usano. In particolare essi danno accesso al contenuto digitale associato ai metadati (quando possibile) sfruttando l'indirizzo URL o qualche altra informazione contenuta nei metadati, ma questa modalità di accesso agli oggetti digitali presenta tuttavia due gravi problemi:

- manca un protocollo standard per l'accesso agli oggetti digitali;
- non è data la possibilità di accedere a oggetti composti poiché non si conosce la loro struttura né le relazioni esistenti tra le loro parti.

Una soluzione a questi problemi può venire dallo standard OAI-ORE⁵⁴, rilasciato nella versione 1.0 nel 2008 dalla Open Archives Initiative: basato su standard Web, esso è finalizzato al trattamento di aggregazioni di risorse Web. Queste aggregazioni, chiamate anche oggetti digitali composti, possono combinare risorse distribuite aventi diverse tipologie, quali testi, immagini, dati e video, così come accade nei prodotti di ricerca avanzati.

Sia Europea che DRIVER hanno già pianificato di ricorrere a tecnologie alla OAI-ORE per trattare oggetti digitali composti.

Tutte le iniziative e tutti i sistemi descritti in questa Sezione sono orientati alla condivisione dei contenuti informativi. La maggior parte di essi sono anche il frutto di un grande sforzo organizzativo, essendo basati sulla partecipazione cooperativa dei fornitori di contenuto. La condivisione dei contenuti, insieme al corrispondente modello organizzativo, viene oggi considerata strategica per ridurre i costi delle biblioteche digitali, costi principalmente dovuti alla selezione, digitalizzazione, descrizione e cura delle risorse informative. L'applicazione generalizzata di tale modello cooperativo è però problematica perché i sistemi proprietari esistenti sono basati su una grande varietà di modelli e usano diverse ontologie, e quindi rendono difficoltoso affrontare le tematiche dell'interoperabilità in modo sistematico. Il programma di ricerca DL.org⁵⁵, scaturito dall'attività di DELOS e recentemente finanziato dalla Commissione Europea, sta aprendo la strada alla soluzione di questi problemi, con l'obiettivo di rendere fattibile l'implementazione di infrastrutture globali per biblioteche digitali.

Scholarly Communication: Building the Systems that Scholars Deserve, «D-Lib Magazine», Vol. 10, n. 9, September 2004, <http://www.dlib.org/dlib/september04/vandesompel/09vandesompel.html>;
Herbert Van de Sompel – Carl Lagoze – Jeroen Bekaert – Xiaoming Liu – Sandy Payette, *An Interoperable Fabric for Scholarly Value Chains*, «D-Lib Magazine», Vol. 12, n. 10, October 2006, <http://dlib.org/dlib/october06/vandesompel/10vandesompel.html>.

⁵⁴ Open Archives Initiatives Object Reuse and Exchange, <http://www.openarchives.org/ore>.

⁵⁵ Donatella Castelli – Stephanie Parker, *DL.org: A Coordination Action on Digital Library Interoperability, Best Practices and Modelling Foundations*, «ERCIM News», n. 77, April 2009, p. 65, <http://ercim-news.ercim.org/images/stories/EN77/EN77-web.pdf>.

Sistemi di gestione per biblioteche digitali

Il riuso dei contenuti informativi non è stata l'unica strategia posta in essere per ridurre i costi di costruzione delle biblioteche digitali. Un altro importante passo verso questo obiettivo è stato fatto con la concezione di sistemi per la gestione di biblioteche digitali (DLMS – Digital Library Management System), cioè sistemi software appositamente strutturati per:

- costruire e amministrare una biblioteca digitale provvista di tutte le funzionalità considerate fondamentali per il suo funzionamento;
- accogliere e integrare software aggiuntivo per realizzare funzionalità nuove, più specializzate o più avanzate⁵⁶.

Così una biblioteca digitale può essere costruita configurando ed attivando un DLMS e quindi caricando le risorse informative – o raccogliendole da archivi esistenti. In questo modo vengono ampiamente semplificati e ridotti i costi di realizzazione e viene raggiunta, nelle generalità dei casi, una migliore qualità dei servizi.

Questi sistemi di generale applicazione hanno iniziato a comparire all'inizio del 2000, sebbene provvisti solo di una parte delle caratteristiche che erano alla base della loro concezione. Le maggiori differenze fra questi primi sistemi riguardavano la classe delle funzionalità offerte, la tipologia del modello di oggetto informativo che erano capaci di gestire, e il grado di "apertura" della loro architettura.

Forme primitive di DLMS sono stati i sistemi di gestione di *repository*: in generale, essi sono configurabili in misura molto variabile e, una volta installati, offrono all'amministratore di sistema una gamma limitata di funzionalità. Inoltre, sono centralizzati e raramente estensibili.

Un rappresentante di questa classe di sistemi è DSpace⁵⁷, sviluppato dalla biblioteca del MIT – Massachusetts Institute of Technology e dai laboratori Hewlett-Packard a partire dal 2000. Il sistema, concepito per la gestione di *repository* istituzionali, aveva fra i suoi obiettivi:

- la sottomissione degli oggetti digitali sia attraverso una procedura interattiva sia attraverso diversi programmi di caricamento;
- la distribuzione del patrimonio digitale sul Web e la sua ricerca e recupero attraverso un sistema di recupero dell'informazione;
- infine, preservare il patrimonio digitale nel lungo periodo⁵⁸.

⁵⁶ L. Candela *et al.*, *The DELOS Digital Library* cit.

⁵⁷ Mary Barton – Mick Bass – Margret Branschofsky – Greg McClellan – MacKenzie Smith – Dave Stuve – Robert Tansley – Julie Harford Walker, *DSpace: An Open Source Dynamic Digital Repository*, «D-Lib Magazine», Vol. 9, n. 1, January 2003, <http://www.dlib.org/dlib/january03/smith/01smith.html>.

⁵⁸ Robert Tansley – Mick Bass – Smith MacKenzie, *DSpace as an Open Archival Information System: Current Status and Future Directions*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries*,

L'organizzazione delle informazioni all'interno di DSpace riflette la tipica struttura di un'organizzazione di ricerca. Il *repository* è organizzato in comunità (ciascuna corrispondente a un laboratorio, centro o dipartimento), le comunità mantengono le collezioni (cioè raggruppamenti di oggetti digitali correlati in qualche forma), e ciascuna collezione è composta degli elementi-base di informazione. DSpace è ampiamente diffuso⁵⁹ e molto apprezzato per la sua efficienza e per la semplicità delle sue procedure di installazione e di uso. Tuttavia la sua limitata flessibilità lo rende adatto solo a specifici contesti applicativi.

La flessibilità è stata invece il maggior obiettivo perseguito dai progettisti del sistema Fedora (Flexible Extensible Digital Object Repository Architecture)⁶⁰, sviluppato circa nello stesso periodo in cui veniva introdotto DSpace. Fedora fu originariamente progettato dal Digital Library Research Group presso la Cornell University con un finanziamento della National Science Foundation; successivamente il suo sviluppo proseguì in collaborazione con la biblioteca della University of Virginia Library, finanziata dalla Fondazione Andrew W. Mellon. A differenza di altri sistemi di gestione di *repository* – generalmente sistemi “chiavi in mano” utilizzabili da un'interfaccia utente-sistema non modificabile – Fedora è stato concepito quale sistema-base su cui costruire una varietà di sistemi e applicazioni per utenti finali, cioè come servizio usabile per costruire applicazioni più sofisticate. Per questo obiettivo Fedora è stato implementato come un insieme di Web Services che rendono possibile programmare sia la manipolazione di oggetti informativi sia la ricerca e l'accesso a rappresentazioni multiple di tali oggetti⁶¹. È inoltre molto flessibile anche il modello degli oggetti informativi supportati da Fedora, che permette l'espressione di molte tipologie di oggetti digitali compositi.

Nel marzo del 2009 da Fedora e DSpace è nata una nuova organizzazione, DuraSpace⁶², il cui obiettivo è assumere una posizione preminente nello sviluppo di tecnologie innovative “open source” da offrire all'intera comunità delle organizzazioni che trattano, conservano e danno accesso all'informazione digitale.

Sia DSpace che Fedora sono stati essenzialmente progettati per gestire *repository*.

Proceedings of the 7th European Conference on Digital Libraries, ECDL 2003, Trondheim, Berlin; Heidelberg: Springer, 2003, p. 446-460.

⁵⁹ Una lista di istanze del software DSpace è disponibile sul sito DSpace, <http://www.dspace.org/index.php/DSpace-Instances/Repository-List.html>. Ad Agosto 2009 questa lista conteneva oltre 600 *repositories*.

⁶⁰ Carl Lagoze – Sandy Payette, *Flexible and Extensible Digital Object and Repository Architecture (FEDORA)*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings of the 2nd European Conference on Digital Libraries, ECDL 1998, Heraklion, Crete, Berlin; Heidelberg: Springer, 1998, p. 41-59.*

⁶¹ Sandy Payette – Thornton Staples, *The Mellon Fedora Project: Digital Library Architecture Meets XML and Web Services*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings of the 6th European Conference on Digital Libraries, ECDL 2002, Rome, Berlin; Heidelberg: Springer, 2002, p. 406-421.*

⁶² DuraSpace, <http://duraspace.org>.

Tra i primi ad abbandonare questa concezione di sistema di gestione è stato OpenDLib⁶³, sviluppato a Pisa dal Consiglio Nazionale delle Ricerche a partire dal 2000. Il progetto OpenDLib è nato come risposta al forte bisogno di un sistema software non specializzato, che potesse cioè essere modificato per adattarsi alle esigenze dei diversi scenari in cui le biblioteche digitali possono essere applicate. Il sistema è stato esplicitamente progettato per

- offrire i servizi di base per la sottomissione, descrizione, indicizzazione, ricerca, *browsing*, recupero, preservazione e visualizzazione di oggetti informativi;
- offrire servizi specialistici quali il controllo degli accessi sui singoli oggetti informativi e la gestione di tali oggetti con specifiche modalità dettate dall'utente, riguardanti, ad esempio, le versioni o i risultati di una ricerca o di una sessione di lavoro;
- accogliere e gestire nuovi moduli software capaci di ampliarne le capacità, riguardanti non soltanto servizi, ma anche i formati di metadati, le specifiche caratteristiche delle comunità di utenti, ecc⁶⁴.

OpenDLib gestisce gli oggetti informativi con un modello molto flessibile⁶⁵ con cui è possibile rappresentare oggetti strutturati, multimediali e di diverse lingue in modo appropriato al loro tipo di contenuto. Sua caratteristica innovativa è l'introduzione del concetto di collezione virtuale⁶⁶. Una collezione virtuale è definita in base a criteri logici perciò solo raramente corrisponde ad una collezione fisica. Ogni collezione ha una propria politica di accesso e viene dinamicamente alimentata dai nuovi oggetti digitali inseriti nel sistema, quando essi soddisfino i criteri di definizione della collezione. Oltre alle funzioni dedicate agli utenti finali per pubblicare e utilizzare oggetti digitali, OpenDLib mette a disposizione degli amministratori della biblioteca digitale una serie di servizi per la preservazione degli oggetti digitali, per la loro revisione, per la gestione di profili di utente e di gruppi di utenti, per attivare e gestire i servizi ospitati dai diversi server.

⁶³ Donatella Castelli – Pasquale Pagano, *OpenDLib: A Digital Library Service System*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings of the 6th European Conference on Digital Libraries, ECDL 2002, Rome*, Berlin; Heidelberg: Springer, 2002, p. 292-308.

⁶⁴ Donatella Castelli – Pasquale Pagano, *A System for Building Expandable Digital Libraries*, in: *Proceedings of ACM/IEEE 2003 Joint Conference on Digital Libraries, JCDL 2003, 27-31 May 2003, Houston, Texas*, Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 2003, p. 335-345.

⁶⁵ Leonardo Candela – Donatella Castelli – Pasquale Pagano – Manuele Simi, *From Heterogeneous Information Spaces to Virtual Documents*, in: *Proceedings of Digital Libraries: Implementing Strategies and Sharing Experiences, 8th International Conference on Asian Digital Libraries, ICADL 2005, Bangkok, Thailand, 12-15 December 2005*, Berlin; New York: Springer, 2003, p. 11-22.

⁶⁶ Leonardo Candela – Donatella Castelli – Pasquale Pagano, *A Service for Supporting Virtual Views of Large Heterogeneous Digital Libraries*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings of the 7th European Conference on Digital Libraries, ECDL 2003, Trondheim*, Berlin; Heidelberg: Springer, 2003, p. 362-373.

Tutte queste caratteristiche innovative hanno reso OpenDLib il primo vero esemplare di quella classe di software che la comunità di ricerca ha iniziato più tardi a chiamare “Digital Library Management System”⁶⁷, variando di poco l’attributo di “Digital Library Service System” con cui è stato originariamente caratterizzato OpenDLib.

A partire dal 2000 cominciarono ad essere realizzati anche altri sistemi non specificamente dedicati alla gestione di *repository*. Infatti, col procedere dello sviluppo delle biblioteche digitali e con l’espandersi del loro uso divenne evidente che le biblioteche digitali stavano offrendo possibilità inimmaginabili nel mondo bibliotecario, potendo diventare strumenti capaci di gestire l’intero ciclo della produzione scientifica, e quindi non solo la ricerca di informazioni rilevanti, ma anche l’analisi di queste informazioni e la produzione collaborativa di nuova informazione e conoscenza. I primi sistemi orientati a questa visione furono Cyclades e Scholnet⁶⁸, ambedue finanziati dal Quinto Programma Quadro della Commissione Europea all’inizio del 2000. Obiettivo dei due progetti era estendere le potenzialità delle biblioteche digitali con funzionalità orientate alla comunicazione e collaborazione fra studiosi. Scholnet aveva un insieme di servizi specializzati per disseminare documentazione tecnica e renderla immediatamente fruibile all’interno di una comunità multilingue distribuita in tutto il mondo. Il sistema aveva servizi tradizionali capaci però di trattare documenti multimediali come video di seminari (eventualmente sincronizzati con le corrispondenti slide testuali); oltre a questi, offriva anche servizi innovativi quali l’annotazione dei documenti: questo servizio permetteva di apporre ai documenti, o a loro parti, note testuali, valutazioni, riferimenti, ecc., decidendone le modalità di accesso, se pubblico o riservato a gruppi definiti. Il sistema aveva inoltre una funzione di ricerca multilingue (gli utenti potevano formulare le interrogazioni nella loro lingua e ricevere in risposta anche documenti in altre lingue) e un servizio di disseminazione selettiva dei documenti. Obiettivo del progetto Cyclades, invece, era realizzare un ambiente virtuale di collaborazione nel quale potessero svolgere il loro lavoro sia singoli scienziati che comunità di ricerca. In particolare il sistema metteva a disposizione funzionalità per accedere, attraverso il protocollo OAI-PMH, ad archivi di grandi dimensioni, di diversa natura e di diverse discipline, distribuiti nel Web. Particolari funzionalità riguardavano la costruzione di collezioni virtuali (con meccanismi per strutturare dinamicamente l’intero spazio informativo in collezioni significative, rispondenti ai criteri di singole comunità), la personalizzazione e la raccomandazione (con la disseminazione automatica dei nuovi oggetti digitali in base a profili di utente costruiti dinamicamente), e il sup-

⁶⁷ Y. Ioannidis *et al.*, *Digital library* cit.; L. Candela *et al.*, *The DELOS Digital Library* cit.

⁶⁸ Donatella Castelli – Pasquale Pagano – Umberto Straccia, *Scholnet and Cyclades: Extending the Role of Digital Libraries*, «D-Lib Magazine», Vol. 7, n. 4, April 2001, <http://www.dlib.org/dlib/april01/04inbrief.html>.

porto al lavoro cooperativo⁶⁹ (con la possibilità di definire spazi di lavoro condivisi, dove potessero essere trattati documenti, raccomandazioni, collegamenti, annotazioni, valutazioni, ecc.)⁷⁰.

Una categoria particolare di DLMS è rappresentata dai sistemi che rendono possibile la costruzione di biblioteche digitali assemblando i diversi componenti necessari. Un esempio di tale tipologia di sistemi è il DelosDLMS⁷¹, sviluppato nel contesto di DELOS⁷² per integrare in un unico sistema i servizi realizzati da vari membri di questa comunità. Il nucleo centrale di questo sistema è costituito da un “orchestratore” che collega i singoli componenti necessari a svolgere le funzionalità volute attraverso catene di funzionalità di grana più piccola offerte dai singoli servizi.

La razionalità dei motivi che hanno portato alla realizzazione dei DLMS è apparsa evidente quando, aumentando la richiesta di biblioteche digitali di vario tipo, si è pensato alla loro costruzione su base industriale. Analizzando le caratteristiche di realizzazione dei primi sistemi – essenzialmente costruiti ex novo per uno scopo particolare – ci si è accorti che un tale approccio non è appropriato né sostenibile se si vuole affrontare un contesto orientato alla produzione⁷³. Tuttavia la mancanza di una comune concezione delle funzionalità “proprie” di una biblioteca digitale, e quindi anche dei loro sistemi di gestione, ha portato alla eterogeneità dei sistemi finora descritti. Oggi sono pochi i sistemi definibili come “veri” DLMS, capaci, cioè, di sviluppare e rendere operative intere biblioteche digitali ricche delle funzionalità richieste da specifici contesti applicativi. Malgrado ciò, il principio che è stato alla base della loro costruzione, cioè la condivisione delle risorse⁷⁴, è universalmente riconosciuto come un principio valevole per ridurre i costi di sviluppo e i costi operativi delle biblioteche digitali. Su tale principio, inoltre, si è fondata la nozione di e-Infrastructure, la nuova frontiera raggiunta dalle biblioteche digitali nella loro evoluzione.

⁶⁹ Umberto Straccia – Costantino Thanos, *An open collaborative virtual archive environment*, «International Journal on Digital Libraries», Vol. 4, n. 1, August 2004, p. 23-24.

⁷⁰ Leonardo Candela – Umberto Straccia, *The Personalized, Collaborative Digital Library Environment Cyclades and Its Collections Management*, in: *Distributed Multimedia Information Retrieval, SIGIR 2003 Workshop on Distributed Information Retrieval, Toronto, 1 August 2003, Revised Selected and Invited Papers*, Berlin; Heidelberg: Springer, 2003, p. 156-172; Henri Avancini – Leonardo Candela – Umberto Straccia, *Recommenders in a personalized, collaborative digital library environment*, «Journal of Intelligent Information Systems», Vol. 28, Iss. 3, June 2007, p. 253-283.

⁷¹ Yannis Ioannidis – Diego Milano – Hans-Jörg Schek – Heiko Schuldt, *DelosDLMS*, «International Journal on Digital Libraries», Vol. 9, n. 2, November 2008, p. 101-114.

⁷² C. Thanos, *Digital Libraries* cit.

⁷³ Y. Ioannidis *et al.*, *Digital library* cit.

⁷⁴ Il concetto di “risorsa” deve intendersi in senso astratto ed estremamente generico poiché con questo termine si indicano tutte le entità del mondo delle biblioteche digitali. Così con “condivisione delle risorse” (*resource sharing*) ci si riferisce alla possibilità di usare, per un sistema, contenuto, funzionalità, risorse umane, ecc., costruite per un altro sistema.

Biblioteche digitali come ambienti di ricerca virtuali (Virtual Research Environments), infrastrutture ed ecosistemi di infrastrutture

L'attività scientifica è svolta oggi attraverso la collaborazione di individui e organismi autonomi, sparsi in tutto il mondo. Le collaborazioni sono frequentemente interdisciplinari e richiedono accesso a un'ampia varietà di dati e a strumenti specialistici per analizzarli ed elaborarli. Se le biblioteche digitali sembrano, in linea di principio, tecnologie adatte a supportare queste nuove modalità di collaborazione, in pratica la loro realizzazione si rivela troppo dispendiosa se ottenuta con metodi tradizionali⁷⁵. Queste modalità di collaborazione scientifica, infatti, si basano su un ampio campo di risorse applicative eterogenee e in continua evoluzione, rappresentate da dati e servizi di difficile integrazione essendo ciascuno di essi usualmente concepito per soddisfare le specifiche esigenze dell'organizzazione da cui è stato sviluppato. Inoltre, il nucleo delle funzionalità implementato da tali applicazioni (ad esempio, analisi, trasformazione ed estrazione di informazioni da grandi masse di dati eterogenei e distribuiti) richiede una grande potenza di calcolo, raramente disponibile in una singola organizzazione se non grazie ad un notevole investimento in tali tipologie di risorse. Per queste ragioni, lo sviluppo di un ambiente di supporto alla ricerca che sia in grado di soddisfare le esigenze odierne si rivela un compito complesso e dispendioso, che solo poche organizzazioni possono affrontare singolarmente.

La condivisione delle risorse permette un approccio sostenibile allo sviluppo di tali tipologie di sistemi, mentre una nuova forma organizzativa in grado di garantire interoperabilità e accesso uniforme alla grande massa di risorse disponibili si sta diffondendo. Tale forma organizzativa prende il nome di e-Infrastructure⁷⁶ e si basa su soluzioni tecnologiche sviluppate e mantenute da organizzazioni riconosciute capaci di garantire la loro manutenzione e la qualità dei servizi offerti. Questo approccio ha cambiato radicalmente i criteri organizzativi delle nuove biblioteche digitali, quelle concepite per supportare scenari di eScience, e ha anche fortemente influito su tutti gli attori del campo.

Le e-Infrastructure possono facilitare la realizzazione di biblioteche digitali in misura diversa. La maggioranza delle e-Infrastructure realizzate fino ad oggi offrono strumenti per la cura e l'accesso alle risorse di uno specifico tipo.

⁷⁵ Il principio e le tecnologie per il *content sharing* (cfr. par. *Le biblioteche digitali come strumenti per la condivisione di contenuti*) e i DLMS Systems (cfr. par. *Sistemi di gestione per biblioteche digitali*) sono strumenti validi anche in questo contesto, ma non sono ancora sufficientemente maturi per affrontare tutti i problemi dei variegati scenari che la *e-Science* presenta.

⁷⁶ Con il termine e-Infrastructure ci si riferisce a ambienti di ricerca nei quali tutti i ricercatori – che lavorino nella loro istituzione o siano impegnati in qualche iniziativa nazionale o internazionale – condividono l'accesso a dati, strumenti, risorse di calcolo e comunicazione indipendentemente dalla loro collocazione. Cfr. CORDIS, *e-Infrastructure*, <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/>.

Generalmente si basano su un modello organizzativo nel quale i fornitori di risorse si accordano per condividere, a certe condizioni, le risorse che essi mantengono e curano nelle proprie sedi: pubblicazioni, materiale multimediale, dati sperimentali o catturati da sensori, strumenti per l'elaborazione di tali dati, risorse di calcolo e memorizzazione. Un esempio tipico di questa classe di e-Infrastructure è quella costruita dal progetto IMPACT (IMproving Protein Annotation through Coordination and Technology)⁷⁷, che offre meccanismi per aggregare, rendere omogenei, curare, e dare accesso a dati contenuti in differenti archivi di genomi e proteomi, così che essi possano essere usati in molteplici scenari applicativi. Sfruttando tali meccanismi, le biblioteche digitali dedicate alle scienze della vita possono affidare all'e-Infrastructure IMPACT la creazione del loro spazio informativo invece di crearlo e mantenerlo operativo esse stesse. Altro esempio di notevole interesse è l'e-Infrastructure GENESI-DR (Ground European Network for Earth Science Interoperations – Digital Repositories)⁷⁸, costruita dal progetto omonimo. Questa non solo armonizza e dà accesso uniforme ai dati collezionati da vari sensori satellitari, ma permette anche l'utilizzo di risorse di calcolo e servizi con cui processare la mole di dati raccolti dai satelliti per generare prodotti quali mappe di distribuzione di certi valori, ad esempio della temperatura dei mari in superficie (Sea Surface Temperature). Chiaramente, lo sfruttamento di queste possibilità riduce di molto il costo di sviluppo di singole biblioteche digitali realizzando economie di scala.

Nuove funzionalità caratterizzano invece la D4Science e-Infrastructure (Distributed collaboratories Infrastructure on Grid ENabled Technology for Science)⁷⁹. Essa infatti permette di costruire dinamicamente e di mantenere operative biblioteche digitali chiamate ambienti di ricerca virtuali, o Virtual Research Environment (VRE)⁸⁰. I VRE sono costruiti per rispondere alle specifiche esigenze di un certo scenario scientifico, sono mantenuti per il periodo necessario a soddisfare queste esigenze e quindi dismessi – ad esempio quando un progetto giunge a conclusione. La D4Science e-Infrastructure opera come un intermediario fra fornitori e utenti di risorse⁸¹. Nella versione corrente, essa aiuta i fornitori di risorse a “mettere sul mercato” i loro prodotti, mentre aiuta gli utenti delle risorse, cioè le comunità scientifiche, a sfruttare tali risorse organizzandole per la creazione di propri VRE.

⁷⁷ IMPACT, <http://www.ebi.ac.uk/impact/page.php>.

⁷⁸ GENESI-DR, <http://www.genesi-dr.eu>.

⁷⁹ D4Science, <http://www.d4science.eu>.

⁸⁰ Massimiliano Assante – Leonardo Candela – Donatella Castelli – Luca Frosini – Lucio Lelii – Paolo Manghi – Andrea Manzi – Pasquale Pagano – Manuele Simi, *An Extensible Virtual Digital Libraries Generator*, in: *Research and Advanced Technology for Digital Libraries, Proceedings of the 12th European Conference on Digital Libraries, ECDL 2008, Aarhus*, Berlin; Heidelberg: Springer, 2008, p. 122-134.

⁸¹ Qui per risorse si intendono generiche entità condivisibili, sia fisiche (per es., risorse di calcolo) che digitali (per es., software, dati) che possono interagire con altre risorse per svolgere funzioni in supporto ai loro richiedenti, siano essi persone o sistemi automatici.

A questo scopo, l'e-Infrastructure fornisce alle comunità quel supporto tecnico e logistico che le renda capaci di costruire, mantenere e monitorare i loro VRE col minor possibile intervento umano. Fra questi strumenti di supporto si possono citare le procedure interattive per scegliere le risorse da includere nel VRE selezionandole dall'intero patrimonio a disposizione. Una volta selezionate, tali risorse sono organizzate e manipolate dall'e-Infrastructure al fine di renderle operative all'interno del VRE; ad esempio, i servizi sono attivati dinamicamente su specifici server, anche questi acquisiti tramite l'e-Infrastructure, il sistema ne attiva il monitoraggio e, quando necessario, rialloca le risorse al fine di garantire la qualità del servizio attesa. Tutto questo in modo trasparente agli utenti.

Ciascuna delle e-Infrastructure sopra descritte esegue i suoi servizi su un certo insieme di risorse. Sebbene questa soluzione faciliti notevolmente la costruzione di biblioteche digitali che usino le risorse appartenenti a quell'insieme, risulta con sempre maggior evidenza che le richieste della ricerca interdisciplinare non possono essere soddisfatte entro i confini di una singola e-Infrastructure, anche se geograficamente estesa e capace di aggregare molte risorse. Ci si aspetta piuttosto che la collaborazione richieda l'uso di risorse di diverse discipline, possedute da organizzazioni di paesi diversi, condizioni che richiedono interazioni fra una molteplicità di e-Infrastructure.

La risposta a questa richiesta non può certamente essere data incorporando in una singola e-Infrastructure globale tutte le infrastrutture appartenenti alle varie comunità o dedicate alle diverse tematiche. Ci sono innumerevoli fattori di ordine finanziario, organizzativo e tecnico che impediscono una tale soluzione; perciò tutta la comunità scientifica ha recentemente riconosciuto la necessità di un ulteriore passo avanti rispetto alle soluzioni infrastrutturali sperimentate fino ad oggi, identificando nella implementazione di un modello organizzativo flessibile che permetta interoperabilità e cooperazione senza imporre l'adeguamento ad un modello unico per tutti. A questo modello organizzativo si è dato il nome di Knowledge Ecosystem⁸². In un Knowledge Ecosystem, le singole e-Infrastructure, benché indipendenti, non sono isolate ma interagiscono e si influenzano le une con le altre. Esse possono condividere non solo informazioni ma anche servizi per analizzarle ed elaborarle. In tale ecosistema, inoltre, le singole biblioteche digitali possono offrire alla comunità dei loro utenti specifiche funzionalità ricorrendo al supporto da parte di altre componenti dell'ecosistema, con un procedimento di esternalizzazione rivolto all'ecosistema nel suo insieme. Lo sfruttamento delle risorse aggregate nell'ecosistema può perciò rendere disponibili applicazioni innovative anche a comunità servite da biblioteche digitali che sarebbero altrimenti escluse dal processo evolutivo attualmente in corso non potendone affrontare rischi e costi.

⁸² Donatella Castelli, *Creating a research library that preserves the past, present and curates the future*, in: *GRL2020 Asia, Position Papers, 24-25 February 2009, Taipei*, [s.e.]: [s.l.], 2009, p. 11-12.

Attualmente la realizzazione di un Knowledge Ecosystem è oggetto di ricerca da parte del progetto D4Science-II⁸³, e richiederà un notevole sforzo organizzativo, specialmente per affrontare i temi dell'interoperabilità, ovviamente di grande importanza in questo contesto.

Conclusioni

Come abbiamo cercato di mostrare in questo articolo, la storia delle evoluzioni delle biblioteche digitali è caratterizzata da successi ma anche da difficoltà, dovute al campo multidisciplinare in cui sono state chiamate ad operare e agli approcci pragmatici e esplorativi a lungo adottati. I primi tentativi di costruzione di biblioteche digitali furono fatti prendendo in prestito soluzioni e approcci da altre discipline – soprattutto gestione dei dati e scienze bibliotecarie – con l'obiettivo di sperimentarne l'uso per la produzione e comunicazione delle conoscenze. Le sinergie che si sono stabilite fra queste discipline e quelle proprie del campo delle biblioteche digitali hanno permesso a questo campo di accumulare conoscenze ed esperienze e di raggiungere un grado di sviluppo equivalente a quello di discipline similari. Tuttavia, la mancanza di un proprio fondamento teorico ha caratterizzato questo settore ed è stata una delle cause dell'insuccesso di alcune iniziative, impedendo così ulteriori sviluppi del settore e addirittura convincendo molti degli addetti ai lavori della necessità di cambiarne il nome⁸⁴. Nel 2005 la questione dei fondamenti è però stata affrontata dalla Rete di Eccellenza DELOS, con una iniziativa che, grazie alle conoscenze accumulate dai gruppi di ricerca europei operanti nel contesto DELOS e alle collaborazioni internazionali stabilite in questo stesso contesto, ha portato a due documenti che rappresentano un importante passo nell'opera di fondazione: il Digital Library Manifesto⁸⁵ e il DELOS Digital Library Reference Model⁸⁶. Questi due documenti introducono ai concetti principali, agli assiomi e alle relazioni che caratterizzano il settore delle biblioteche digitali indipendentemente dai dettagli tecnici o implementativi delle loro realizzazioni e si propongono come punti di partenza per lo sviluppo di una teoria per biblioteche digitali.

⁸³ D4Science-II (<http://www.d4science.eu>) è un recente progetto, finanziato nell'ambito Research Infrastructures del Settimo Programma Quadro.

⁸⁴ Yannis Ioannidis, *Digital libraries at a crossroad*, «International Journal of Digital Libraries», Vol. 5, n. 4, August 2005, p. 255-265; Daniel E. Atkins – Kelvin K. Droegemeier – Stuart I. Feldman – Hector Garcia-Molina – Michael L. Klein – David G. Messerschmitt – Paul Messina – Jeremiah P. Ostriker – Margaret H. Wright, *Revolutionizing Science and Engineering through Cyberinfrastructure: Report of the National Science Foundation Blue-Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure*, Arlington (VA): National Science Foundation, 2003, <http://www.nsf.gov/od/oci/reports/atkins.pdf>.

⁸⁵ Leonardo Candela – Donatella Castelli – Georgia Koutrika – Yannis Ioannidis – Pasquale Pagano – Seamus Ross – Hans-Jörg Schek – Heiko Schuldt, *The Digital Library Manifesto*, DELOS Network of Excellence on Digital Libraries, Pisa: Information society technologies, 2006.

⁸⁶ L. Candela *et al.*, *The DELOS Digital Library* cit.; L. Candela *et al.*, *Una teoria fondazionale per le biblioteche digitali* cit.

Le biblioteche digitali, con il loro continuo processo evolutivo, hanno influenzato tutti i settori che creano, memorizzano, trasmettono e usano conoscenze. Questo articolo ne ha tracciato la storia attraverso le sue tappe fondamentali caratterizzate da due fenomeni, reciprocamente influenti, che hanno accompagnato tutta la loro evoluzione: la nuova concezione di biblioteche digitali in corrispondenza della disponibilità di nuove tecnologie e l'emergere di nuove esigenze da parte degli utenti in presenza di nuove possibili funzionalità.

Il primo passo è rappresentato dall'evoluzione dell'architettura dei primi sistemi di *repository* avvenuta con il sistema Dienst e la sua architettura distribuita. Il secondo, dalla concezione di tecnologie che hanno permesso interoperabilità fra sistemi diversi, come è accaduto con la Open Archives Initiative. L'interoperabilità ha permesso di attuare il principio del content sharing, che costituisce la base sui cui si poggiano molte delle biblioteche digitali di larga scala attualmente esistenti. La concezione dei DLMS ha reso possibile la diffusione delle biblioteche digitali anche in ambienti istituzionali privi delle risorse per costruire autonomamente una tale tipologia di sistema informativo. A partire dal 2000, progetti come Cyclades e Scholnet, hanno aperto la strada a funzionalità molto diverse da quelle tradizionalmente offerte dalle biblioteche digitali, tali da far percepire queste come ambienti ideali per la collaborazione e produzione scientifica. Infine, sono stati presentati i traguardi ambiziosi dell'attuale attività di ricerca del settore dei sistemi per biblioteche digitali: e-Infrastructure, Virtual Research Environment, ed Ecosystem.

Queste grandi trasformazioni del concetto di "biblioteca digitale" dovranno necessariamente essere accompagnate da un ripensamento del ruolo delle biblioteche, e, conseguentemente, dei bibliotecari ad esse addetti. Le nuove biblioteche, infatti, non avranno più il solo ruolo di supporto alla ricerca di materiale informativo, ma costituiranno una delle attive componenti di un nuovo tipo di struttura organizzativa, chiamata Knowledge Ecosystem⁸⁷, verso cui si stanno muovendo le attività di ricerca di oggi.

Concludiamo questo articolo riportando il testo di un "messaggio" proveniente dal Global Research Library 2020⁸⁸ tenuto nel Febbraio 2009 a Taipei (Taiwan), dove un gruppo selezionato di esperti del settore era chiamato a concepire le caratteristiche delle biblioteche di larga scala di supporto alla ricerca (global research library). Tale messaggio recita:

«Knowledge organization, discovery, and experimentation are becoming a central part of research itself, not just passively supporting research, but actively or proactively stimulating, articulating, framing, guiding, and assessing research along the way right as the research is evolving. Research productivity in the future relies on this knowledge service infrastructure, and a new service mechanism is urgently needed to develop the infrastructure and to provide customized organizing, discovering, and computation services»⁸⁹.

⁸⁷ D. Castelli, *Creating a research library* cit.

⁸⁸ GRL2020 Asia, <http://www.grl2020.net>.

⁸⁹ Xiaolin Zhang, *Research Library 2020: Toward Knowledge Collaboratory*, in: *GRL2020 Asia, Position Papers, 24-25 February 2009, Taipei*, [s.e.]: [s.l.], 2009, p. 69-71.

Digital libraries have come to play a key role in our society. Significantly enough, our society is known as the knowledge society. The name itself is an indication of the obsolescence of the “information society”, for which digital libraries were promising – and are currently creating – universal access to information contained in libraries, museums and archives. In fact, in today’s society, the technologies introduced with digital libraries are revolutionising the entire process that takes us from information to knowledge. The aim of this article is to retrace the history of these technologies, from the first attempts to create digital systems, which were primarily marked by “library” functions, to a presentation of the complex reality on hand today, where primitively-conceived digital libraries stand side-by-side next to systems capable of providing support during all of the phases required to produce knowledge.