LE APPLICAZIONI B2B E IL RUOLO DEGLI E-MARKETPLACE

Raffaello Balocco
Andrea Rangone

Il *Business to Business* è un mondo estremamente complesso che sta assumendo una rilevanza sempre maggiore nell'ambito dell'*e-business*. Obiettivo dell'articolo consiste nel fornire uno schema di classificazione e di lettura delle applicazioni B2B che possono essere sviluppate e/o utilizzate dall'impresa a supporto di relazioni interaziendali di varia natura con i propri *partner* commerciali e che fornisca al lettore alcune chiavi di interpretazione di un fenomeno complesso e in continua evoluzione.

1. IL MONDO DEL B2B

E-distribution, *e-procurement*, *private exchange*, *e-hub*, *e-marketplace* (e la lista potrebbe allungarsi a piacere!) sono solo alcune delle innumerevoli applicazioni basate su Internet che possono essere sviluppate per supportare relazioni di varia natura tra le imprese (o, più in generale, tra le organizzazioni). In effetti, il *Business to Business* (B2B) è un mondo estremamente complesso, ben più complesso anche della sua modellazione che in un primo momento gli addetti ai lavori avevano creato: più passa il tempo e la sua conoscenza aumenta, più ci si rende conto che alcune schematizzazioni "del passato" risultano eccessivamente semplicistiche e non consentono di cogliere efficacemente l'eterogeneità che caratterizza questa realtà. Sembra, quindi, utile proporre una classificazione delle applicazioni B2B che l'impresa può sviluppare per supportare e rendere più efficaci ed efficienti le relazioni di varia natura con i propri *partner* commerciali e che fornisca al lettore alcune chiavi di interpretazione di un fenomeno complesso e in continua evoluzione. Prima di entrare nel merito di tale classificazione, può essere utile fornire qualche dato relativo alle dimensioni del mondo B2B al fine di metterne in evidenza la rilevanza nell'ambito delle applicazioni di e-business.

Se ci si riferisce al solo commercio elettronico (in realtà, si vedrà che molte applicazioni B2B non si limitano solamente a supportare transazioni commerciali tra le imprese), le principali società di ricerche di mercato concordano nel ritenere che il volume di transazioni *on-line* è destinato ad aumentare considerevolmente nei prossimi anni: a livello mondiale, IDC stima un tasso di crescita di poco superiore al 350% nel quadriennio 2002-2005, mentre a livello italiano, nello stesso periodo, la stima supera il 400% (Figura 1).

All'interno dello scenario complessivo del B2B, gli e-marketplace (descritti più approfonditamente nel paragrafo 4) sembrano essere destinati a giocare un ruolo rilevante nei prossimi anni: la quota di transazioni[1] che

[1] Rispetto all'ammontare complessivo di transazioni nel comparto B2B.

passerà attraverso tali applicazioni, nel 2005, varia tra il 30% e il 50%, a seconda della fonte e dell'ambito geografico di riferimento considerati (Figura 2).
Infine, se si guarda al peso dell'*e-commerce* B2B rispetto al commercio elettronico totale, comprensivo delle transazioni B2C (Business to Consumer), rivolte cioè al consumatore finale, sia a livello mondiale che in Italia, la stima supera l'80% del totale delle transazioni on-line nei prossimi 5 anni.
La crescita prevista del commercio elettronico tra imprese e il maggiore peso rispetto alle transazioni rivolte al consumatore finale giustificano il notevole interesse, da parte di ricercatori e "addetti ai lavori", verso questo fenomeno e la necessità di analizzare approfonditamente le possibili applicazioni, al fine di mostrarne il reale valore per le imprese (Figura 3).

1.1. Una possibile classificazione delle applicazioni B2B

Le applicazioni di e-business a disposizione dell'impresa per supportare i propri processi (interni o esterni) possono essere raggruppate in tre categorie, in funzione della tipologia o classe di utenti cui si rivolgono (Figura 4):

- *applicazioni Business to Consumer*, finalizzate a supportare diverse tipologie di relazioni (comunicazione, supporto *pre* e *post* vendita, compravendita ecc.) tra l'impresa e i consumatori finali o, più in generale, gli *stakeholder* (per esempio, investitori, soci, media ecc.);
- *applicazioni Business to Employee*, rivolte ai membri dell'organizzazione e finalizzate a rendere più efficaci ed efficienti alcuni processi interni (per esempio, la comunicazione tra i dipendenti, la distribuzione di informazioni, il riutilizzo della conoscenza, la collaborazione e *il teamworking* interno ecc.);
- *applicazioni Business to Business*, finalizzate a supportare le relazioni tra l'impresa e i propri clienti, fornitori e/o *business* partner (per esempio, altre imprese che partecipano allo sviluppo di un nuovo prodotto).

Nel seguito, ci si focalizzerà su quest'ultima categoria di applicazioni cercando di descrivere approfonditamente i diversi modelli di business che l'impresa può sviluppare e utilizzare.
Le applicazioni B2B possono essere classificate secondo due assi principali:

- *il soggetto cui fa capo l'applicazione*, che può essere rappresentato da un'impresa specifica, da un intermediario, oppure da un altro operatore;

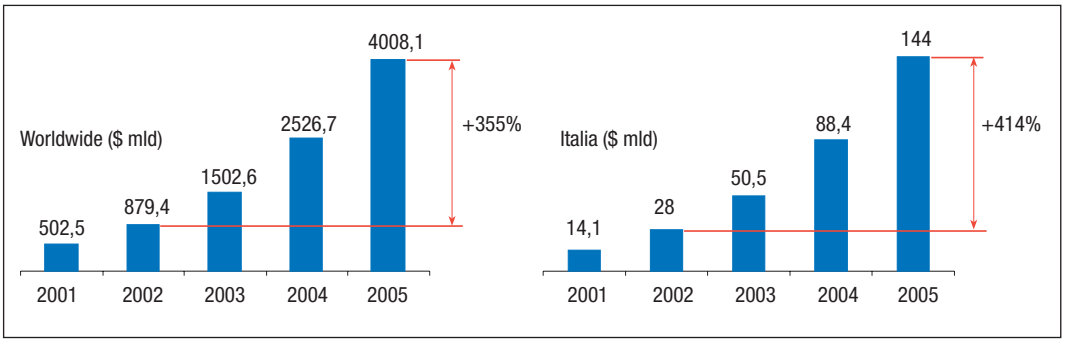


FIGURA 1
Previsioni vendite B2B a livello mondiale e in Italia (Fonte: IDC, 2001)

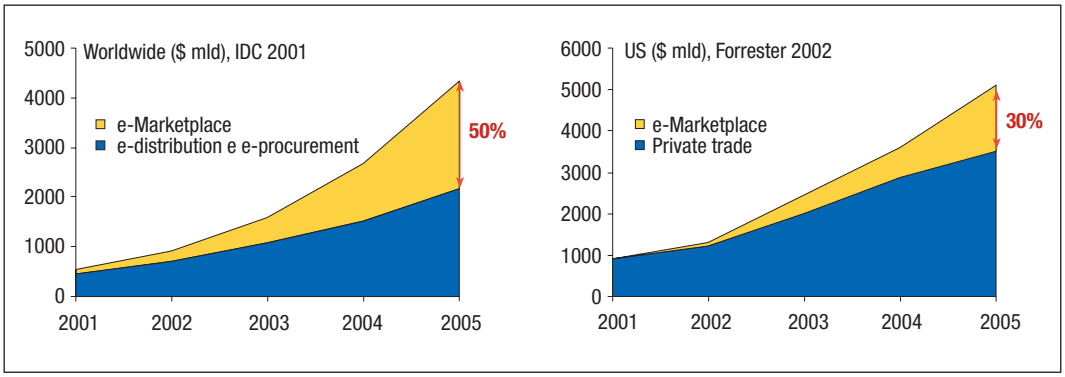


FIGURA 2
I ruolo degli e-marketplace nel commercio elettronico B2B (Fonti: IDC, 2001; Forrester, 2002)

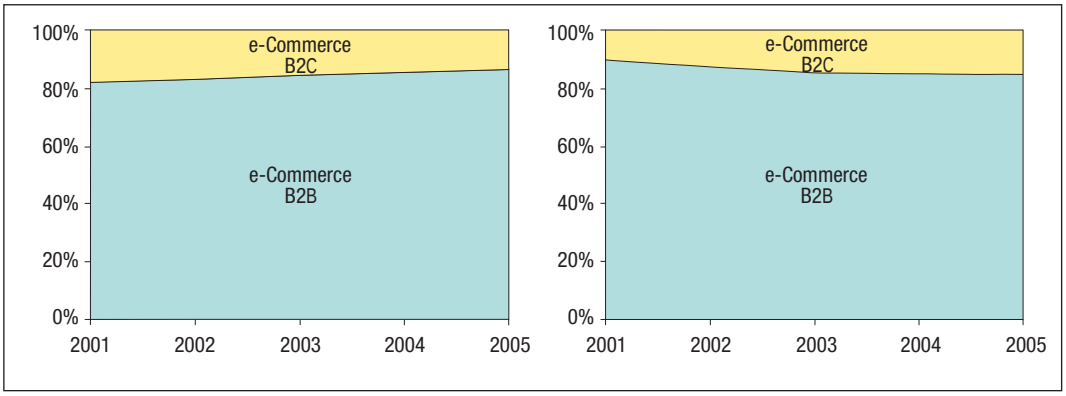


FIGURA 3
Percentuale del commercio elettronico B2B e B2C a livello mondiale ed in Italia (Fonte: IDC, 2001)

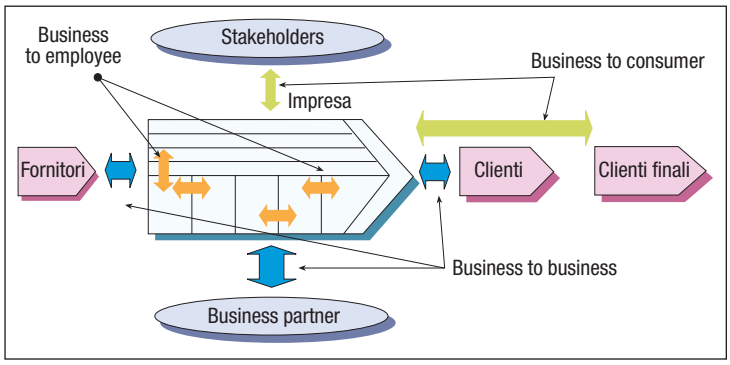


FIGURA 4
Applicazioni di e-business che possono essere sviluppate dall'impresa

le funzionalità offerte dall'applicazione, che dipendono dalle esigenze che, quest'ultima, intende soddisfare. In tal senso è possibile distinguere tra *funzionalità transazionali*, che soddisfano un'esigenza di compravendita di prodotti e servizi da parte dell'impresa e *funzionalità non transazionali*, che soddisfano altre esigenze come, per esempio, la necessità di informazioni o, più in generale di ricerca di risorse Internet, la necessità di comunicazione e interazione con altre imprese ecc..
Incrociando le diverse funzionalità con i vari soggetti, come si vede in figura 5, si possono ottenere molteplici modelli di applicazione B2B.

Modelli Extranet-based: si tratta di applicazioni Internet, realizzate dalla singola impresa (industriale o di servizi), per interagire con imprese partner (clienti, fornitori, partner nello sviluppo di nuovi prodotti ecc.). Tali applicazioni possono essere finalizzate specificatamente a supportare i processi di acquisto o di vendita (in questo caso, si parla rispettivamente di *e-procurement* o di *e-selling*) oppure ad offrire ai propri partner di filiera funzionalità diverse (per esempio, la possibilità di accedere ad informazioni commerciali e tecniche, di verificare le giacenze in magazzino, di interagire con il personale dell'impresa ecc.).

Modelli di intermediazione "molti a molti" (o e-marketplace): si tratta di intermediari B2B finalizzati a supportare qualsiasi relazione commerciale di filiera, anche se di natura non strettamente transazionale (per esempio, alcuni marketplace si limitano a fare incontrare domanda e offerta senza però consentire la chiusura della transazione on-line).

Modelli B2B "uno a molti", che, nel caso in cui supportino la compravendita di prodotti e servizi, si configurano come *e-distributor* (l'equivalente on-line dei distributori tradizionali) e, negli altri casi, come portali B2B che offrono alle imprese servizi di varia natura quali, per esempio, contenuti informativi, strumenti per ricercare risorse on-line utili (per esempio, *directory* B2B), strumenti di interazione (*forum*, *chat*, *mailing list* ecc.) finalizzati alla creazione di comunità virtuali business ecc..

Un modello B2B, trasversale rispetto alle altre tre tipologie di attori, è rappresentato dall'*Application Service Provider* (ASP). Si tratta di un fornitore di applicazioni *software*, accessibili in remoto via Internet con pagamenti secondo la formula del *pay per use*. Tali applicazioni software possono essere utilizzate a supporto di relazioni di filiera di varia natura (per esempio, per portare on-line l'acquisto di componenti da un gruppo di propri fornitori) e, in tal senso, possono rientrare all'interno delle applicazioni B2B.

Come già specificato, i confini della classificazione proposta sono spesso sfocati e in continua ridefinizione. In alcuni casi, i model-

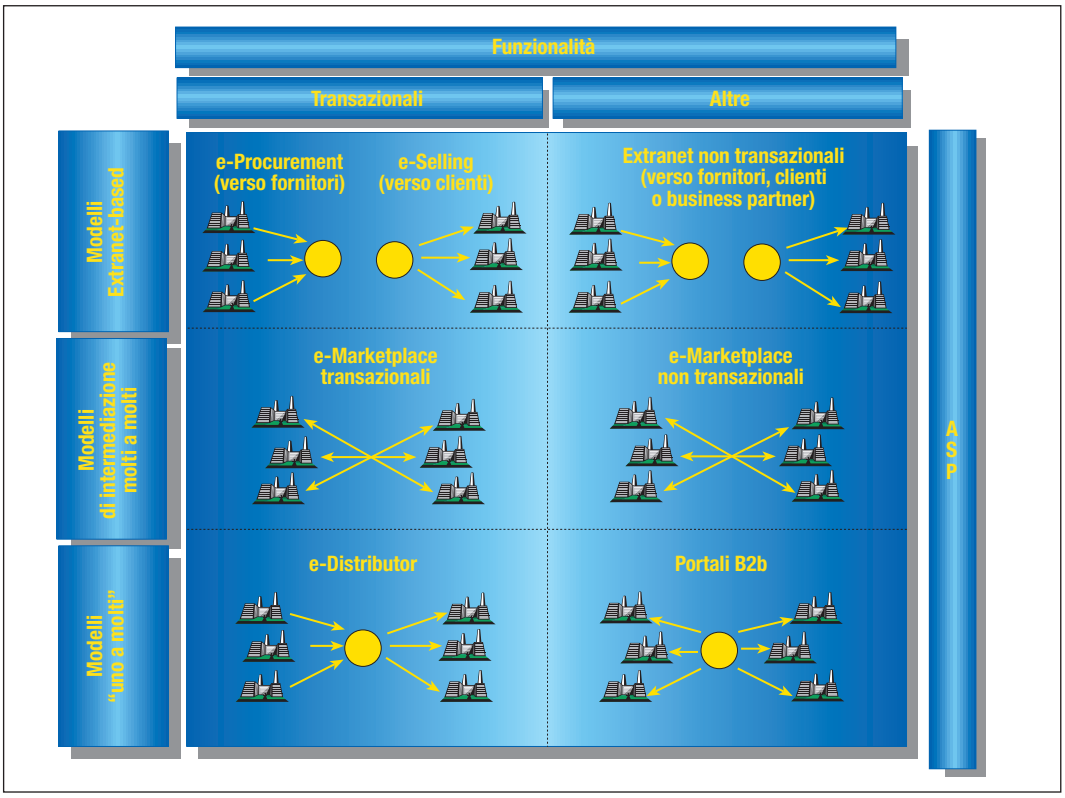


FIGURA 5
Una possibile classificazione delle applicazioni B2B (Fonte: Osservatorio sugli e-marketplace, Associazione Impresa Politecnico)

li Extranet-based si possono "evolvere" in modelli di intermediazione "molti a molti" (è il caso di alcune imprese che dispongono di Extranet flessibili che possono essere aperte in una logica di marketplace) e, viceversa, i marketplace possono offrire l'utilizzo "privato" della piattaforma a singole imprese per la gestione delle relazioni con i propri partner di filiera, anche consolidati. Analogamente, l'evoluzione può avvenire tra modelli di intermediazione "molti a molti" e modelli "uno a molti": alcuni marketplace si stanno appropriando delle attività tipiche del grossista (acquisto e vendita dei prodotti con l'applicazione di un *mark up*, offerta di servizi logistici ecc.) avvicinandosi al modello dell'*e-distributor*, oppure offrono un numero sempre maggiore di servizi di natura diversa (informazioni, *community* ecc.) simili a quelli dei portali.

2. I MODELLI EXTRANET-BASED

Le applicazioni Extranet sono reti ad accesso autorizzato e selettivo, basate su tecnologia Internet, finalizzate a supportare la gestione integrata e collaborativa dei processi interaziendali, mediante la condivisione di risorse (applicazioni, *database*, informazioni ecc.), la fornitura di servizi o l'integrazione delle procedure. In particolare, riprendendo la classificazione delle applicazioni B2B basata sulle funzionalità, possiamo distinguere tra *Extranet transazionali*, a supporto della compravendita, ed *Extranet non transazionali*, a supporto, cioè, dell'informazione, della comunicazione, della collaborazione e dei servizi pre e post vendita.

2.1. Le Extranet transazionali

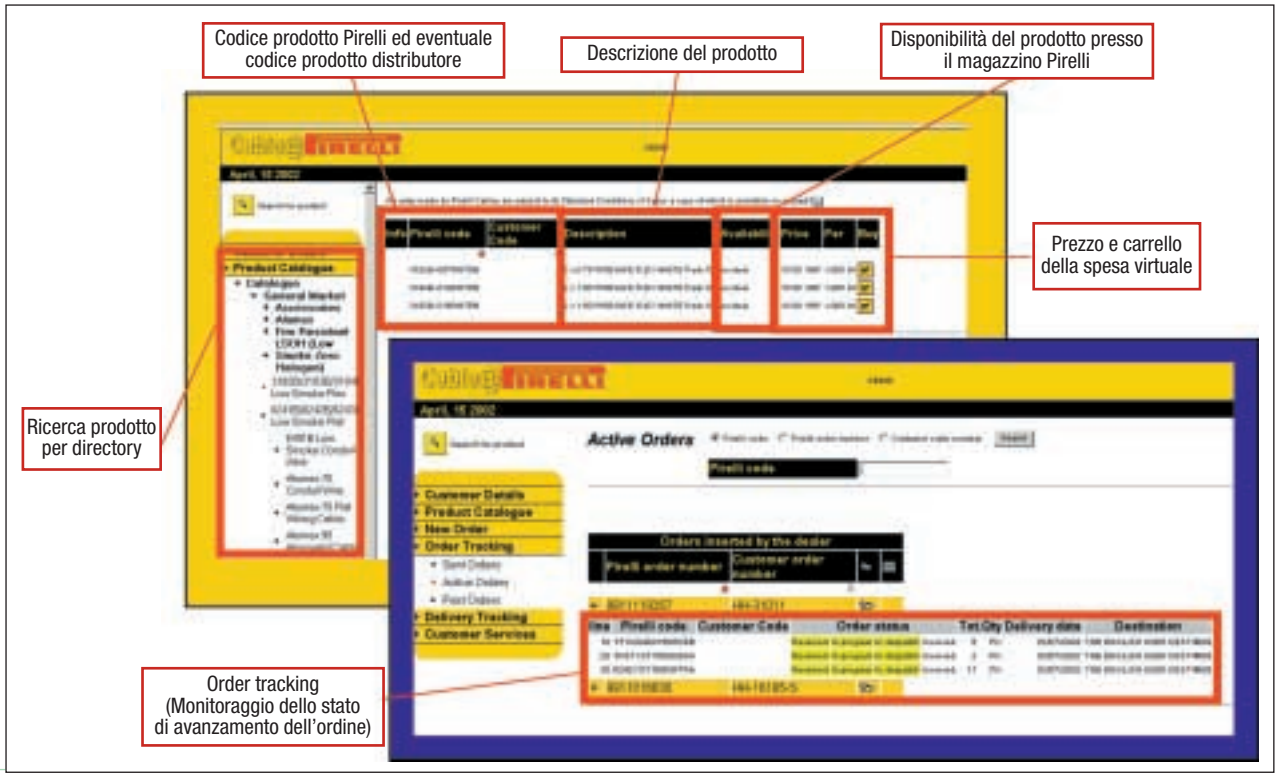
Sono finalizzate a supportare, da una parte, l'acquisto di prodotti e servizi dai propri fornitori (e-procurement) e dall'altra, la vendita alle imprese clienti (e-selling). È opportuno analizzare, inoltre, le funzionalità di tali tipologie di applicazioni attraverso la descrizione di due casi: Cable@Pirelli, applicazione di e-selling sviluppata da Pirelli Cavi e Sistemi e il portale di e-procurement del Gruppo Enel.
Cable@Pirelli (Figura 6) è finalizzata a supportare le transazioni commerciali tra Pirelli Cavi e Sistemi e la propria rete di vendita.

I distributori hanno la possibilità di ricercare on-line i prodotti di interesse per parola chiave, per codice Pirelli o per codice distributore. Una volta individuati i prodotti, è possibile visualizzarne la descrizione, il prezzo, la disponibilità a magazzino, verificare se sono attive offerte promozionali ed effettuare l'ordine on-line, che viene trasferito automaticamente nel sistema informativo di Pirelli. All'interno di un'area personale, ogni distributore può usufruire di un servizio di ***tracking on-line*** per verificare lo stato di avanzamento degli ordini e controllare la propria situazione contabile e finanziaria. Oltre alla possibilità di acquistare on-line, Cable@Pirelli offre servizi informativi (attraverso *newsletter* e comunicazioni pubblicate sul sito) e la possibilità di accedere a *database* contenenti informazioni tecniche sui prodotti. Prima dell'introduzione della Extranet, i distributori inviavano i propri ordini via fax e gli operatori Pirelli li immettevano manualmente all'interno del sistema gestionale: l'applicazione ha, quindi, portato ad un notevole risparmio di tempi e costi nel processo di ricezione e gestione degli ordini, ad una riduzione degli errori e ad un miglioramento nella qualità del servizio offerto ai distributori.

Il **servizio di tracking on-line** è un servizio post-vendita reso disponibile sul sito web del fornitore che consente all'acquirente di monitorare l'avanzamento del proprio ordine e di conoscere la data prevista di consegna della merce.

Il "portale per gli acquisti" lanciato dal Gruppo Enel nel dicembre 2001 consente, invece, di gestire on-line le attività di approvvigionamento da parte delle società del Gruppo attraverso l'organizzazione di aste. Il fornitore che intende partecipare ad un'asta organizzata da una società del gruppo Enel deve, innanzitutto, iscriversi al sistema di e-procurement, fornendo le proprie informazioni anagrafiche. Una volta registrato, può accedere alla sezione del sito in cui vengono pubblicate le aste attive, suddivise in quattro categorie: Forniture, Lavori, Servizi e Test. Selezionata l'asta, si accede alle pagine web (Figura 7) in cui sono pubblicati i dati specifici (codice asta, prodotto, quantità, prezzo, tipologia di asta ecc.). Cliccando sul pulsante "vendi", il fornitore entra nella "piazza offerta" (i cui contenuti dipendono dalla tipologia di asta) e

FIGURA 6
Cable@Pirelli: applicazione di e-selling rivolta ai distributori



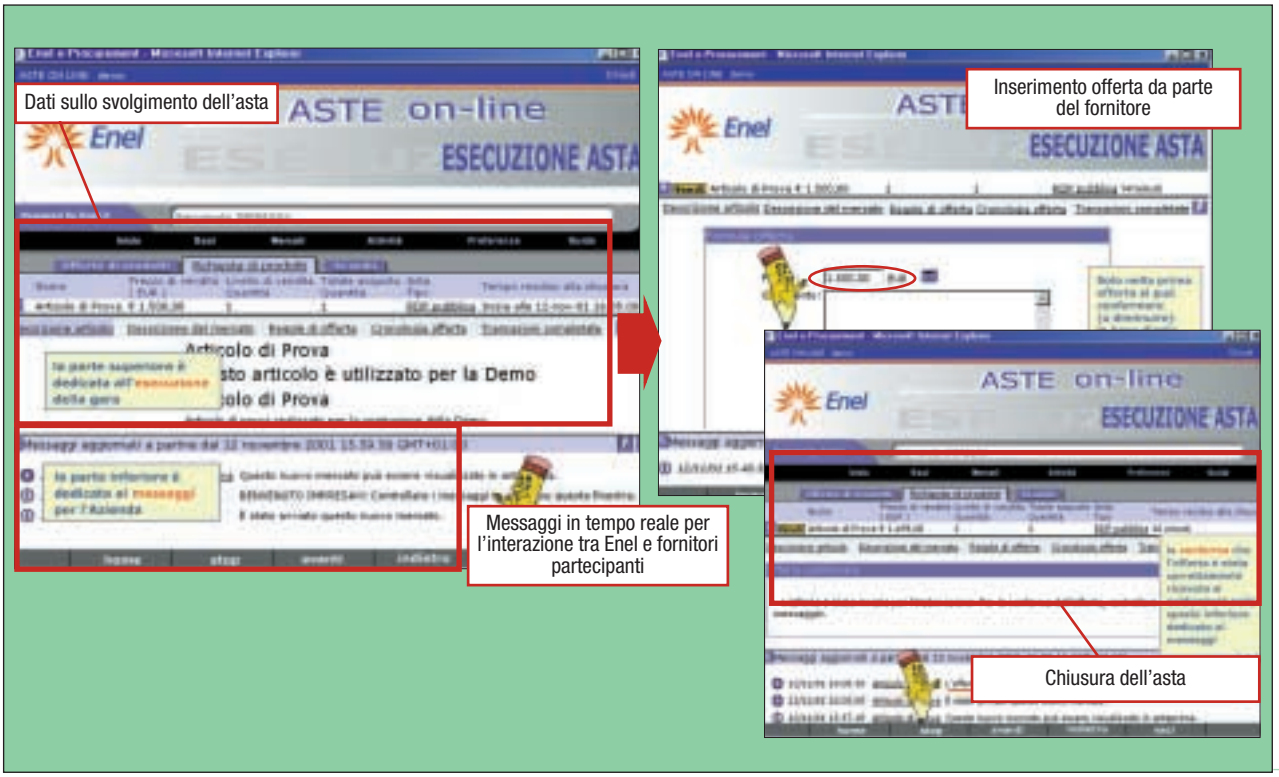
può fare la propria offerta. Allo scadere dell'asta, gli verrà comunicato l'esito finale tramite e-mail e con un avviso pubblicato all'interno della propria area riservata nel sito. Le tipologie di asta utilizzate dal gruppo Enel sono: l'***asta inglese al ribasso*** (offerte di valore decrescente effettuate dai fornitori in un intervallo temporale determinato) e l'***asta in busta chiusa*** (non viene riportata alcuna indicazione di prezzo del prodotto e l'importo offerto non è visibile agli altri partecipanti).

L'**asta inglese al rialzo** prevede che ogni partecipante all'asta "rilanci" con un'offerta maggiore rispetto a quella corrente.
Nell'**asta al ribasso** diversi fornitori di uno specifico prodotto competono con ribassi di prezzo al fine di aggiudicarsi la fornitura richiesta da un'impresa cliente.
L'**asta olandese** è utilizzata per mettere in vendita più unità dello stesso prodotto: la competizione tra i partecipanti si basa sia sul prezzo sia quantità che si intende acquistare.
Infine, nell'**asta segreta** ogni partecipante invia la propria offerta "in busta chiusa", senza conoscere l'entità delle offerte dei concorrenti.

2.2. Le Extranet non transazionali

Le applicazioni Extranet non transazionali, possono essere classificate in base ai processi interaziendali supportati: *Supply Chain Management* (SCM), *sviluppo nuovi prodotti* (o gestione di progetti complessi) e *Customer Relationship Management* (CRM).
Il Supply Chain Management fa riferimento a tutte le attività operative che riguardano la gestione del rapporto con fornitori e distributori (logistica esecutiva, gestione degli acquisti, gestione del magazzino, pianificazione della domanda ecc.). Il presupposto su cui si basano le Extranet a supporto del processo di Supply Chain Management è che un maggiore coordinamento e una maggiore condivisione di informazioni, tra tutti gli attori di una certa filiera, potrebbero portare benefici congiunti rilevanti (a livello sia di efficienza che di efficacia). Per questo motivo, l'obiettivo principale delle applicazioni che rientrano in questa categoria consiste nel supportare la condivisione di informazioni tra fornitori e clienti per migliorare attività quali la gestione del processo di acquisto, la previsione della domanda, la determinazione del livello delle scorte e del piano degli approvvigionamenti, la pianificazione della produzione e così via.
Un esempio di applicazione a supporto del Supply Chain Management è *Retail Link*, Extranet sviluppata da Wal Mart, leader mon-

FIGURA 7
Asta on-line all'interno del "portale acquisti" del Gruppo Enel



diale nella distribuzione di beni di largo consumo, rivolta ai 4600 punti vendita di proprietà (3100 nazionali e 1500 internazionali), e a più di 10.000 fornitori. Attraverso la Extranet, Wal Mart monitora i dati relativi alle vendite (ogni giorno vengono registrate più di 10 milioni di transazioni) e offre la possibilità ai fornitori di accedere a tali dati opportunamente aggregati ed elaborati. In tal modo i fornitori, oltre ad ottenere informazioni utili relative al mercato finale dei propri prodotti, hanno la possibilità di prevedere anticipatamente le necessità di approvvigionamento da parte di Wal Mart e di pianificare più efficientemente la produzione interna.

Le Extranet di supporto allo sviluppo nuovi prodotti (o alla gestione di progetti complessi), danno la possibilità all'impresa di scambiare informazioni e dati con i propri partner commerciali con l'obiettivo di creare un vero e proprio ambiente di lavoro virtuale a supporto della collaborazione.

Un esempio di Extranet utilizzata per lo sviluppo nuovi prodotti è l'applicazione utilizzata da Boeing e rivolta ai principali fornitori, ai progettisti esterni e ai partner di sviluppo. Grazie alla Extranet, gli ingegneri della Boeing hanno la possibilità di sviluppare i progetti utilizzando una piattaforma virtuale condivisa, che consente di progettare, visionare e testare differenti componenti in relazione a quelli sviluppati dai partner. Prima dell'utilizzo della Extranet, il processo di progettazione degli aeromobili presentava notevoli criticità, quali, ad esempio, la presenza, nelle fasi più avanzate, di interferenze tra componenti sviluppati da progettisti diversi, che portavano a ricicli particolarmente costosi in termini sia di tempo che di denaro. Oggi, la possibilità di *codesign* (progettazione congiunta) supportata dalla Extranet ha consentito di ridurre il ***time to market*** da 36 a 8-12 mesi nella divisione aeroplani e l'impegno di progettazione da 7 anni uomo a 1 anno uomo nella divisione propulsori.

Il **time to market**, nel processo di sviluppo di nuovi prodotti, è il tempo che intercorre tra la prima fase di *concept* del nuovo prodotto ed il lancio sul mercato.

Un esempio, invece, di Extranet a supporto della gestione di progetti complessi è l'applicazione sviluppata da Kvaerner, gruppo norvegese di ingegneria e costruzioni, rivolta ai propri partner (fornitori, progettisti esterni, *sub-contractors* ecc.) che supporta il *collaborative working*, la gestione condivisa dell'intero progetto e lo scambio di informazioni e di documenti. Kvaerner stima di avere ottenuto, attraverso l'utilizzo della Extranet, una riduzione dei costi di gestione dei progetti compresa tra il 10% e il 15% e una riduzione dei tempi di consegna compresa tra il 4% e l'8%.

Il Customer Relationship Management fa riferimento alle attività dell'impresa finalizzate alla gestione della relazione con i propri clienti. Le Extranet di supporto al CRM si pongono l'obiettivo di rendere più efficienti ed efficaci le seguenti attività:

- *marketing*, per esempio, attraverso la pubblicazione del catalogo prodotti oppure attraverso l'utilizzo di strumenti promozionali basati su Internet (e-mail personalizzate, newsletter ecc.) al fine di indurre i clienti all'acquisto;
- *customer service*, per esempio, fornendo ai propri clienti servizi di prevendita (preventivo e supporto tecnico on-line ecc.) e/o di post-vendita (tracking dell'ordine, stato avanzamento lavori, possibilità di scaricare manualistica e software, assistenza tecnica e gestione on-line dei reclami del cliente ecc.);
- *vendita*, per esempio, dando la possibilità di utilizzare strategie di ***cross-selling*** o di ***up-selling*** veicolate attraverso l'applicazione Extranet, oppure fornendo strumenti di supporto alla creazione dell'ordine (configuratore di prodotto, *template* degli ordini tipici ecc.).

Il **cross-selling** consiste nell'affiancare (per esempio, all'interno di un sito) prodotti appartenenti a gruppi merceologici differenti, caratterizzati, tuttavia, da un comune denominatore che ne favorisce l'acquisto congiunto.
L'**up-selling** consiste, invece, nell'affiancare al prodotto la sua ultima versione (*upgrade*) al fine di favorirne l'acquisto.

Bticino, per esempio, ha sviluppato un'applicazione Extranet rivolta a progettisti ed installatori, i quali hanno la possibilità di scaricare software tecnico di ausilio alla progettazione di impianti elettrici (dotato di libreria di disegni per AutoCAD e strumenti di supporto al calcolo illuminotecnico), alla ste-

sura di dichiarazioni di conformità degli impianti, alla stesura di offerte e al calcolo di preventivi. Progettisti e installatori possono, inoltre, accedere, attraverso la Extranet, ad una documentazione tecnica dettagliata relativa ai prodotti realizzati da Bticino.

3. GLI E-MARKETPLACE[2]

Sulla definizione di e-marketplace non esiste una piena convergenza in letteratura e tra gli "addetti ai lavori": c'è chi attribuisce al concetto di e-marketplace un significato limitato, riferendo il termine esclusivamente a quegli intermediari finalizzati a gestire on-line processi di compravendita tra imprese [5, 2], altri [6] considerano e-marketplace qualsiasi intermediario B2B finalizzato a supportare qualsiasi relazione commerciale di filiera, anche se di natura non strettamente transazionale. Secondo gli autori, l'accezione più ampia di e-marketplace consente di considerare anche alcuni modelli di business che, sebbene non supportino la transazione on-line, sono specificatamente finalizzati a svolgere la funzione di "mercato virtuale", cioè a far incontrare domanda ed offerta. Secondo questa interpretazione, un e-marketplace, perché possa essere considerato tale, deve:

- essere esplicitamente finalizzato a favorire in qualche modo le relazioni commerciali di filiera, anche se, come già osservato in precedenza, non deve per forza consentire la transazione on-line;
- conservare un ruolo di intermediazione tra cliente e fornitore, mantenendo quindi la propria essenza di modello di business "molti a molti" e non di e-distributor "uno a molti". Questo implica che il marketplace deve consentire un'interazione diretta on-line tra cliente e fornitore e che non deve internalizzare tutte le tipiche funzioni di un grossista (acquisto dei prodotti dai fornitori, definizione del loro prezzo sulla base di un mark up, gestione di un proprio magazzino ecc.);
- mettere a disposizione la propria piattaforma Internet a "qualsiasi" impresa intenda utilizzarla, a monte o a valle. L'applicazione non deve, cioè, essere finalizzata a soddisfare solo le esigenze di una specifica impresa (o di gruppo limitato di imprese) con l'obiettivo di gestire on-line esclusivamente i processi con i propri partner commerciali (cioè, non deve configurarsi come un modello Extranet).

3.1. I marketplace transazionali

Sono finalizzati a supportare il processo di compra/vendita tra clienti e fornitori mettendo a disposizione differenti sistemi di transazione.

❑ *Il catalogo*: l'e-marketplace pubblica i cataloghi normalizzati dei fornitori, attraverso i quali i *buyer* possono ordinare on-line attraverso un meccanismo basato sul "carrello dello spesa" virtuale (*shopping cart*), del tutto analogo a quello presente nei siti di commercio elettronico rivolti al consumatore finale.

Per esempio, 1city.biz (già i-Faber), promosso da Gruppo Unicredito Italiano, ha sviluppato due marketplace transazionali: il primo consente la compravendita di beni indiretti e si rivolge alle imprese di qualsiasi settore, il secondo è finalizzato alla compra/vendita di beni per la manutenzione all'interno del settore petrolchimico, realizzato in partnership con ERG. In entrambi i casi, i meccanismi di transazioni supportati sono sia le aste che i cataloghi normalizzati.

❑ *La richiesta di preventivo e/o di quotazione*: l'azienda che intende acquistare chiede a uno o più fornitori di proporre un preventivo (risponde alla domanda: a quale prezzo posso comprare la tua merce?), oppure un fornitore chiede a una o più aziende clienti di proporre un'offerta (risponde alla domanda: quanto sei disposto a offrire per la mia merce?).

MecMarket, *virtual marketplace* operante nel settore della meccanica promosso da un consorzio guidato da Interpump Group utilizza e consente la compravendita di beni diretti (materie prime, semilavorati ecc.) e beni indiretti (ricambi e attrezzature) attraverso catalogo,

[2] Le informazioni riportate all'interno del presente paragrafo sono tratte dalle ricerche effettuate dai due autori nell'ambito dell'Osservatorio sugli e-marketplace promosso da Associazione Impresa Politecnico.

supportato da un sistema di richiesta di preventivo che rende più efficace la comparazione delle offerte e l'eventuale negoziazione.

❑ *L'asta*: i marketplace possono utilizzare diverse tipologie di asta (***inglese al rialzo***, *inglese al ribasso*, ***olandese***, *segreta* ecc., si veda box pag. 21) con l'obiettivo di permettere a più imprese partecipanti di competere contemporaneamente per aggiudicarsi una certa fornitura, attraverso un meccanismo di comparazione delle offerte che si sintetizza nel prezzo.

Bravobuild, marketplace promosso da Italcementi Group finalizzato a migliorare i processi di compravendita nel settore dell'edilizia, è leader in Italia nell'organizzazione di aste di acquisto di beni e servizi diretti e indiretti. A questo scopo, Bravobuild gestisce tutte le attività propedeutiche allo svolgimento vero e proprio dell'asta on-line: dalla condivisione delle specifiche tecniche del bene oggetto d'asta, della quantità richiesta, dei termini di consegna e delle condizioni contrattuali, alla definizione delle regole dell'asta (data di inizio e chiusura, durata, prezzo di base ecc.). Fino ad ora, Bravobuild invita all'asta i fornitori di fiducia scelti dall'impresa cliente, ma intende offrire in futuro anche un servizio di *sourcing* e qualificazione dei fornitori.

❑ *La borsa elettronica*: è un sistema di scambio molto simile a quello che caratterizza i mercati azionari e si basa sul confronto continuativo tra domanda e offerta relativamente ad un certo bene (tipicamente *commodity*, ovvero materie prime altamente standardizzate), al fine di determinare il prezzo e, quindi, gli scambi.

L'unico marketplace italiano che supporta tale meccanismo di transazione è Meteora SpA, virtual marketplace, che supporta la compravendita di materie prime nel settore agroalimentare (in particolare, latte, sementi ecc.).

Alcuni marketplace transazionali, oltre a supportare la compravendita di prodotti/servizi (attraverso gli stessi sistemi sopra descritti), offrono la possibilità alle imprese partecipanti di integrare il proprio sistema informativo (*legacy*) con la loro piattaforma tecnologica, al fine di automatizzare i processi informativi e amministrativi connessi alla transazione, quali l'aggiornamento diretto dell'offerta commerciale (per esempio, in termini di prezzi), lo scambio di documenti amministrativi (ordine, bolla, fattura) con relativo inserimento nel sistema aziendale, l'aggiornamento del magazzino (Figura 8).

3.2. I marketplace non transazionali

I marketplace che non supportano le transazioni tra fornitori e clienti possono essere classificati in due categorie: marketplace informativi e marketplace collaborativi.

I *marketplace informativi* sono finalizzati a mettere in contatto le aziende che vi partecipano, dando loro la possibilità di promuovere la propria offerta commerciale e sfruttare nuove opportunità di business. Gli utenti possono ricercare le imprese in base al settore di appartenenza o in base ad altre informazioni rilevanti (localizzazione geografica, dimensioni ecc.) e possono interagire a fini commerciali con le altre attraverso la compilazione di *Web form* o tramite e-mail (l'eventuale transazione viene tuttavia gestita *off-line*).

Un esempio di marketplace informativo è rappresentato da Opla, che si pone l'obiettivo di favorire l'incontro tra domanda e offerta di beni indiretti (che non vengono utilizzati all'interno del processo produttivo delle imprese clienti) e servizi. Il valore per le imprese clienti consiste nella possibilità di comparazione tra diverse proposte (attraverso una richiesta di preventivo inoltrata automaticamente a molteplici fornitori) mentre, per i fornitori, esiste la possibilità di estendere il proprio mercato. La trattativa tra fornitore e cliente successiva alla richiesta di preventivo e l'eventuale ordine che la conclude, avvengono off-line.

I *marketplace collaborativi* [1][3] supportano la condivisione di informazioni e conoscenze al fine di migliorare le prestazioni di determinate attività interaziendali, che possono riguardare la gestione della supply chain (previsione integrata della domanda) e lo sviluppo di nuovi prodotti (per esempio, *co-design*).

[3] Riporta i risultati di una survey estesa a più di 350 *executive* a livello mondiale finalizzata a valutare le potenzialità (percepite) di utilizzo delle tecnologie Internet, ed in particolare dei marketplace, a supporto della collaborazione tra imprese in diversi settori.

FIGURA 8
E-marketplace transazionali: 1city.biz e Bravobuild

In Italia, non esistono molti esempi di marketplace collaborativi. Tra i pochi, spicca Textilebusiness, promosso dal Tessile di Como e attualmente in fase di sperimentazione, che si pone l'obiettivo di aiutare le imprese del comparto ad utilizzare le tecnologie della Rete per migliorare i processi di comunicazione tra i diversi attori della filiera. La struttura attuale della filiera tessile, infatti, è caratterizzata da una notevole frammentazione tra una molteplicità di attori che svolgono tipicamente ruoli specializzati (*converter*, conto-terzisti, tessitori, nobilitatori ecc.). L'obiettivo del marketplace è quello di creare un ambiente virtuale in cui gestire meglio la comunicazione e la circolazione dei documenti

tra le imprese della filiera che hanno rapporti consolidati (Figura 9).

3.3. Una possibile clusterizzazione dei modelli di business

Un'altra possibile dimensione di classificazione fa riferimento alla possibilità per la singola impresa di "customizzare" le modalità di utilizzo del marketplace, in termini sia di selezione delle aziende con cui intende interagire sia di caratteristiche dell'applicazione (a livello di interfaccia web, struttura dei dati e dei documenti, integrazione con i sistemi legacy). È possibile schematicamente considerare tre differenti situazioni:

- *marketplace pubblico*, che è aperto a qualsiasi impresa soddisfi i requisiti minimali definiti oggettivamente dal gestore del marketplace, ed offre loro servizi standard, non personalizzabili;
- *marketplace* selettivo, che consente alle imprese partecipanti di selezionare gli interlocutori con cui interagire commercialmente

FIGURA 9
Marketplace informativo (Opla) e collaborativo (TextileBusiness)

mettendo a disposizione un certo grado di personalizzazione dei servizi a livello soprattutto di interfaccia web;

- *marketplace privato*, che consente alle imprese sia di selezionare, specificatamente, i partner commerciali con cui interagire nel marketplace, sia di personalizzare l'applicazione sulla base delle proprie specifiche esigenze, anche a livello di funzionalità, struttura dei dati e dei documenti, integrazione con i sistemi legacy ecc..

Incrociando le due dimensioni di classificazione (funzionalità offerte e possibilità di personalizzazione con *privacy*) si ottiene una rappresentazione che consente di evidenziare più chiaramente tre raggruppamenti strategici (Figura 10).

Il primo è costituito dai modelli che rappresentano l'accezione più "tradizionale" dei virtual marketplace (e per questo definiti *e-marketplace ortodossi*), la cui funzionalità principale è quella di sfruttare Internet per creare nuovi mercati virtuali in cui clienti e fornitori si incontrano e possono trovare nuove opportunità di business: i potenziali benefici sono nuovi sbocchi di mercato per i *seller* e "migliori" fornitori per i buyer.

Un secondo raggruppamento è costituito da quei marketplace che si pongono l'obiettivo di supportare le imprese a svolgere meglio, grazie a Internet, alcune attività legate al processo di compravendita, offrendo servizi in una logica tipo ***outsourcing*** (per questo motivo indicati con il termine di *e-marketplace outsourcer*). I benefici offerti alle imprese utenti sono la semplificazioni dei processi, lo sfruttamento del *know-how* di una società specializzata, il supporto di un operatore terzo neutrale ecc.

Un terzo *cluster*, infine, è costituito da quei marketplace che mettono a disposizione delle imprese soluzioni tecnologiche, competenze e servizi, con l'obiettivo principale di consentire alle imprese di sfruttare Internet, in modo personalizzato e integrato, per gestire più efficacemente ed efficientemente i propri rapporti di filiera: si parla in questo caso di servizi di *private exchange* a volte fruibili anche in modalità ASP (*e-marketplace privati*). I benefici principali che possono potenzialmente apportare, rispetto a soluzioni *stand alone* implementate autonomamente dalla singola im-

Con il termine **outsourcing** si definisce un'operazione secondo cui un'impresa si affida ad un fornitore esterno per la gestione di uno specifico processo o di un'attività già operativa all'interno dell'azienda (in genere, attività non strategiche quali l'acquisto di materiali indiretti, la gestione amministrativa ecc.). Si tratta dell'acquisizione da un fornitore esterno di prodotti o servizi attualmente risultanti dalla diretta attività produttiva e di gestione interna dell'azienda.

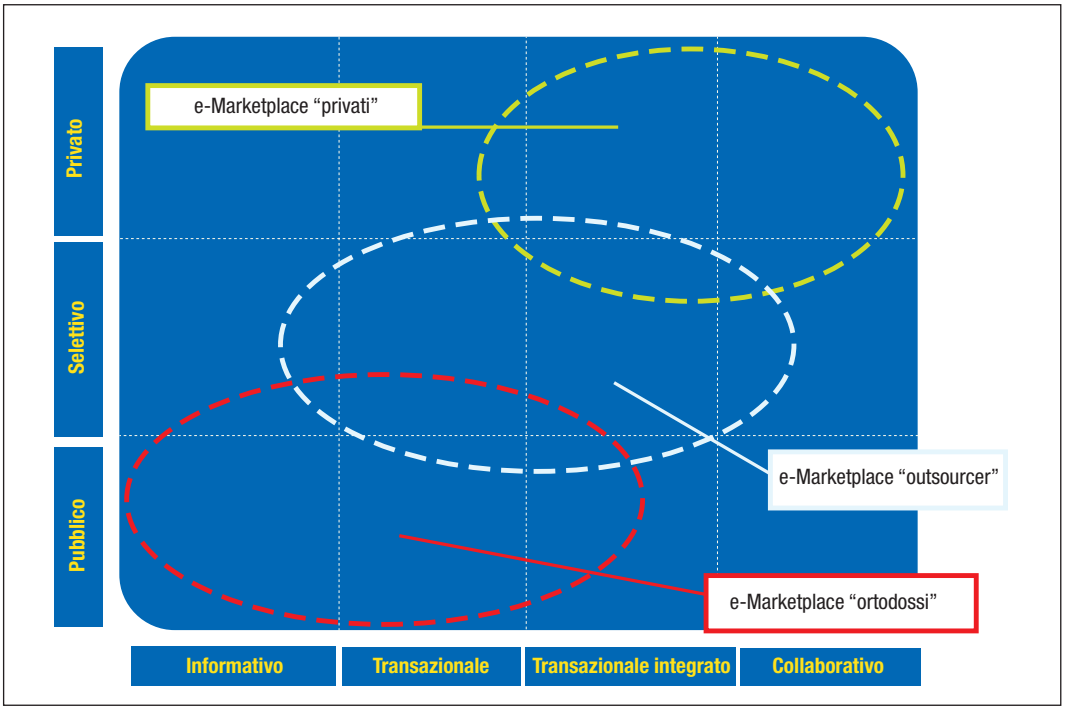


FIGURA 10
I tre raggruppamenti strategici dell'e-marketplace ("ortodossi", "outsourcer" e "privati")

presa, sono minori investimenti e costi di gestione corrente, minori tempi di attivazione e maggiori possibilità di definire standard di filiera (a livello di documenti, codifiche e tecnologie).

4. I MODELLI "UNO A MOLTI"

Si tratta di applicazioni concettualmente analoghe alle applicazioni Extranet-based, con la differenza che l'accesso non è ristretto ai clienti o fornitori selezionati dall'impresa che sviluppa l'applicazione ma libero. I modelli B2B "uno a molti" possono essere classificati in e-distributor (che supportano l'acquisto di prodotti da parte di imprese clienti) e portali B2B (che offrono alle imprese servizi non transazionali come erogazione di informazioni utili, possibilità di interazione, possibilità di ricerca di risorse Internet ecc.).

4.1. Gli e-distributor

Gli e-distributor sono la versione on-line dei distributori industriali tradizionali, che consentono l'acquisto da parte di imprese clienti (punti vendita, installatori ecc.) di prodotti appartenenti ad uno specifico gruppo merceologico provenienti da molteplici fornitori/produttori. In molti casi, l'applicazione di e-business rappresenta proprio un nuovo canale commerciale che si affianca a quelli già esistenti (per esempio, Esprinet, distributore tradizionale di prodotti di informatica), anche se non mancano e-distributor che operano esclusivamente on-line (ad esempio, Pharmaidea, distributore di prodotti farmaceutici).
Analogamente ai distributori tradizionali, gli e-distributor acquistano e rivendono prodotti applicando un mark up (hanno quindi la possibilità di manovrare la "leva" prezzo) creando, in tal modo, un punto di "disaccoppiamento" tra fornitori e imprese clienti (che non hanno la possibilità di interagire on-line come all'interno di un marketplace). L'acquisto e la vendita del prodotto presuppone, in molti casi, la gestione di un magazzino interno e del processo logistico/distributivo.
Si analizzano due casi di e-distributor operanti in Italia: il primo (Esprinet) che è il canale on-line di un distributore tradizionale, il secondo (Pharmaidea) operante esclusivamente off-line.
Esprinet, nato dalla fusione di Comprel, Micromax e Celo, è uno dei primari operatori del mercato della distribuzione di prodotti informatici (hardware e software) in Italia. Esprinet è stato uno dei primi distributori italiani ad affiancare il canale on-line al canale di vendita tradizionale. Attraverso l'applicazione di e-distribution, che nasce come apertura della Intranet aziendale, i punti vendita di prodotti informatici (Esprinet copre più del 60% dei 23.000 rivenditori presenti in Italia) hanno la possibilità di controllare la disponibilità a magazzino, di emettere i propri ordini on-line e di monitorare l'avanzamento dell'ordine. I prodotti ordinati vengono consegnati da una società di logistica distributiva interna al Gruppo. Nel corso del 2001, circa il 50% degli ordini acquisiti da Esprinet sono transitati on-line.
Pharmaidea, nata nel gennaio 2000, supporta l'acquisto da parte delle farmacie di prodotti parafarmaceutici e OTC (*Over The Counter*). Gli utenti registrati che accedono a Pharmaidea hanno a disposizione due aree tematiche: l'area *commerce* attraverso la quale è possibile verificare la disponibilità di prodotti, emettere l'ordine on-line, monitorare l'avanzamento dell'ordine e di fatturazione; l'area *servizi*, all'interno della quale sono presenti informazioni e news di interesse e servizi specifici per il settore (la consulenza, per esempio). I prodotti acquistati vengono consegnati nell'arco di 48 ore, grazie alla stretta integrazione con l'operatore logistico Fiege Goth. Pharmaidea commercializza circa 2000 prodotti, forniti da 70 aziende.

4.2. I Portali B2B

I Portali B2B fanno riferimento ad un insieme di modelli di business estremamente eterogenei, che possono essere classificati più puntualmente sulla base delle esigenze specifiche dell'utente aziendale che intendono soddisfare. In particolare, è possibile individuare quattro categorie principali di portali B2B:
- *portali context based*, finalizzati alla ricerca on-line di imprese e informazioni relative;
- *portali content based*, che offrono informazioni di varia natura rivolte specificamente ad

utenti business, in alcuni casi focalizzati su uno specifico settore;
- *portali community based*, che mettono a disposizione degli utenti strumenti finalizzati a favorire l'interazione sociale tra utenti business con l'obiettivo di creare comunità virtuali;
- *portali service based*, che offrono particolari servizi alle imprese quali, ad esempio, ricerca di personale, *e-learning* ecc.

La maggior parte dei portali B2B non sono *focalizzati* su un'unica funzionalità, dal momento che intendono soddisfare più esigenze delle aziende utenti: si parla, in questi casi, di *portali ibridi*. Alcuni esempi sono: Manager.it, portale rivolto a *manager* e professionisti, che affianca all'area informativa strumenti di *community*; Infoimprese.it, promosso dalle Camere di Commercio, che fornisce, oltre ad una *directory* in cui vengono classificate 5 milioni di imprese italiane, una sezione in cui le imprese possono aprire una vetrina informativa.
Alcuni siti nascono con l'obiettivo specifico di soddisfare tutte le esigenze di un determinato segmento di utenza business, al fine di diventare dei veri e propri punti di riferimento e di accesso alla Rete, offrendo tutte le funzionalità sopra evidenziate: è, in questo caso, che si parla di *portali veri e propri*. Alcuni esempi sono: Giallo.it, di Seat-Pagine Gialle, che accanto ad un'area informativa offre dei *forum* di discussione, un motore di ricerca e servizi di vario tipo (per esempio, per la gestione delle risorse umane, per la logistica, per il *marketing* ecc.); I-dome.com, portale sull'e-commerce per le PMI (Piccole e Medie Imprese) che offre contenuti informativi, una *directory* di *link* utili, servizi di ricerca del personale e un forum di discussione sul mondo del commercio elettronico.

5. LE APPLICAZIONI B2B IN ITALIA

Sulla base dei dati forniti dall'Osservatorio sul B2B di Associazione Impresa Politecnico, è possibile fare le seguenti osservazioni conclusive in merito allo sviluppo delle applicazioni B2B in Italia.
L'EDI (*Electronic Data Interchange*) rimane ancora l'applicazione più adottata a supporto dei processi transazionali, con un grado di adozione fortemente dipendente dalla tipologia di settore. In alcuni comparti si stanno sviluppando soluzioni di web-EDI finalizzate ad attirare nel circuito EDI molte aziende di medio-piccole dimensioni, ed iniziano ad essere introdotte soluzioni Extranet-based a supporto dell'e-procurement e dell'e-selling. Per quanto riguarda le Extranet non transazionali, è presente qualche caso applicativo a supporto dello scambio di informazioni tra cliente e fornitore (situazione scorte, piani di previsione della domanda ecc.) mentre, modelli a supporto di un'effettiva collaborazione nella gestione della supply chain e dello sviluppo prodotti, sono difficilmente adottati.
Quale è infine la situazione degli e-marketplace italiani? Secondo l'Osservatorio di Associazione Impresa Politecnico, sono circa 120 i Marketplace operanti in Italia nel 2001. I modelli a maggiore diffusione sono quelli "ortodossi" che, come specificato in precedenza, interpretano il ruolo di Marketplace nell'accezione più tradizionale (Figura 11). Alcuni esempi di marketplace ortodossi, oltre ai già citati Opla, Coralis e Mecmarket sono: Proxchange, finalizzato alla compravendita di beni strumentali usati e d'occasione attraverso catalogo che, tuttavia, non consente l'acquisto on-line; Italianmoda, marketplace informativo che si pone l'obiettivo di favorire lo sviluppo commerciale verso estero di aziende italiane operanti nel settore tessile-abbigliamento dando la possibilità di pubblicare sul web le proprie informazioni anagrafiche e la descrizione della propria offerta commerciale; Fastbuyer, promosso dal gruppo FIAT e finalizzato a portare on-line il processo di acquisto di materiali ausiliari (beni indiretti) delle diverse società del Gruppo (e dalla seconda metà del 2001 anche di imprese esterne) attraverso l'utilizzo di un catalogo.
Ben meno rappresentativi in Italia, sono invece gli e-marketplace privati. Oltre a Textilbusiness, altri esempi possono essere: ArenaFurnitureChannel, focalizzato sull'industria del mobile di design, con l'obiettivo di aiutare le imprese produttrici a gestire in modo più efficace ed efficiente le relazioni

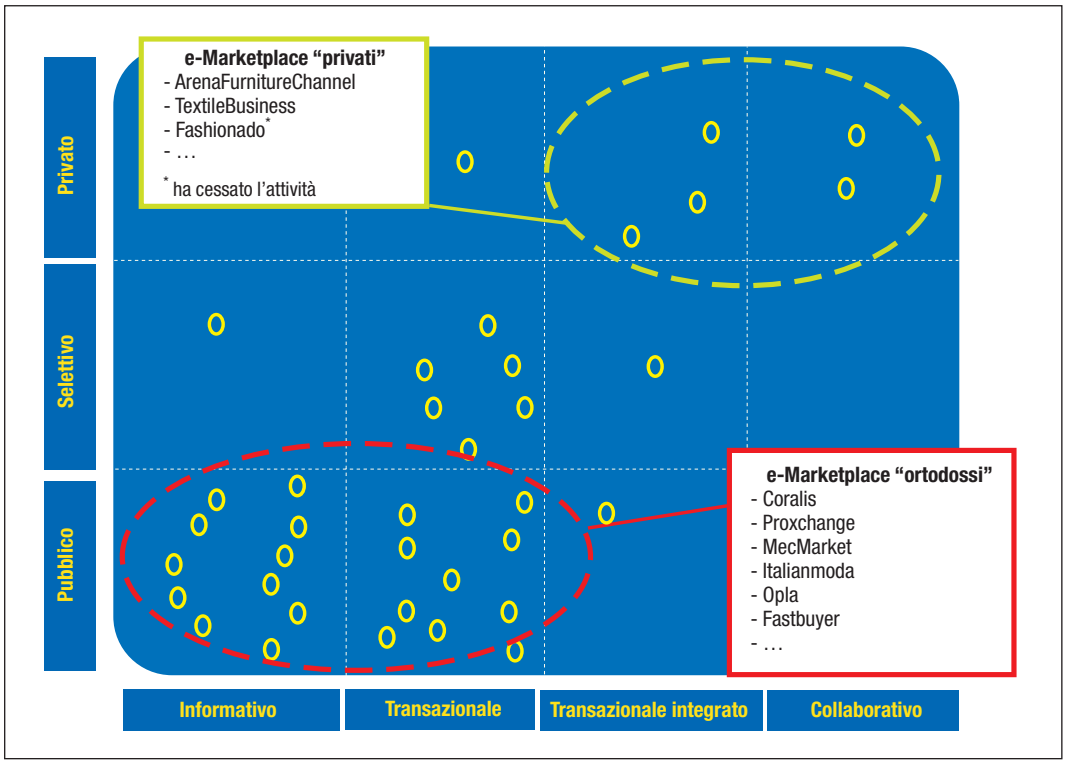


FIGURA 11
I modelli di e-marketplace in ambito italiano (Fonte: Osservatorio sugli e-marketplace, Associazione Impresa Politecnico)

con i propri punti vendita; Fashionado, Marketplace ideato nel periodo di massima euforia per i progetti Internet e costretto ad interrompere l'attività ancora prima di diventare realmente operativo, a seguito del cambiamento di scenario e di umore dei mercati azionari che, si poneva l'obiettivo di utilizzare Internet per "portare on-line" interi processi della filiera del tessile/abbigliamento, sia a livello di supply chain che di sviluppo nuove collezioni favorendo la collaborazione tra i diversi attori.

Ringraziamenti

Si ringrazia il prof. Alessandro Perego e il gruppo di ricerca sull'e-business dell'Associazione Impresa Politecnico per il supporto nella stesura dell'articolo.

Bibliografia

[1] Deloitte Research: *Collaborative commerce ? going private to get results*. 2001, http://www.line56.com/research/download/deloitte_collab_commerce.pdf.

[2] Forrester Research: *Net Marketplaces Grow Up*. 1999, http://www.forrester.com

[3] Forrester Research: *Save big with a private hub*. 2001, http://www.forrester.com

[4] Giga Information Group, Booz Allen and Hamilton: *B2B Exchanges: Future hopes, Current doubts*. 2001, http://www.gigashop.gigaweb.com

[5] Kaplan S, Sawhney M: E-hubs: The new B2B marketplaces. *Harvard Business Review*, May-June 2000, p. 97-103.

[6] McKinsey & CAPS Research: *Coming into focus using the lens of economic value to clarify the impact of B2B e-marketplaces*. 2000, www.capsresearch.org/B2B/eMarketsWhitePaper.pdf.

RAFFAELLO BALOCCO frequenta il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Gestionale presso il Politecnico di Milano. Fa parte del gruppo di ricerca sull'e-business dell'Associazione Impresa Politecnico. È autore di diversi articoli inerenti le tematiche dell'e-business pubblicati su riviste internazionali e nazionali.
e-mail: raffaello.balocco@polimi.it

ANDREA RANGONE è professore associato di commercio elettronico presso il Politecnico di Milano. È responsabile ricerche del gruppo di ricerca sull'e-business di Associazione Impresa Politecnico (diretto dal prof. Umberto Bertelè). È co-direttore del MEB, Master in e-business del MIP, Politecnico di Milano. È autore di numerosi articoli inerenti le tematiche dell'e-business pubblicati su riviste internazionali e nazionali.
e-mail: andrea.rangone@polimi.it

IL QUADRO EUROPEO DELLE CERTIFICAZIONI ICT

Franco Filippazzi
Giulio Occhini

La certificazione delle competenze in un settore dinamico e complesso come l'ICT non è un'opzione ma una necessità. Il "capitale umano" costituisce, infatti, il fattore cruciale per lo sviluppo della Società dell'Informazione. In questa ottica, è stato avviato negli ultimi anni, a livello europeo, un programma organico di iniziative di cui si dà conto nell'articolo. Il programma fa capo al CEPIS (*Council of European Professional Informatics Societies*) che raggruppa tutte le associazione europee nel campo ICT e di cui l'AICA è membro fondatore e referente per l'Italia.

1. INTRODUZIONE

L'avvento della Società dell'Informazione ha cambiato il peso dei fattori di sviluppo economico e diventa perciò fondamentale ciò che Gary Becker, premio Nobel 1992, chiama "capitale umano". Nella visione tradizionale, il fattore primario di sviluppo è il capitale a fronte del quale il lavoro risulta un'entità indifferenziata destinata a perdere d'importanza con l'avanzare della tecnologia e dell'automazione. Se questo si è dimostrato vero per alcuni tipi di attività lavorative, sostituite (o impoverite) dall'automazione, per altre, che nella Società dell'Informazione tendono a divenire prevalenti, è vero esattamente il contrario: man mano, infatti, che il progresso scientifico/tecnologico procede, diventano cruciali, non le macchine, ma le capacità umane. Questo spostamento va di pari passo con l'evoluzione da un'economia di tipo industriale a una di servizi. La "ricchezza delle nazioni" oggi non è più rappresentata dalle risorse naturali o dalle tonnellate di acciaio prodotte, ma piuttosto dal livello culturale dei cittadini.

Da qui, la rilevanza che sempre più sta assumendo la formazione e la valorizzazione, in senso lato, del capitale umano. Quando i risultati del progresso scientifico e tecnologico si accumulano con una velocità senza precedenti, la capacità competitiva di un Paese dipende dal fatto che, coloro che sono coinvolti nel ciclo produttivo, possano acquisire con continuità e tempestività le nuove conoscenze che li riguardano. Diventa, cioè, una necessità vitale la cosiddetta "formazione continua" del personale per migliorare l'efficacia e l'efficienza degli stessi processi lavorativi. Il modello tradizionale di sviluppo delle risorse umane che vede una netta distinzione tra momento formativo (scuola) e momento della applicazione delle conoscenze (lavoro) entra così in una crisi profonda: la "formazione continua" estesa a tutta la vita è la logica conseguenza della transizione da una società e da una economia delle risorse fisiche a una basata sull'informazione.
In questo scenario, una tendenza ormai ampiamente diffusa nei Paesi a più elevato li-

vello di industrializzazione è la diffusione di sistemi di certificazione delle competenze secondo standard riconosciuti a livello internazionale. Per fare un esempio a tutti noto, questa tendenza è in atto da tempo nel campo delle lingue straniere, dove la certificazione di enti non governativi può avere, in certi casi, più valore del titolo di studio.
Titolo scolastico e certificazione delle capacità professionali sono due aspetti complementari del nuovo panorama che si va configurando nel mondo della formazione.
Questo articolo si propone di focalizzare il tema della certificazione nel campo ICT, con particolare riferimento ai suoi rapporti con le istituzioni e gli enti formativi.

2. GENERALITÀ SULLA CERTIFICAZIONE DELLE COMPETENZE

I sistemi di certificazione professionale nascono, storicamente, con l'obiettivo di garantire un adeguato livello di competenza e il rispetto di certe norme comportamentali nell'esercizio delle professioni. Per questo motivo, hanno riguardato, in particolare, attività con elevato impatto non solo economico, ma anche sociale, quali il medico, l'ingegnere, l'avvocato, così come il geometra che firma progetti o il ragioniere che avalla bilanci.
Per fronteggiare questa esigenza si sono costituiti degli enti appositi (in Italia, gli Ordini e gli Albi professionali). L'ammissione all'Ordine è di norma subordinata al superamento di un esame teorico-pratico (in Italia, l'esame di Stato), oltre che al possesso di determinati titoli di studio. Successivamente all'ammissione, l'Ordine si preoccupa di vigilare sugli aspetti etici dell'esercizio della professione. Assai meno seguito, almeno in Italia, è invece l'aspetto dell'aggiornamento delle competenze.
Una concezione di questo tipo poteva valere in epoche in cui, da un lato, l'evoluzione scientifico-tecnologica era incomparabile con quella attuale, e, dall'altro, i saperi erano molto meno parcellizzati. Ci si può chiedere che senso abbia, oggi, l'abilitazione ad esercitare, per esempio, la professione dell'ingegnere o del medico *tout court*, senza specificare quale sia il settore di specializzazione.
Sostanzialmente diverso è l'orientamento seguito nei Paesi anglosassoni, in linea con il pragmatismo che caratterizza la loro mentalità. In USA, per esempio, ma anche in molti Paesi del Nord Europa, c'è infatti il riconoscimento delle differenti specializzazioni, nonché della necessità del loro continuo aggiornamento. Lo strumento di controllo è costituito (al di là delle istituzioni scolastiche) da strutture *ad hoc* di valutazione e certificazione.
Queste strutture - almeno per il settore ICT, cui si limita questo articolo - non sono di emanazione governativa, ma fanno capo a enti culturali e associazioni di categoria di riconosciuto prestigio e autorità.
Un fatto importante da sottolineare è che, nell'attuale contesto di innovazione congiunta tecnologica e manageriale, in cui le ICT svolgono un ruolo traente, il mondo delle imprese si sta configurando come propositore di nuove professionalità: esso, infatti, abbisogna continuamente di ruoli e capacità nuove per svolgere al meglio i suoi compiti.
Seguire passivamente queste indicazioni comporterebbe però, per le istituzioni di formazione, il rischio di una crescita caotica di nuovi titoli professionali e *curricula* formativi sempre più limitati nel tempo. Per rendersene conto, si faccia riferimento allo schema di figura 1. La capacità di svolgere un compito nella attività lavorativa è fortemente condizionata, oltre che dalla conoscenza disciplinare, dalla capacità di utilizzazione di strumenti (prodotti *hardware* e, più frequentemente, *software*) nonché dall'esperienza pratica acquisita.
Il motore che muove il processo di cambiamento di strumenti e di modalità applicative è la concorrenza che le imprese devono fronteggiare in un mondo sempre più globalizzato e che comporta una ricerca continua di maggiore efficienza ed efficacia. Gli *skill* degli utenti e dei professionisti ICT devono costantemente adeguarsi a questa dinamica. La formazione istituzionale (scuole e università), che ha come obiettivo di sviluppare e trasmettere la conoscenza disciplinare già formalizzata, non ha il compito né

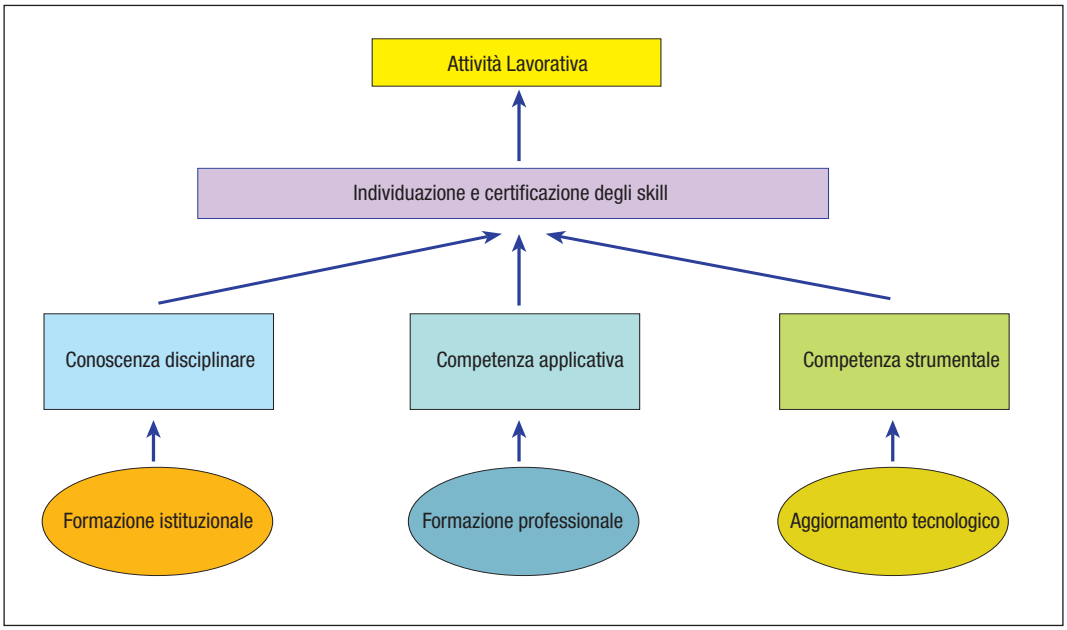


FIGURA 1
"Sapere" e "saper fare" all'origine degli skill

la possibilità di seguire una tale dinamica.
In questo contesto, gli enti di certificazione assumono un ruolo di fondamentale importanza con la loro capacità di indirizzare gli enti di formazione, pubblici o privati che siano, e costruire un ponte tra il mondo della formazione istituzionale e quello dell'impresa. Questi enti, infatti, hanno come obiettivo primario la validazione della capacità di esercitare una professione piuttosto che il sapere concettuale. In altri termini, essi privilegiano, per loro natura, più il saper fare che la conoscenza di per sé. Questa non è l'ultima ragione del fatto che nel mondo anglosassone il divario tra formazione scolastica ed esigenze del mondo del lavoro sia molto meno avvertito che in Italia.
Alla luce di quanto detto, il ruolo degli enti di certificazione si può riassumere nei seguenti punti:

- identificazione sistematica delle competenze richieste per i vari tipi e livelli di attività lavorative;
- verifica iniziale della competenza attraverso titoli ed esami;
- "ricertificazione" periodica che viene ottenuta, oltre che mediante il superamento di nuovi esami, anche utilizzando il concetto di credito formativo (pubblicazioni effettuate, esperienze lavorative documentate, frequenza a corsi di aggiornamento ecc.);
- supporto alle istituzioni scolastiche per l'aggiornamento dei curricula;
- tutela del mercato delle prestazioni professionali dal rischio di una concorrenza non qualificata.

La certificazione riguarda, in senso stretto, il possesso di determinate capacità e competenze. L'esercizio di una qualsiasi professione non può però essere disgiunto dall'osservanza di norme di comportamento. Questo aspetto è richiamato in modo esplicito negli statuti di ordini e associazioni di categoria, la cui appartenenza è di norma subordinata all'accettazione di un codice di etica professionale

3. COMPETENZE ICT E LORO CERTIFICAZIONE

Nella Società dell'Informazione le competenze richieste nel campo ICT possono essere ripartite in due grandi categorie: quelle che riguardano gli utenti e quelle dei professionisti.
La categoria degli *utenti* è costituita da tutti coloro che si avvalgono di questi strumenti (tipicamente, il *personal computer*) per svolgere la loro attività lavorativa. Rientrano in questa categoria la gran parte degli impiegati e funzionari dipendenti di aziende, enti pubblici, studi professionali. Oltre ad essi, vanno annoverati i liberi professionisti (com-

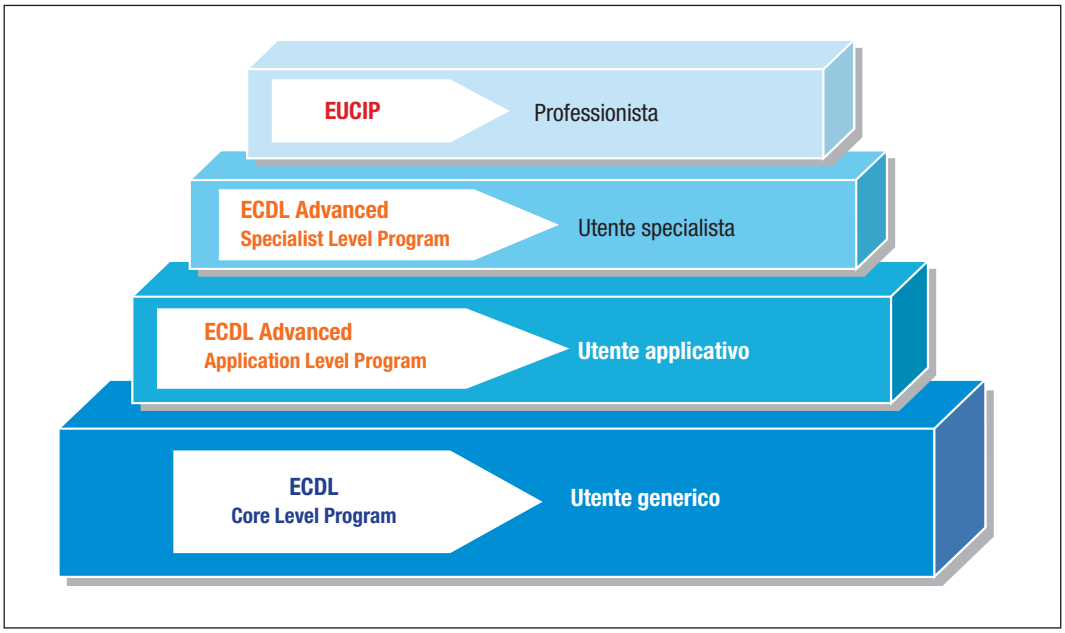


FIGURA 2
Quadro delle certificazioni ICT europee (CEPIS)

mercialisti, ingegneri ecc.), per i quali il personal computer è pure uno strumento di lavoro quotidiano. Si tratta chiaramente di una popolazione estremamente numerosa, costituita in Italia ormai da milioni di persone.
La categoria dei *professionisti* è costituita, invece, da tutti coloro che si occupano per mestiere delle tecnologie ICT: si tratta di una fascia più ristretta di persone, caratterizzata però da una maggiore articolazione e differenziazione del tipo di competenze. A loro volta, questi professionisti si possono suddividere in coloro che lavorano nell'ambito delle aziende fornitrici di tecnologie ICT e in coloro, più numerosi rispetto ai primi, che operano invece nelle organizzazioni utenti. I primi sono caratterizzati da ruoli di progettazione e assistenza tecnica che non trovano riscontro tra i secondi.
Limitandoci all'ambito europeo, l'ente di riferimento per le certificazioni ICT è il CEPIS (*Council of European Professional Informatics Societies*), ossia la federazione delle associazioni europee di informatica. Si tratta di un ente senza fini di lucro, portavoce ufficiale del mondo ICT nei riguardi delle istituzioni europee (Commissione, Parlamento, Consiglio d'Europa).
Attualmente, sono membri del CEPIS tutte le associazioni nazionali dei Paesi europei presenti nel Consiglio d'Europa, inclusi quindi anche quelli dell'Est. L'Italia è rappresentata nel CEPIS dall'AICA (*Associazione Italiana per l'Informatica e il Calcolo Automatico*), che del CEPIS è anche membro fondatore.
I programmi di certificazione, di cui si parlerà nel seguito, sono tutti emanazione del CEPIS e si estendono dall'area degli utenti a quella dei professionisti ICT. Nella fattispecie, si distinguono i seguenti programmi (Figura 2):
- *ECDL* (*European Computer Driving Licence*), per la certificazione dell'utente generico;
- *ECDL Advanced*, per la certificazione dell'utente "evoluto"; si articola su due livelli, "applicativo" e "specialistico";
- *EUCIP* (*European Certification for Informatics Professionals*), diretto al mondo dei professionisti.

4. ECDL: LA CERTIFICAZIONE DI BASE

L'analfabetismo tradizionale è praticamente scomparso nei paesi industrializzati, dove quasi tutti oggi - per usare un modo di dire anglosassone - possiedono le 3 "erre" (***r**ead*, ***r**ite*, ***a**rithmetic*), ossia sanno leggere, scrivere e far di conto. Esiste però, ormai, una nuova forma di analfabetismo, quello informatico. Nella società dell'informazione le 3 erre non bastano più, bisogna possedere

una quarta erre, quella di *computer*. In effetti, saper usare il computer è ormai un requisito indispensabile per poter lavorare, si tratti di chi è alla ricerca della prima occupazione o di chi ha il problema di ricollocarsi sul mercato del lavoro. Vale anche però per chi, nell'ambito del proprio lavoro, desidera migliorare la sua posizione.

A fronte di questa necessità, esiste un nuovo e diffuso analfabetismo, più accentuato in Italia rispetto ad altri Paesi con cui ci si confronta. Basti dire che nella scuola secondaria superiore italiana l'informatica non è ancora entrata come disciplina nei programmi scolastici, se non in qualche specifico settore dell'istruzione tecnica.

Si pone a questo punto il problema di definire che cosa significhi "saper usare il computer". Molti hanno una certa conoscenza di questo strumento, ma è loro difficile definire a quale livello. Ritengono di poterlo usare in modo adeguato ma, in effetti, non possono provarlo.

Serve, quindi, uno standard di riferimento che possa essere riconosciuto subito, in modo certo e dovunque.

In sostanza, occorre per il computer qualcosa che equivalga alla patente di guida per l'automobile. Se si chiede a qualcuno se sa guidare, un semplice "Sì, ho la patente" costituisce una risposta precisa ed esauriente. Significa, infatti, saper fare tutto ciò che, in qualsiasi Paese, è richiesto per superare il relativo esame.

Questa analogia è resa oggi possibile dall'avvento della *European Computer Driving Licence* (ECDL), ossia, alla lettera, "Patente europea di guida del computer".

Si tratta di un certificato diffuso a livello internazionale, attestante il fatto che chi lo possiede ha l'insieme minimo delle abilità necessarie per poter lavorare con il personal computer - a sé stante o collegato in rete – nell'ambito di un'azienda, un ente pubblico, uno studio professionale ecc.

In altri termini, questa "patente" definisce senza ambiguità la capacità di una persona di usare il computer, così come quella di guida per quanto riguarda l'uso dell'automobile.

Il programma ECDL è stato sviluppato col concorso dell'Unione Europea, che lo ha inserito tra i progetti comunitari diretti a realizzare la Società dell'Informazione.

L'ECDL si qualifica come standard in quanto:

- le procedure e i criteri di certificazione sono identici in tutti i Paesi;
- lo sviluppo e l'aggiornamento sono coordinati a livello centrale;
- è indipendente da specifici prodotti e fornitori.

Per ottenere la patente, il candidato deve superare sette esami che coprono gli aspetti più importanti dell'uso del computer. Esistono a tale proposito due documenti di base:

- il *Syllabus*, che descrive le competenze richieste al candidato
- il *Question and Test Base* (QTB), ossia l'insieme dei test con cui viene accertato il possesso di tali competenze.

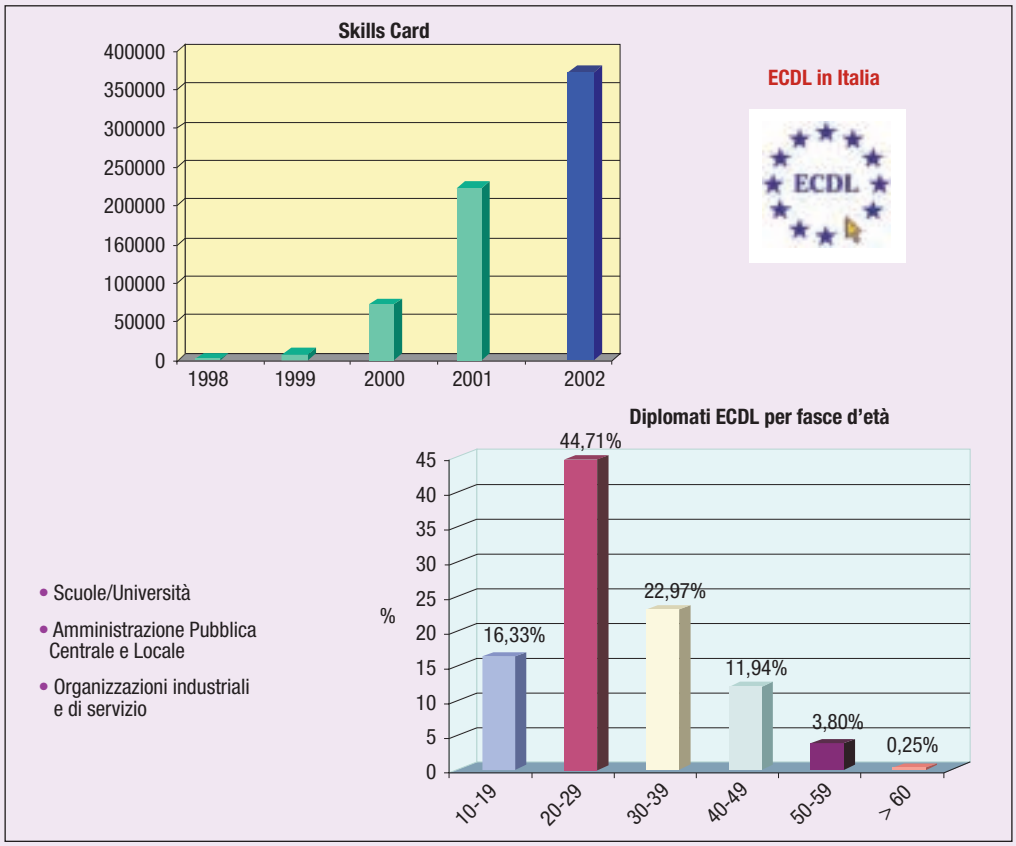
In altri termini, il *Syllabus* (che è un documento di dominio pubblico) definisce ciò che il candidato deve conoscere e saper fare, mentre il *QTB* (che è documento riservato agli esaminatori) fornisce i test che vengono erogati agli esami per la patente.

Per gestire il programma ECDL è stata definita una struttura a due livelli operativi:

- a livello internazionale è stata costituita una Fondazione (*ECDL Foundation*), con sede a Dublino, che ha il compito di coordinare il programma nei vari Paesi e svilupparne i contenuti coerentemente con l'evoluzione della tecnologia e le esigenze del mondo del lavoro;
- a livello nazionale la gestione del progetto è demandata alle locali associazioni di informatica, federate col CEPIS. In Italia, tale associazione è l'AICA.

La certificazione ECDL è stata introdotta, nel 1996, ed è ormai diffusa in un ampio numero di Paesi. È infatti presente in tutte le nazioni europee, incluse quelle dell'Est, e si sta affermando anche nel resto del mondo. È, per esempio, operativa in Paesi come Australia, Canada, Sud Africa, Hong Kong, Emirati Arabi. Nei Paesi extraeuropei, la certificazione prende il nome di ICDL (I*nternational Computer Driving Licence*), rimanendo però, sotto ogni aspetto, identica all'ECDL. Anche per questi Paesi, il coordinamento del programma e la sua evoluzione fanno capo alla Fondazione di Dublino.

L'**ECDL** è stata introdotta **in Italia** in maniera operativa all'inizio del 1998 e, dopo un avvio graduale, si è diffusa rapidamente. Attualmente, sono accreditate oltre 2.200 sedi d'esame (*Test Center*) distribuite su tutto il territorio nazionale e più di 350.000 persone hanno conseguito o stanno conseguendo la certificazione. È interessante notare come una parte significativa dei partecipanti al Programma sia in età post-scolare.
Gli esami sono erogati via rete con un sistema automatico sviluppato dall'AICA in Italia a partire da un "motore



di valutazione" (*test engine*) derivato da un progetto comunitario. Con questo sistema si sono effettuati nei Test Center italiani ormai oltre un milione di esami relativi ai vari moduli ECDL.
Al successo dell'ECDL ha indubbiamente contribuito l'apprezzamento e l'appoggio riscosso presso le istituzioni governative. Va ricordato, in proposito, il protocollo d'intesa col Ministero della Pubblica Istruzione (dicembre 1999) per l'introduzione dell'ECDL negli istituti secondari superiori e la convenzione (aprile 2002) con le Università Italiane (CRUI) per l'alfabetizzazione informatica delle matricole di tutte le facoltà. Iniziative analoghe sono in atto nell'ambito della Pubblica Amministrazione; un esplicito riferimento alla certificazione ECDL è presente nel "*Piano d'azione per l'e-government*" approvato dal Consiglio dei Ministri nel giugno 2000 e ribadito nel recente documento programmatico del Ministero della Innovazione e delle Tecnologie (giugno 2002).

Per una sintesi sull'**ECDL in Italia** si veda il riquadro. Ulteriori informazioni (tra cui il Syllabus e l'elenco dei Test Center sinora accreditati in Italia) sono disponibili sul sito web dell'AICA (www.aicanet.it).

5. ECDL: LE CERTIFICAZIONI AVANZATE

Recentemente, è stato introdotto un significativo ampliamento delle certificazioni ECDL. Si tratta dell'ECDL avanzato, rivolto all'utente evoluto di computer e costituito da due livelli: *applicativo e specialistico* (Figura 2).
Il primo livello riguarda le classiche applicazioni d'ufficio, per cui sono previsti quattro moduli relativi rispettivamente a:

- elaborazione testi
- foglio elettronico
- database
- presentazioni.

Ciascuno di tali moduli richiede la capacità di usare funzionalità complesse disponibili nei prodotti software, ma non richieste nell'uso corrente.
Il livello specialistico riguarda, invece, attività specifiche, per cui comprende moduli quali *Computer Aided Design* (CAD), Web *Design* ecc., ma, oltre a ciò, introduce la figura del cosiddetto **"superutente"**. Quest'ultimo, come dice il termine, è ancora un utente, ma con un livello di competenza che gli consente di svolgere un ruolo di supervisione del sistema ICT locale e di assistenza ai colleghi.

I compiti del **"superutente"** si possono ricondurre alle seguenti tipologie:

- utilizzare i software standard d'ufficio sfruttandone le funzionalità più complesse;
- amministrare sistemi di modesta complessità, tipicamente personal computer collegati in rete locale in configurazione *client-server;*
- effettuare interventi di ricerca guasti e manutenzione di primo livello;
- fare da interfaccia con i professionisti e i fornitori ICT per problemi di manutenzione di livello superiore e per la scelta di prodotti hardware e software più adatti alle esigenze dell'ufficio.

Questo ruolo corrisponde ad una ben identificata esigenza del mondo del lavoro e, in particolare, delle organizzazioni di piccole-medie dimensioni, o degli uffici decentrati delle grandi organizzazioni pubbliche o private, dove non si giustifica l'esistenza di uno staff specialistico.
Anche per questo ruolo vale la caratteristica generale che distingue l'utente dallo specialista, e cioè il fatto che egli non entra nel merito dei programmi e degli strumenti; però, li sa utilizzare in modo più consapevole di quanto non faccia l'utente generico. La certificazione del "superutente" (denominato anche *IT Administrator*) comporta il superamento di cinque moduli (ognuno con esame a sé):

- *hardware*
- *operating system*
- *network services*
- *network expert use*
- *security.*

A conclusione della panoramica sul programma ECDL, è opportuno dare un'idea dell'impegno di formazione relativo ai vari livelli di certificazione. Per l'ECDL di base l'ordine di grandezza è di 20 h per ciascuno dei sette moduli, per l'ECDL avanzato di primo livello si tratta di 30-40 h per modulo, mentre per l'ECDL avanzato di secondo livello si va sulle 100 h per modulo.

6. LA CERTIFICAZIONE DEI PROFESSIONISTI ICT

La crescente dipendenza delle attività economiche e sociali dalle tecnologie dell'informazione, rende critico il problema di formare e reperire profili di competenza specifici e aggiornati nel settore.
In altre parole, diventa di fondamentale importanza garantire al mondo dell'utenza che i sistemi ICT vengano progettati, realizzati e gestiti tenendo conto di alcuni requisiti di fondo, tra cui almeno due assolutamente prioritari:

- la *robustezza*, ossia che tali sistemi siano "ingegnerizzati" in modo da essere a prova di uso improprio e da garantire comunque un livello di servizio prevedibile, affidabile e ragionevolmente efficiente anche in presenza di situazioni di carico eccezionali;
- la *sicurezza*, ossia che gli stessi sistemi siano progettati in modo da mantenere integre e recuperabili le informazioni, anche nei casi di malfunzionamento, assicurando la protezione dei dati "sensibili".

Per poter assicurare un tale livello di prestazioni, è necessario che la figura del professionista ICT cui viene affidata la concezione, la realizzazione e l'esercizio del sistema, possieda, oltre ad una solida competenza specifica, anche una vasta esperienza, mantenuta continuamente aggiornata con i progressi della tecnologia.
La Commissione Europea si è più volte occupata dell'argomento, sottolineando come, la carenza di competenze nel settore, costituisca un elemento di grande preoccupazione in quanto rappresenta un obiettivo freno allo sviluppo.
Tutto questo per dire che, nel prossimo futuro, sarà ancora più difficile di oggi garantire che il **professionista ICT** sia veramente all'altezza del compito

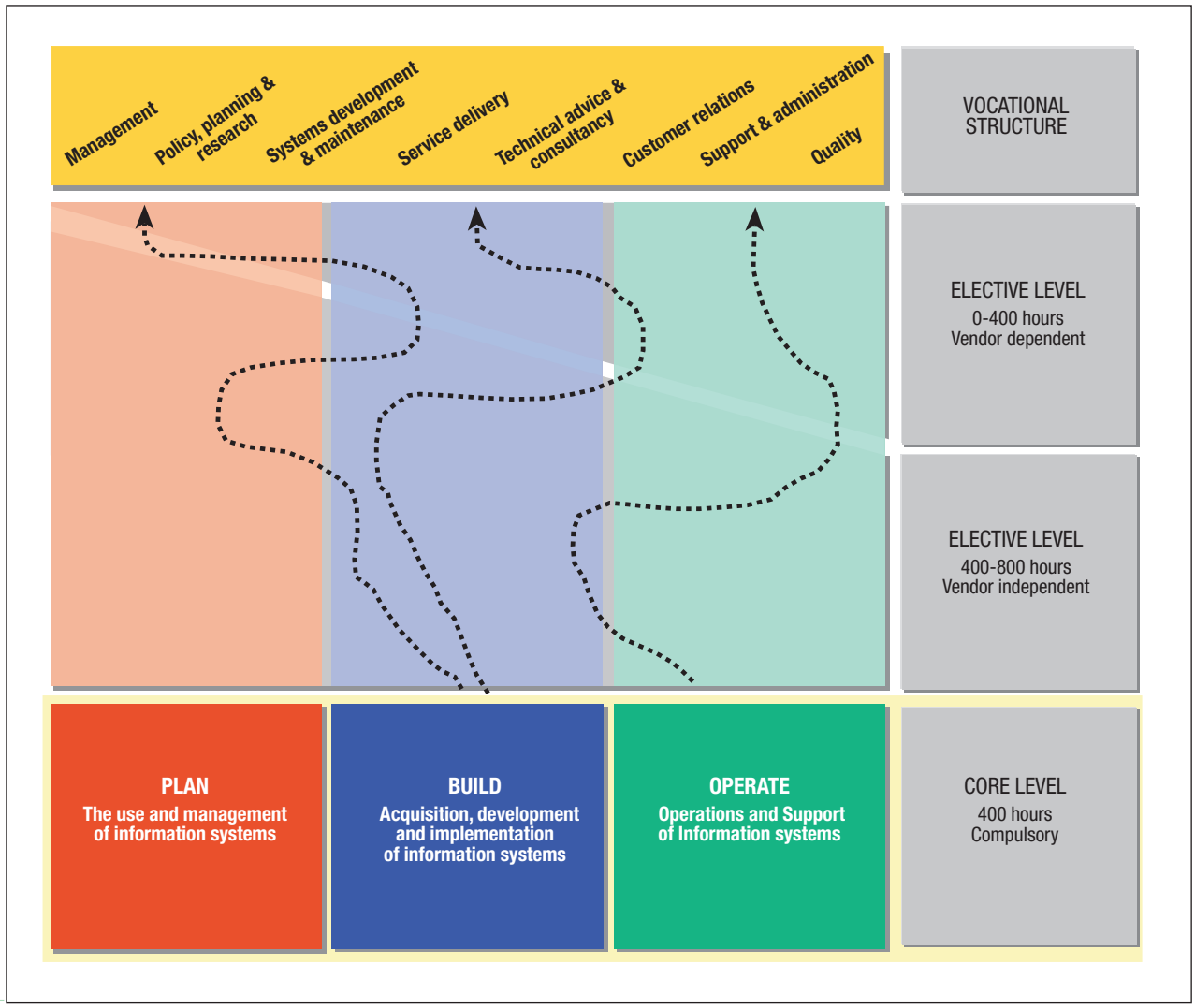
Si valuta che fra 10 anni l'80% delle tecnologie **ICT** oggi operative sia diventato obsoleto e debba essere rimpiazzato. Per quell'epoca l'80% dei **professionisti** del settore lavoreranno sulla base di una formazione scolastica risalente a più di 10 anni addietro. In sostanza, la forza lavoro invecchia mentre la tecnologia ringiovanisce e questo mai è stato tanto vero come nel caso delle ICT.

affidatogli. È tenendo conto di questo problema, che il CEPIS ha deciso di avviare, nel 1999, un programma di certificazione europea di quelle conoscenze ICT che sono ritenute indispensabili per esercitare la professione. Il programma, detto EUCIP (*European Certification for Informatics Professionals*), è costituito da un *Syllabus* e da un *QTB*, secondo il modello ormai consolidato dei sistemi di certificazione.

La struttura del sistema EUCIP è illustrata nella figura 3; come si vede, sono individuati (in verticale) tre percorsi professionali, definiti come *plan*, *build* e *operate*. Il primo riguarda compiti quali la definizione degli obiettivi e la pianificazione di un sistema informativo; il secondo concerne l'attività ingegneristica di progettazione e sviluppo; il terzo, infine, è relativo alla gestione operativa del sistema, con particolare riferimento al supporto agli utenti.

Per ciascun percorso professionale, sono previste tre successive fasi di formazione e certificazione. Si parte da un livello core obbligatorio e comune a tutti e tre i percorsi, per un totale di 400 h di studio/esercitazioni. Successivamente, a seconda del percorso, il candidato può comporre il suo programma scegliendo tra una molteplicità di moduli quelli che meglio si adattano al suo obiettivo professionale. Si tratta dei livelli *elective*, che comportano un totale di 800 h, di cui la metà può essere costituita da corsi erogati dai fornitori ICT. È intuitivo il fatto che il peso di questi ultimi aumenti man mano che ci si sposta dalle attività manageriali verso quelle di tipo operativo, come sta ad indicare la linea trasversale tracciata in figura.

FIGURA 3
Struttura del sistema di certificazioni EUCIP



Nella parte superiore della stessa figura, sono indicate, a titolo esemplificativo, alcune delle tipiche figure professionali cui sono finalizzati i vari percorsi formativi e di certificazione.

7. CONCLUSIONI

La certificazione delle competenze in un settore strategico come l'ICT non è una opzione ma una necessità. Ciò è ormai ampiamente riconosciuto e ha dato origine ai programmi a livello europeo delineati nell'articolo.
Il ruolo delle certificazioni riguarda egualmente il mondo delle imprese e quello della Pubblica Amministrazione. Dalla modernizzazione di quest'ultima dipende, infatti, la modernizzazione di un Paese e ciò significa oggi un adeguamento delle infrastrutture informatiche e del livello di competenza del personale.
Va sottolineato che, lungi dall'essere un aspetto formale, la certificazione - ossia l'accertamento oggettivo delle competenze - ha concreti riscontri pratici. Ciò vale non solo per i professionisti, da cui dipende la corretta impostazione e gestione dei sistemi informativi, ma si applica anche al vasto ed eterogeneo mondo degli utenti, la cui scarsa competenza nell'uso degli strumenti informatici ha un costo affatto trascurabile.

Proprio per misurare quantitativamente questa correlazione, l'AICA e la Scuola di Direzione Aziendale (SDA) dell'Università Bocconi hanno in corso una ricerca, finalizzata, per il momento, al mondo delle imprese, i cui risultati verranno presentati il prossimo dicembre in una conferenza, sponsorizzata dal Ministero dell'Innovazione e delle Tecnologie, dal titolo "*Il costo dell'incompetenza informatica*".

Bibliografia

[1] Camussone PF, Biffi A: *I nuovi lavoratori*. SDA-Bocconi, ed. edipi, Milano, 1998.

[2] Filippazzi F, Occhini G: *La patente europea per l'uso del computer*. Annali della Pubblica Istruzione, n. 1-2, 2000, ed. Le Monnier.

[3] *ICT: le figure professionali*. Rapporti Federcomin 2000 e 2001.

[4] *Information Technology Pratictioner Skills in Europe*. CEPIS, Frankfurt, May 2002.

[5] *Linee guida del Governo per lo sviluppo della Società dell'Informazione*. Ministero per l'Innovazione e le Tecnologie, giugno 2002.

[6] Provedel R: Carenza di competenze: "skills shortage" nel settore ICT. *Mondo Digitale*, n. 1, marzo 2002, p. 37-46.

[7] *Società post-industriale: il problema dell'alfabetizzazione di massa*. Atti del convegno AICA-SMAU, Milano, ottobre 1998.

Franco Filippazzi ha fatto parte del ristretto gruppo di ricercatori che progettò il primo elaboratore italiano ("Elea"). Ha dato contributi originali alle tecnologie informatiche, documentati in pubblicazioni e brevetti. Responsabile di ricerca in ambito industriale con incarichi di docenza universitaria. È stato presidente dell'ANIPLA. Attualmente è il coordinatore nazionale del programma di certificazione europea ECDL, da lui introdotto in Italia nel 1997 su incarico dell'AICA. È autore o coautore di diversi volumi su vari aspetti dell'informatica.
e-mail: filippazzi@aicanet.it

Giulio Occhini ha sviluppato la sua carriera professionale nel settore delle Tecnologie dell'Informazione in cui è entrato come progettista di software, per assumere successivamente vari ruoli manageriali nelle aziende del settore. Ha collaborato con le università milanesi (Bocconi e Politecnico) per attività di docenza e di sviluppo di progetti di ricerca applicata.
È autore e coautore di numerosi testi e di articoli sulla utilizzazione delle tecnologie ICT nel mondo economico. Dopo essere stato presidente del CEPIS, è, attualmente, presidente dell'AICA.
e-mail: g.occhini@aicanet.it

IL FUTURO DELLA FIRMA DIGITALE

Giovanni Manca

Negli ultimi anni, la firma digitale è stata oggetto di interesse sia giuridico che tecnologico soprattutto perché è possibile, tramite essa, garantire l'autore di un documento informatico e verificare che tale documento non abbia subito modifiche dopo la sottoscrizione. Nel presente articolo, viene descritta l'evoluzione a cui i meccanismi della sottoscrizione digitale saranno soggetti per poter rispondere nell'immediato futuro, alle esigenze di efficienza e sicurezza che lo scambio in rete di documenti informatici rende indispensabile.

1. PREMESSA

A partire dal 1997, in Italia, una serie di provvedimenti legislativi hanno conferito valore giuridico al documento informatico e alla firma digitale. La pubblicazione della Direttiva Europea 1999/93/CE[1], nel gennaio del 2000, ha dato ulteriori impulsi al processo legislativo, imponendo un quadro comune agli stati dell'Unione Europea. Il processo legislativo ha anche fornito delle indicazioni sulle tecnologie da impiegare per ottenere delle firme digitali che possano ritenersi equivalenti a quelle autografe. Le tecnologie coinvolte in questo processo, ancora oggi, si stanno evolvendo per seguire esigenze sempre più complesse nella sottoscrizione digitale, nello scambio in rete e nella successiva conservazione dei documenti informatici. In questo articolo viene descritto quanto sta accadendo a livello di standardizzazione e di disponibilità di prodotti di mercato, sia a livello nazionale che europeo. Allo stato attuale, è possibile sottoscrivere digitalmente un documento informatico e, purché ci si attenga alle norme vigenti, ottenere per esso piena validità legale. Per poter rispondere alle nuove esigenze, non indipendenti, di armonizzazione con le leggi europee e di rispondenza all'evoluzione degli standard, è stato necessario realizzare nuove funzioni. Si analizza, inoltre, sinteticamente come è possibile sottoscrivere, digitalmente, un documento informatico (Paragrafo 2); come si sono evoluti i sistemi per la collocazione certa nel tempo (marcature temporali) di un documento informatico sottoscritto digitalmente (Paragrafo 3) e in che modo sono stati definiti specifici meccanismi per collegare un documento informatico al suo riferimento temporale e per garantirne la verifica anche dopo molti anni (Paragrafo 4). Si descrivono, successivamente, le liste di revoca e sospensione (Paragrafo 5) indispensabili per la verifica; il modo mediante cui i certificati

[1] Directive 1999/93/EC of the European Parliament and of the Council on a common framework for electronic signatures.

digitali, già ampiamente utilizzati, sono stati ridefiniti come qualificati dalla già citata Direttiva e come, di conseguenza, si è rivelato necessario definire il formato delle nuove informazioni che devono contenere: di esse, occorre sottolineare, soprattutto, il ruolo del sottoscrittore, molto importante se la firma deve essere contestuale all'attività e quindi all'attribuzione degli incarichi del firmatario (Paragrafo 6). Si prende in esame anche la necessità che tutti questi nuovi formati e strutture dei dati possano ricorrere all'utilizzo evoluto di buste crittografiche (Paragrafo 7) e di nuove tecnologie come il linguaggio XML (*eXtensible Markup Language*) (Paragrafo 8). Infine, per gli scambi dei documenti in rete verrà analizzato il problema dell'interoperabilità cioè del riconoscimento del sottoscrittore, della validità della sottoscrizione e della presenza dei requisiti legali che rendono la sottoscrizione pienamente equivalente a quella autografa. Nell'ultima parte (Paragrafo 9), è possibile osservare che tutte le novità descritte si applicano al modello operativo già adottato.

2. LE BASI TECNICHE DELLA FIRMA DIGITALE

Prima di affrontare i vari temi illustrati nella premessa, è opportuno richiamare i concetti tecnici che sono alla base della firma digitale. Per prima cosa, si deve chiarire che l'espressione *firma digitale* si riferisce a meccanismi di sicurezza che permettono di garantire una serie di servizi come l'autenticazione del mittente, l'integrità dei dati inviati e le possibili contestazioni sul fatto di non aver eseguito la sottoscrizione su di essi.

Pur essendo stata introdotta con standard che non facevano riferimento ad una particolare tecnologia, sino ad oggi, la firma digitale è stata realizzata con meccanismi di crittografia asimmetrica accompagnati da particolari **funzioni** denominate ***hash***.

Le **funzioni hash** sono funzioni matematiche che generano, a partire da una generica sequenza di simboli binari, una ulteriore sequenza di lunghezza predefinita e determinata dalla funzione prescelta. Tale sequenza viene comunemente definita *impronta*. Quest'ultima, viene calcolata in modo tale che risulti, di fatto, impossibile determinare una sequenza di simboli binari che la generi e, inoltre, risulti impossibile determinare una coppia di sequenze di simboli binari per le quali la funzione generi impronte uguali.

La citata Direttiva europea 1999/93/CE, relativa ad un quadro comunitario per le firme elettroniche, ha introdotto concetti differenti. Quello che maggiormente interessa, in questo contesto, è appunto quello di firma elettronica, definita dalla Direttiva come "dati in forma elettronica, allegati oppure connessi tramite associazione logica ad altri dati elettronici ed utilizzati come metodo di autenticazione". Inoltre, poiché il firmatario è definito come *persona*, le relazioni con le sottoscrizioni autografe sono evidenti. Naturalmente, la firma elettronica non può essere essa stessa equivalente ad una autografa, ma è indispensabile che siano soddisfatte una serie di ulteriori condizioni. L'insieme di tali condizioni (vedi la Direttiva per le definizioni di *firma elettronica avanzata, certificato qualificato* e *dispositivo per la creazione di una firma sicura*) portano a considerare nuovamente la firma digitale definita nella legislazione italiana (D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000), come unico strumento per ottenere l'equivalenza legale con la firma autografa.

Descritte le principali premesse giuridiche, si analizza, sinteticamente, in che modo è possibile effettuare una firma digitale.

Tutto si basa su una cosiddetta infrastruttura a chiave pubblica. Ogni utente dispone di due chiavi crittografiche, ovvero due particolari codici numerici. Uno di essi viene reso pubblico, mentre il secondo deve rimanere assolutamente segreto (chiave privata). Queste coppie di chiavi devono la loro efficacia alle caratteristiche delle funzioni matematiche alle quali sono associate. In particolare, i dati crittografati con l'una possono essere decifrati solo con l'altra e viceversa.

La sottoscrizione digitale prevede che il documento da sottoscrivere sia sottoposto a una elaborazione capace di estrarre, da esso, un riassunto univoco che è associabile ad una impronta del documento stesso. Le funzioni matematiche, denominate funzioni di hash, coinvolte in tale elaborazione sono tali da garantire che a documenti di-

Una coppia di **chiavi asimmetriche** è costituita da due numeri che, rappresentati in binario, hanno generalmente, nell'utilizzo industriale corrente, la lunghezza di 1024 bit. La caratteristica peculiare di queste chiavi è che i dati cifrati con la chiave pubblica possono essere decifrati solo con l'uso della corrispondente chiave privata e viceversa. Ciò rende possibile la diffusione della chiave pubblica all'esterno (da cui il nome), mentre la chiave privata è nota a una sola persona e nelle applicazioni con elevati requisiti di sicurezza (come la firma digitale) viene protetta all'interno di dispositivi che ne impediscono l'estrazione come le *smart card*. La chiave privata ovviamente non è deducibile dalla conoscenza della chiave pubblica. Il più famoso algoritmo asimmetrico è l'RSA (Rivest-Shamir-Adleman dal nome dei suoi autori).

versi, anche per un solo *bit*, corrispondano, con elevata probabilità, impronte digitali diverse. Esiste, tuttavia, la possibilità, che, a documenti differenti, corrispondano impronte uguali. Mediante la chiave privata del mittente si cifra l'impronta del documento da inviare al destinatario. Ogni volta che si vuole verificare la firma, ovvero controllare l'autenticità di un documento in relazione alla firma apposta in modo digitale, è sufficiente calcolare l'impronta del documento mediante la stessa funzione di hash utilizzata dal mittente; poi, grazie alle proprietà della **coppia di chiavi** asimmetriche, utilizzando la chiave pubblica del mittente è possibile effettuare la decodifica della firma, ottenendo l'impronta calcolata in precedenza. In caso di coincidenza dell'impronta originale con quella calcolata su quanto ricevuto, si verifica che la firma è attribuibile al possessore della chiave privata associata alla chiave pubblica utilizzata per decodificare la firma (Figura 1). Per garantire che la verifica della firma digitale sia affidabile, l'operazione di verifica è ovviamente di elevata criticità: essa avviene utilizzando la chiave pubblica del firmatario. Chi riceve il documento deve essere certo che la firma corrisponda alla chiave privata e che l'autenticità dei dati personali associati alla chiave pubblica sia assicurata da una terza parte fidata, ovvero il certificatore[2].
La principale attività del certificatore è quella di verificare e registrare l'identità dell'utente, associandola poi al cosiddetto certificato di chiave pubblica. Tale particolare documento informatico, firmato dal certificatore al fine di garantirne l'integrità del contenuto e l'autenticità dell'origine, contiene i dati identificativi

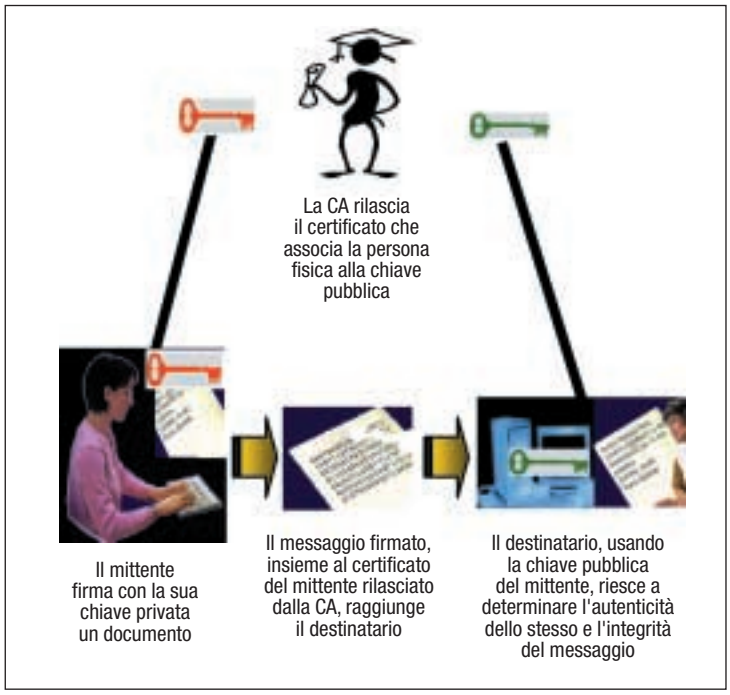


FIGURA 1
Il processo di firma

e la chiave pubblica del titolare. I destinatari verificheranno i documenti ricevuti e sottoscritti digitalmente, semplicemente utilizzando il certificato allegato al documento: essi possono, per maggior sicurezza, consultare le liste di sospensione e revoca per assicurarsi che il certificato non sia stato revocato. Il tema della consultazione delle liste di revoca sarà affrontato in seguito.
Oltre alla certificazione, un altro procedimento importante è il riferimento temporale, argomento che sarà trattato nel prossimo paragrafo in cui si vedrà come sia necessario disporre di questa informazione per ottenere un processo di verifica veramente completo.

3. IL RIFERIMENTO TEMPORALE

Come già precedentemente accennato, la firma digitale si basa su particolari funzioni matematiche e su meccanismi crittografi-

2 Attualmente, in Italia, ci sono 14 certificatori e il loro elenco (completo dei link ai loro siti Internet) è consultabile sul sito www.aipa.it.

ci, i quali, però, possono essere forzati con i cosiddetti "attacchi di forza bruta". Tali attacchi utilizzano insiemi di chiavi e tentano di forzare la crittografia semplicemente provandole tutte. È in quest'ottica che i certificati di chiave pubblica hanno tra le loro caratteristiche un periodo di validità. Allo stato attuale, il periodo di validità di un certificato è determinato anche da esigenze commerciali. I certificatori, infatti, anche se non esiste alcun rischio apprezzabile, raramente emettono certificati con validità superiore all'anno. In questo modo, possono beneficiare degli introiti dei rinnovi dei certificati di chiave pubblica talvolta applicando tali rinnovi alla stessa chiave pubblica "in scadenza". Quanto descritto, evidenzia che esiste un legame tra le firme digitali e il tempo.

4. LA VERIFICA DELLA FIRMA E IL TEMPO

Se si suppone, per esempio, di ricevere un documento informatico sottoscritto digitalmente e di doverlo conservare per un periodo di tempo superiore a quello della validità del certificato di chiave pubblica del firmatario del documento, appare evidente che, una volta superato tale periodo di validità, non risulta scontato dimostrare che la sottoscrizione digitale di un documento con la coppia di chiavi, la cui parte pubblica è contenuta nel certificato scaduto, è avvenuta prima di tale scadenza. Al fine di poter dimostrare che tale operazione è stata realizzata nell'intervallo tra l'emissione del certificato e la sua scadenza, è necessario associare al documento una marca temporale. Il processo di generazione di una marca temporale è mostrato in figura 2.
Tale processo inizia con il calcolo dell'impronta del documento tramite una funzione di hash. Tale impronta viene inviata all'interno di una richiesta di marca temporale alla *Time Stamp Authority* (TSA). Questa struttura elabora la richiesta di marcatura e associa, mediante una busta crittografica, data e ora esatte all'impronta del documento. Il tutto, poi, è "sigillato" mediante la firma della TSA . L'operazione di firma garantisce che il legame tra il documento (in forma

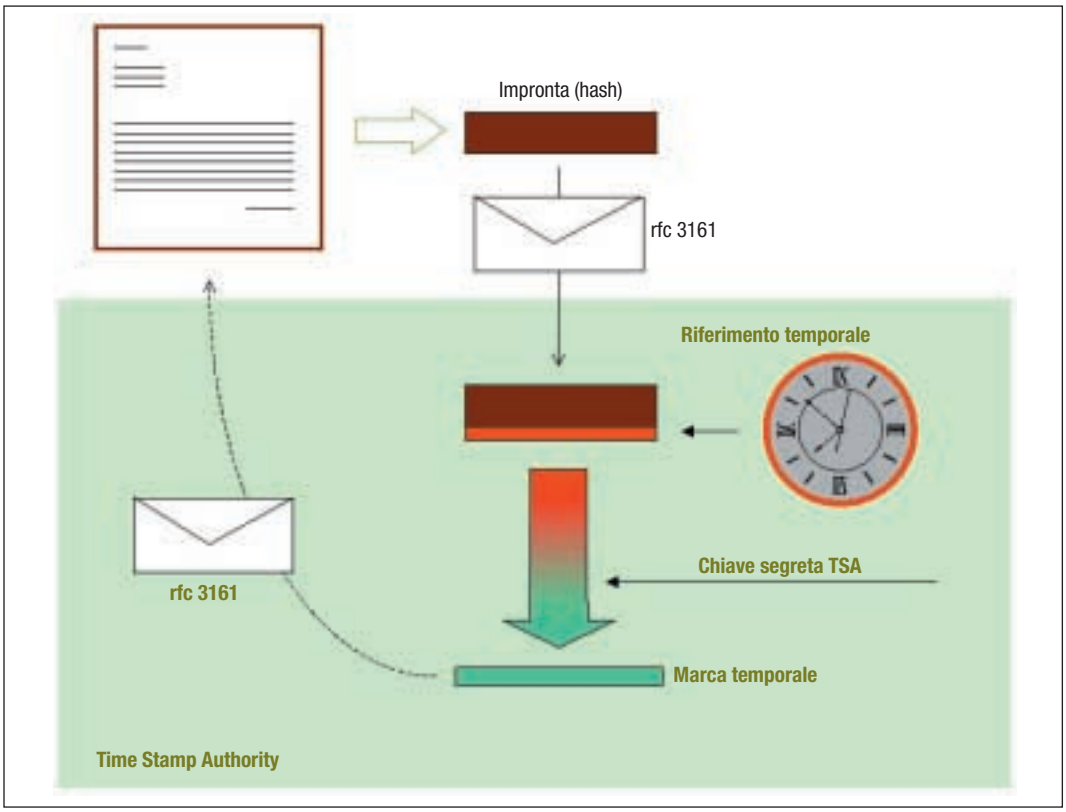


FIGURA 2
Generazione di una marca temporale

La **marcatura temporale** è l'attribuzione a un documento della certezza circa il momento in cui questo è stato redatto e, ma non necessariamente, firmato digitalmente. Consiste nella generazione promossa da una terza parte fidata, in generale, il certificatore, di un ulteriore sottoscrizione digitale che si va ad aggiungere a quella eventualmente apposta al documento informatico. L'operazione di marcatura aggiunge, alla solita impronta del documento, data e ora, ottenuti da una fonte certa. Questo insieme di dati, unito ad altre informazioni di servizio, viene firmato con una chiave privata del certificatore, dedicata a questo scopo, divenendo "marca temporale". La marca temporale viene poi inviata al richiedente che la associa al relativo documento.

di impronta) e il tempo non può essere più alterato. Lo standard che determina i formati delle strutture e dei dati nel processo di **marcatura temporale** è l'RFC (*Request For Comment*) 3161 [4], pubblicato nell'agosto del 2001, che garantisce un unico formato di marca temporale e quindi costituisce la base indispensabile per la totale interoperabilità tra le marche temporali. L'assenza di uno standard di riferimento, infatti, aveva reso sino ad ora praticamente inutilizzabile la marcatura temporale; ciò a causa dell'impossibilità di garantire l'interoperabilità tra realizzazioni differenti.
Avere a disposizione questo standard non è sufficiente, però, per risolvere il problema del collocamento certo nel tempo del documento informatico. Rimane infatti da risolvere il legame tra il documento e il riferimento temporale. Un modo per risolvere tale problema è stato proposto dall'ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*) all'interno dello standard TS 101 733 [4], per il quale vale la pena effettuare un minimo di approfondimento, essendo molto importante per il trattamento di un documento informatico per un lungo periodo di tempo. Nello standard viene introdotto il legame tra documento informatico (anche non sottoscritto) e il riferimento temporale: quest'ultimo può essere una marca temporale come definita nell'RFC 3161, integrato con lo standard europeo ETSI TS 101 861 [6]. Questo legame non è logicamente difforme da quanto descritto in precedenza, ma introduce la ripetizione periodica della marcatura temporale su un documento. Quest'ultimo infatti dovendo essere conservato per parecchi anni, non può garantire, in fase di verifica, tutti gli elementi di fiducia necessari per il fatto che il certificato è scaduto; ciò avviene perché la chiave del certificatore è risultata compromessa, ovvero perché gli algoritmi utilizzati per il calcolo dell'impronta potrebbero dar luogo nel tempo e con l'incremento dei documenti elaborati, a possibili collisioni. A tutto ciò va aggiunto il fatto che anche la marca temporale scade e quindi deve essere rinnovata. Il modello citato garantisce in tal senso. Ogni volta che il contesto lo richiede, mediante buste crittografiche standard (Paragrafo 7), si imbustano nuovamente, in una nuova busta marcata temporalmente, le informazioni che stanno per diventare non più collocabili con certezza nel tempo.
Anche la marcatura temporale è critica e deve essere ottenuta mediante una richiesta sulla rete, inviando a colui che emette le marche temporali (oggi, il certificatore), l'impronta del documento coinvolto. Il processo funziona, ma, su grossi volumi di dati, potrebbe risultare non efficiente. Per tali motivi, attualmente, la marcatura temporale è considerata un ostacolo alla piena diffusione della firma digitale: dove è possibile si cerca di utilizzare collocazioni temporali alternative. Validi esempi, in tal senso, sono il protocollo informatico, la conservazione ottica e, ove applicabile, un riferimento temporale della transazione all'interno del sistema informativo.

5. LE LISTE DI REVOCA

La verifica di una firma digitale richiede un controllo sul certificato per verificare se è scaduto o se è stato revocato. La scadenza viene subito messa in evidenza dalle informazioni *not before* e *not after* presenti nel certificato, firmato dal certificatore e quindi non alterabile. Tali informazioni indicano l'intervallo di validità del certificato.
Per le informazioni di revoca si ricorre alle *Certificate Revocation List* (CRL), che sono liste di certificati con relativa data di revoca. Sono in grado di rappresentare altre informazioni come il motivo della revoca, la data e

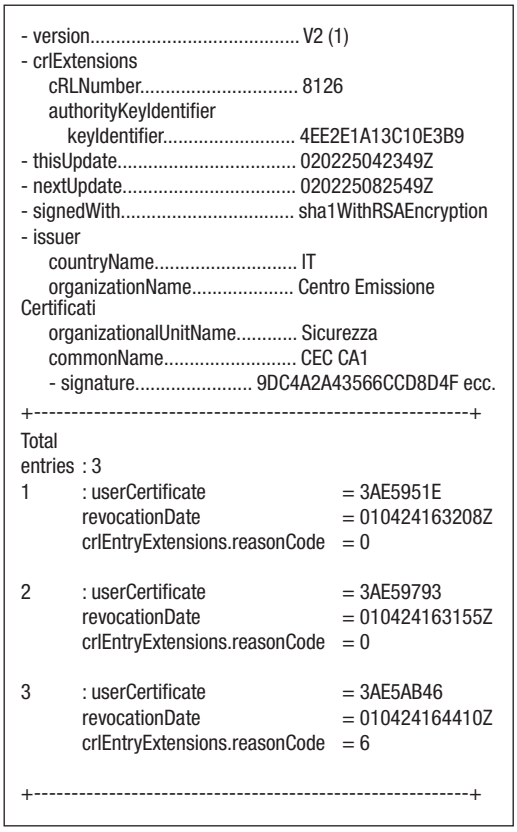


FIGURA 3
Dati principali di una lista di revoca

l'ora di emissione della lista corrente e la data e l'ora di emissione della successiva. Per garantire l'integrità di queste informazioni, la CRL viene firmata dalla CA (*Certificate Authority*) che ha emesso i certificati.
Nella figura 3 sono mostrati i dati essenziali di una CRL.
Si notino i campi *this update* e *next update* che forniscono informazioni sull'intervallo di validità della CRL corrente e le informazioni relative alle tre revoche. Per ciascuna viene indicato il numero seriale del certificato del titolare, la data di revoca e il motivo della revoca. Secondo l'RFC 2459 [8] è possibile specificare alcuni codici di motivazione. Nell'esempio, vengono refenziati il codice 0 che significa *reason: unspecified* e il codice 6 che indica il *Certificate hold*. Ciò significa che un certificato può non essere attivo, cioè sospeso, ma può successivamente essere riattivato.
Qualora il numero dei certificati emessi dal certificatore tenda a diventare molto grande, anche le CRL, di conseguenza, aumentano la loro dimensione. Questo fatto rende più difficile il lavoro di verifica di una firma digitale in quanto, nel corso di tale operazione, il *client* deve disporre e poi elaborare CRL sempre più grandi. L'elaborazione ne risulta appesantita e non è efficace in ambienti che necessitano di alte prestazioni. Per fortuna esistono alternative e una di esse è l'*Online Client Status Protocol* (OCSP). Tale protocollo è descritto nell'RFC 2560 [11] e il suo funzionamento consente ad un client di effettuare una richiesta di verifica della validità di un certificato a un *OCSP server*. Tale server risponde semplicemente con un "valido/non valido": è importante collocare nel tempo questa risposta e quindi, in alcuni contesti, la risposta ottenuta deve poter essere associata a un riferimento temporale.

6. LA FIRMA DIGITALE E IL RUOLO DEL SOTTOSCRITTORE

Come analizzato nel paragrafo dedicato ai certificati qualificati (Paragrafo 2), è senz'altro possibile includere in essi informazioni relative al ruolo del titolare o, come si dice comunemente, ai suoi attributi organizzativi. Tali informazioni, sono indispensabili in tutti quei casi dove la verifica della firma non è sufficiente per poter accettare come "valido a tutti gli effetti" il documento informatico ricevuto.
Due esempi "classici" della vita quotidiana possono essere rappresentati dalla firma di un medico che completa una ricetta o da un avvocato che iscrive una causa in tribunale. Altri esempi sarebbero possibili, ma il problema rimane lo stesso. Chi ha firmato il documento, anche se in maniera corretta, aveva titolo per poterlo fare in quel contesto?
Il ruolo, lo abbiamo già detto, può essere inserito anche in un normale certificato, ma questa operazione porrebbe il certificatore nell'imbarazzo di doversi sostituire agli ordini professionali ovvero all'organizzazione interna delle aziende. Inoltre, il ruolo in molte situazioni può variare molto rapidamente (si pensi, come caso limite, ad una commissione che aggiudica gare d'appalto i cui componenti terminano le attività dopo alcune ore) e ciò rende onerosa la gestione delle revoche e delle successive emissioni dei certificati.
La soluzione che si sta affermando anche in contesti diversi dalla firma digitale è quella delle *Privilege Management Infrastructure* (PMI) che emettono i Certificati degli Attributi

(AC). Un AC è composto da un insieme di informazioni firmate digitalmente da una terza parte fidata. Un AC non contiene alcuna chiave pubblica, mentre contiene una serie di informazioni la cui codifica e semantica possono essere definite solo in modo generale, in quanto fortemente dipendenti dal contesto. La sintassi è definita nello standard X.509 [9] come mostrato di seguito utilizzando la notazione ASN.1 (*Abstract Syntax Notation*):

```
AttributeCertificate ::= SEQUENCE
{
   acinfo                AttributeCertificateInfo
   signatureAlgorithm    AlgorithmIdentifier
   signatureValue        BIT STRING
}
AttributeCertificateInfo ::= SEQUENCE
{
   version               AttCertVersion DEFAULT v1,
   owner                 Owner
   issuer                AttCertIssuer
   signature             AlgorithmIdentifier
   serialNumber          CertificateSerialNumber
   validity              AttCertValidityPeriod
   attributes            SEQUENCE OF Attribute
   issuerUniqueID        UniqueIdentifier OPTIONAL
}
```

Si nota, con facilità, come il campo degli attributi può contenere più informazioni in quanto è definito come "sequenza".
Le principali informazioni contenute in un certificato di attributo sono, generalmente, quelle mostrate nel seguente esempio:

```
AttributeCertificateInfo ::= SEQUENCE
{
   version          v1,
   owner            c=IT, o=Policlinico, cn=Rossi Mario
   issuer           c=IT, o=Policlinico, ou=Direzione
                          Personale,
                    cn= Ufficio Ruoli

   signature        .....
   serialNumber     234
   validity         .....
   attributes       title=Radiologo
   issuerUniqueID   22341
   extensions       .....
}
```

Come si vede Mario Rossi è un radiologo del Policlinico e l'Ufficio Ruoli della Direzione del Personale gli ha attribuito questa funzione.
In un caso più generale, la struttura che attribuisce i ruoli, pur operando in modo analogo al certificatore non deve essere necessariamente una terza parte fidata. Nella realtà, anzi, risulta più efficace che questo ruolo sia svolto da un'organizzazione che conosce profondamente i ruoli e le loro variazioni. Nel mondo cartaceo, l'attribuzione delle funzioni viene spesso richiesta ai notai, quindi, sia questi ultimi, che gli ordini professionali si stanno attrezzando per operare nel mondo digitale.

7. LE BUSTE CRITTOGRAFICHE

Una volta stabilita la necessità di un certificato di attributo, si deve stabilire come e se la busta **crittografica**, che contiene le informazioni firmate, deve evolvere per contenere questa informazione. Il certificato di attributo viene collegato al certificato di chiave pubblica attraverso il numero di serie di quest'ultimo. Deve essere poi possibile utilizzare nei processi operativi il certificato di chiave pubblica congiuntamente con quello di attributo. Anche in questo caso, si deve fare affidamento all'evoluzione degli standard senza poter ancora disporre di prodotti di mercato adeguatamente diffusi.

L'operazione di **crittografia** consente di trasformare un messaggio (testo in chiaro) in un testo in cifra (crittogramma) mediante l'utilizzo di funzioni matematiche specifiche. La conoscenza di un testo cifrato è, dunque, impossibile per soggetti diversi dal mittente e dal destinatario.

Attualmente, la busta crittografica, ovvero quella struttura dati mediante il formato della quale si aggregano il documento originale, la firma digitale del sottoscrittore e il certificato di chiave pubblica del medesimo, è ampiamente disponibile secondo quanto descritto dalla specifica pubblica PKCS#7 (*Public Key Cryptographic System*, numero 7). Tale standard, nella sua versione 1.5 è stato anche pubblicato come RFC 2315 [10]. Dato che è consentito inserire nella busta crittografica più certificati, potrebbe sembrare ovvio includere, in essa, sia certificati di chiave pubblica che certificati di attributo. La realizzazione pratica non risulta efficace in quanto

nella busta non sarebbe facile distinguere i differenti tipi di certificato, in quanto non sono identificati da riferimenti logici specifici. L'evoluzione dello standard RFC 2315 ha portato alla pubblicazione del nuovo standard RFC 2630 [7] intitolato *Cryptographic Message Syntax* (CMS). Utilizzando questo standard, per produrre buste crittografiche relative a dati firmati (*SignedData*), si ha un documento strutturato, secondo la rappresentazione ASN.1, nel seguente modo:

```
SignedData ::= SEQUENCE
{
   version              CMSVersion,
   digestAlgorithms     DigestAlgorithmIdentifiers,
   encapContentInfo     EncapsulatedContentInfo
   certificates         [0] IMPLICIT CertificateSet
                            OPTIONAL,
   crls                 [1] IMPLICIT CertificateRevoca-
                            tionLists
OPTIONAL,
   signerInfos          SignerInfos
}
```

La struttura mostrata, pur molto simile a quella dell'RFC 2315, presenta una fondamentale differenza.
L'RFC 2630 introduce l'innovativa definizione di *CertificateSet* che consente la gestione dei certificati di attributo. Essi sono addirittura esplicitamente referenziati, come appare evidente dalla seguente rappresentazione ASN.1 estratta dallo standard:

```
CertificateSet::== SET OF CertificateChoices

CertificateChoices::= CHOICE
{
   certificate                Certificate,
 -- See X.509
   extendedCertificate        [0] IMPLICIT
                              ExtendedCertificate,
 -- Obsolete
   attrCert                   [1] IMPLICIT
                              AttributeCertificate,
 -- See X.509 and X9.57
}
```

Attualmente tali strutture, oltre a non essere diffuse nei prodotti di mercato, non sono contemplate dalla normativa vigente. In particolare l'RFC 2630 non è previsto dalla circolare pubblicata a cura dell'Autorità per l'informatica nella pubblica amministrazione con il codice di identificativo AIPA/CR/24 (Autorità per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione/Circolare numero 24) relativa all'interoperabilità delle firme digitali rilasciate con modalità tali da poter essere considerate equivalenti a quelle autografe. Il processo di adeguamento di questa norma, sicuramente terrà conto di questa esigenza.

8. LA FIRMA DIGITALE E L'XML

XML si è ormai affermato come valido strumento per lo scambio di dati in modo efficace e flessibile. Attraverso XML è possibile anche costruire delle applicazioni come quella che interessa in questo contesto ovvero *XML-Signature*, nella quale utilizzando XML si specifica un formato per la firma digitale. Con tale specifica, è possibile sottoscrivere digitalmente qualsiasi contenuto, compresi documenti XML stessi. Come descritto nell'RFC 2807 [12], le firme XML sono generate calcolando l'impronta della forma canonica di un *manifest* di firma. La forma canonica è una rappresentazione, normalizzata per effettuare l'operazione su un insieme di oggetti anche non omogenei tra di loro. Il manifest è un insieme di riferimenti agli oggetti che devono essere sottoscritti. Secondo questo schema, la firma può essere applicata contemporaneamente al contenuto di una o più risorse. Su ciascuna risorsa viene calcolata l'impronta. Le impronte e i puntatori alle risorse (in forma di *Uniform Resource Identifier* che come è noto può, per esempio, essere rappresentato da un indirizzo web o un indirizzo di posta elettronica) sono inseriti insieme ad informazioni contestuali nella struttura, già citata, denominata manifest. A questo punto, la sintassi della firma XML associa il contenuto delle risorse presenti nel manifest a una chiave (e a un algoritmo) crittografica utilizzata per la **cifratura** (si veda Box pag. 39) Con il termine *risorse* si indicano gli oggetti ai quali si vuole applicare la firma digitale. Utilizzando la filosofia XML è possibile firmare risorse interne o esterne a un contesto, documenti XML, parti di esso e anche generici oggetti binari (spesso chiamati BLOB, *Binary Large OBject*).

Il processo di codifica viene indicato come **cifratura**. Il procedimento inverso, che permette di ottenere il testo in chiaro, si chiama *decifratura*. Questi processi sono collegati all'uso di una chiave (una sequenza arbitrariamente lunga di caratteri), che fa in modo che la decifratura di un messaggio possa essere eseguita solo conoscendo l'apposita chiave. In generale, la sicurezza non è garantita dalla segretezza delle funzioni matematiche utilizzate, ma dalla difficoltà (in termini computazionali) di effettuare operazioni di attacco all'algoritmo senza conoscere la chiave. Se le chiavi utilizzate per cifrare/decifrare sono uguali tra mittente e destinatario si parla di *algoritmi simmetrici*. Quando le chiavi sono due si parla di *algoritmi asimmetrici*.

La figura 4 sintetizza quanto descritto.
Mediante la gestione delle innumerevoli possibilità offerte da XML è possibile ottenere gli stessi risultati che si ottengono con le buste crittografiche PKCS#7 e CMS. Particolarmente interessante è la possibilità di sottoscrizione di parti di un documento. Come si può facilmente dedurre, la firma digitale in ambiente XML, proprio perché offre numerose possibilità di realizzazione, risulta complessa. Il processo di standardizzazione sta proseguendo in modo rapido, anche se non ha completato tutto il suo percorso. Comunque già si possono prendere a riferimento l'RFC 3275 [3] e l'RFC 3076 [2]. Per superare PKCS#7 (RFC 2315) e CMS (RFC 2630), l'ETSI ha supportato lo sviluppo dello standard XML, *Advanced Electronic Signatures* [5]. In ogni caso, al momento, i prodotti per la sottoscrizione digitale utilizzano PKCS#7 e sembra più probabile un'evoluzione verso le buste crittografiche RFC 2630 prima di una migrazione verso XML. Tale evento è presumibile che avvenga solo se ci saranno significative crescite nel mercato della firma digitale.

9. IL PROBLEMA DELL'INTEROPERABILITÀ

Si è cominciato a discutere del problema dell'interoperabilità nel gennaio 2000, per porre rimedio a una situazione per certi versi sorprendente. Nonostante otto certificatori fossero a norma di legge per quanto

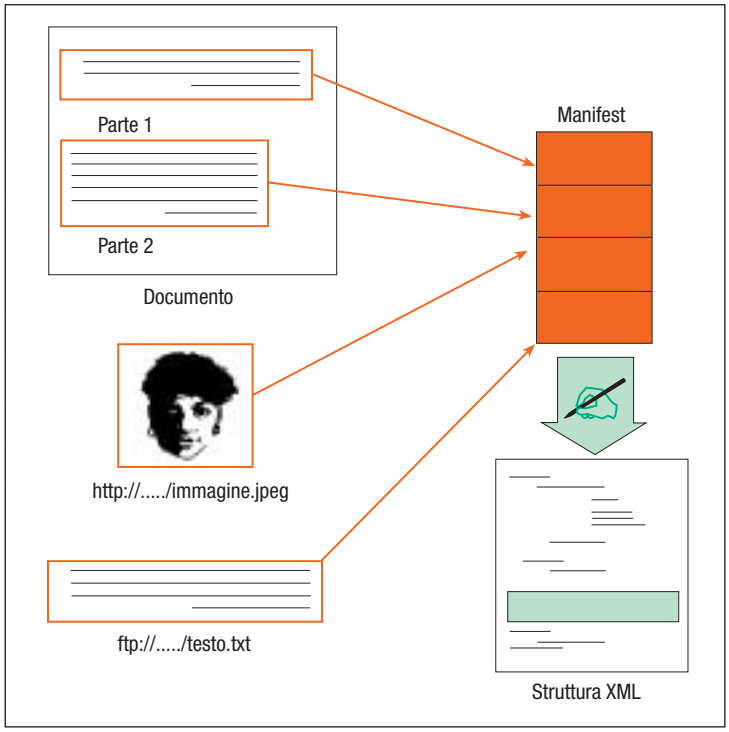


FIGURA 4
Esempio di signature XML

concerne l'emissione di certificati di chiave pubblica, nel momento in cui venivano utilizzati per la produzione di una firma digitale equivalente ad una autografa, i prodotti di verifica delle firme il più delle volte non riuscivano nel loro scopo. In altri casi, alcuni insiemi di dati, pur aderenti agli standard, erano soggetti ad interpretazioni differenti e quindi il risultato che si otteneva non era univoco.
Il processo di evoluzione degli standard, accelerato dalle necessità di aderire alle esigenze della Direttiva Europea, porterà ad adeguare anche questa legislazione minore ma indispensabile per il corretto funzionamento del sistema.
Si veda, dunque, sulla base di quanto descritto precedentemente, in che modo il legislatore può prendere atto dei nuovi standard e modificare in tal senso le vecchie regole di interoperabilità.
I problemi che la circolare 24 dell'AIPA ha risolto hanno riguardato le informazioni all'interno del certificato, comprese le estensioni, la struttura delle liste di revoca e sospensione e la rappresentazione delle informazioni nelle buste crittografiche. Seguendo il principio che l'imposizione di regole non condivise dai certificatori non avrebbe

portato risultati, si è preso atto delle tecnologie disponibili presso di essi. Questo ha definito, anche se la legislazione tecnica vigente in quel periodo (D.P.C.M. 8 febbraio 1999[3]) consentiva altre scelte, come algoritmo di generazione e verifica delle firme l'RSA (*Rivest, Shamir, Adleman*) e come funzione per il calcolo dell'impronta la SHA-1 (Secure Hashing Algorithm 1). Come busta crittografica è stata scelta la PKCS#7 che, nella sua versione 1.5, è regolata dall' RFC 2315. Altre scelte sono state fatte per il collocamento del codice fiscale all'interno del certificato e per rappresentare nomi molto grandi o contenenti caratteri speciali come le dieresi e gli accenti slavi o spagnoli. In particolare, il codice fiscale viene posto nel *Common Name* insieme al nome e al cognome del titolare. Le altre informazioni sono state inserite in un oggetto particolare, fino a quel momento poco utilizzato, anche se standard, denominato description. Di seguito, viene mostrato un esempio di campi *Common Name* e *Description* conformi alle regole di interoperabilità.

CommonName =
Manca/Giovanni/MNCGNN57D15H501G/AA4561

Description = "C= <cognome esteso>"/N="<nome esteso>"/D="<data di nascita>"/R="<ruolo titolare>"

Le parentesi acute sono dei delimitatori grafici. Il ruolo è opzionale e ha rilevanza per l'applicazione e quindi non ha formato predefinito. Il numero AA4561 è un esempio di identificativo unico del titolare presso il certificatore e viene inserito perché previsto dalla legislazione italiana.
Le scelte presentate sono state effettuate perché non esisteva uno standard a supporto (il testo della circolare infatti è stato approvato alla fine di marzo 2000). Nel gennaio 2001, lo standard è arrivato ed è il già citato RFC 3039, con cui è possibile strutturare in modo standard i dati. In questo documento vengono introdotti i *Subject Directory attributes* ed in questi troviamo il *title* che può prendere il posto del ruolo e *dateOfBirth* che conterrà la data di nascita.
Nei campi che, secondo questo standard, compongono *subject* viene definito il *serial number*. Come affermato, nello standard stesso questo attributo deve essere usato per differenziare soggetti che non lo possono essere con gli altri campi disponibili. In particolare, recita sempre lo standard, si può utilizzare un numero o un codice assegnati dal certificatore, dal governo o altra autorità pubblica. Il certificatore, comunque, deve assumersi la responsabilità di assicurare che il serial number sia sufficiente a risolvere qualsiasi collisione sul nome del titolare.
Quanto esposto rende evidente che in questo campo attributo può essere inserito il codice fiscale. Tale codice è, infatti, assegnato da un organismo governativo ed è univoco.
Questo nuovo approccio sarà applicato, ancora una volta con il consenso dei certificatori, non appena sarà chiaro l'approccio della Commissione Europea sugli standard in base a quanto stabilito nella Direttiva 1999/93/CE. Anche con l'RFC 3039 non viene risolto il problema dei nomi con caratteri speciali anche se, per esempio in Germania, viene utilizzato l'approccio dell'allitterazione. L'identificativo unico del titolare presso il certificatore deve trovare una collocazione al di fuori del *Common Name*, ma questo non sarà un problema visto che esistono alcuni campi candidati tra le estensioni X.509 del certificato.

10. CONCLUSIONI

In base a quanto esposto, si può affermare che la firma digitale applicata a un documento informatico garantisce proprietà particolari che le firme tradizionali non hanno. Tali proprietà derivano direttamente dal fatto che la sottoscrizione digitale è il risultato di un calcolo matematico effettuato sul contenuto binario del documento cui la firma si riferisce.

[3] D.P.C.M. 8 febbraio 1999. Regole tecniche per la formazione, la trasmissione, la conservazione, la duplicazione, la riproduzione e la validità, anche temporale, dei documenti informatici ai sensi dell'art. 3, comma 1, del decreto del Presidente della Repubblica 10 novembre 1997, n 513.

Di seguito, vengono elencate alcune di queste proprietà.

- La firma digitale è differente tra un documento e un altro. Essa è strettamente connessa al documento sul quale viene calcolata. Questo significa che non è possibile imitare o falsificare una firma digitale, né duplicarla su un documento differente pur prelevandola da un documento valido.
- La firma digitale non può essere apposta su un documento "in bianco". Essa è relativa sempre a un contenuto: la mancanza del documento non consentirebbe di calcolare l'impronta e quindi la firma.
- La firma digitale consente di rilevare modifiche al testo originale ovvero riesce a mettere in evidenza anche minime differenze tra il testo originale, sul quale è stata calcolata la firma, e quello modificato.
- La validità di una firma digitale può essere verificata in modo certo e ripetibile: derivando da un processo matematico noto non vi sono margini di incertezza nella verifica.

La firma digitale, come si è osservato, è ancora in fase evolutiva. Il legislatore italiano è stato il primo a introdurla e a regolamentarla, conferendole lo stesso valore legale della firma autografa. Con l'accettazione della Direttiva Europea 1999/93/CE, viene ampliato lo spazio di azione dello strumento. Tutte queste modifiche hanno portato a un primo consolidamento organizzativo e tecnologico che consente a 13 aziende italiane (più una struttura della pubblica amministrazione) di operare come certificatori. Per proseguire il cammino il mercato dovrà aggiornare le tecnologie utilizzate soprattutto per essere in linea con le evoluzioni europee e mondiali.

Resta il fatto che la firma digitale è una realtà e numerose strutture pubbliche e private iniziano ad utilizzarla, per ottimizzare i propri processi organizzativi e operativi con l'ambizioso obiettivo di riuscire, il più possibile, a lavorare in un ufficio moderno e *paperless*.

Bibliografia

[1] Adams, Cain, Pinkas, Zuccherato: *Internet X.509 Public Key Infrastructure Time-Stamp Protocol (TSP)*. RFC 3161, August 2001.

[2] Boyer, Canonical XML Version 1.0, RFC 3076, March 2001.

[3] Eastlake, Reagle, Solo: *(Extensible Markup Language) XML-Signature Syntax and Processing*. RFC 3275, March 2002.

[4] ETSI TS 101 733, Electronic Signature Formats.

[5] ETSI TS 101 903, XML Advanced Electronic Signatures (XAdES).

[6] ETSI TS 101 861, Time Stamping Profile.

[7] Housley: *Cryptographic Message Syntax*. RFC 2630, June 1999.

[8] Housley, Ford, Polk, Solo: *Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and CRL Profile*. RFC 2459, January 1999.

[9] ITU-T Recommendation X.509 (1997 E): Information Technology – *Open System Interconnection – The Directory: Authentication Framework*. June 1997.

[10] Kaliski, PKCS#7: *Cryptographic Message Syntax* – Version 1.5, RFC 2315, March 1998.

[11] Myers, Ankney, Malpani, Galperin, Adams: *Internet X.509 Public Key Infrastructure Online Certificate Status Protocol – OCSP*. RFC 2560, June 1999.

[12] Reagle: *XML Signature Requirements*. RFC 2807, July 2000

GIOVANNI MANCA laureato in ingegneria, si è occupato di sistemi distribuiti, sicurezza e servizi telematici in ambito fiscale. Successivamente, nella pubblica amministrazione, ha sviluppato ulteriori esperienze nella sicurezza. Attualmente è dirigente nell'Autorità per l'informatica nella pubblica amministrazione con la responsabilità tecnica della vigilanza sui certificatori di firma digitale.
e-mail: manca11@tiscali.it

XML, SEMANTIC WEB E RAPPRESENTAZIONE DELLA CONOSCENZA

Massimo Parodi
Alfio Ferrara

La ricerca sugli sviluppi di XML mostra come il problema della descrizione dei dati abbia origini antiche, nel solco di tradizioni e teorie che si sono occupate di rappresentare la conoscenza. In particolare si segnalano due modelli: il modello classificatorio e il modello predicativo. Queste due forme che la discussione ha assunto fin dalla sua origine sembrano oggi riproporsi nel dibattito sul Semantic Web, ponendo, in un inedito contesto tecnico, problemi che può essere utile confrontare con i contributi della tradizione filosofica.

1. INTRODUZIONE

La diffusione e il successo di XML (*eXtensible Markup Language*), come formato di trasmissione e archiviazione delle informazioni, ha contribuito a rendere il ricorso agli strumenti informatici sempre più omogeneo anche in contesti molto diversi tra loro, nei quali pratiche e tecniche di rappresentazione della conoscenza hanno talvolta tradizioni e forme specifiche e consolidate. In particolare, il fatto che XML permetta di definire la struttura che descrive un contesto informativo all'interno del contesto stesso, precisando l'articolazione di un documento attraverso l'uso di marcatori in esso inseriti, ha prodotto due fenomeni interessanti.
In primo luogo, XML viene utilizzato spesso nella rappresentazione di documenti testuali, anche di carattere letterario o genericamente umanistico, diffondendosi quindi in un settore nel quale la rappresentazione digitale delle informazioni costituisce in larga misura un elemento di novità.
In secondo luogo, la versatilità di XML, nel generare definizioni di diverse tipologie di documento, produce la convinzione diffusa che tale linguaggio possa costituire una sorta di strumento "neutro" con il quale rappresentare la conoscenza contenuta nelle diverse fonti informative, dagli ordini di spedizione commerciali ai manoscritti latini tardo medievali.
Tuttavia, il ricorso ai formalismi dell'informatica per l'archiviazione, la trasmissione e la rappresentazione dei dati che costituiscono la conoscenza può apparire neutro solo fino a che si consideri l'integrità del singolo dato la sua *identità sostanziale*, anziché la non corruttibilità delle relazioni fra i dati stessi.
Ma proprio perché tali formalismi non sono, di fatto, neutri, impongono un'organizzazione e una strutturazione alle relazioni che intercorrono tra i dati, dal momento poi che gli elementi singoli della conoscenza che si intende rappresentare vengono collocati in una struttura che dipende esclusivamente dall'applicazione e dal linguaggio utilizzato per archiviare le informazioni.
Il significato dei dati raccolti risulta quindi solo apparentemente conservato, dal momento che viene rispettata la sostanza e l'identità

di ogni dato singolarmente inteso. Ma, se si assume che il significato di un insieme di informazioni e conoscenze risieda anche, e forse soprattutto, nelle relazioni che intercorrono fra esse, allora si deve concludere che gli strumenti informativi agiscono sul significato, poiché impongono, in ogni caso, di definire le relazioni in modo congruente a quanto consentito dallo strumento stesso.
Ogni strumento informatico presuppone infatti la definizione di tipologie di relazioni possibili e delle regole che le definiscono; tali regole sono necessariamente sovrapposte ai dati che si desidera trattare attraverso lo strumento. Senza un'adeguata consapevolezza delle regole proprie di ogni strumento di questo genere, e senza l'indispensabile senso critico, si corre il rischio di assumere regole e modelli di descrizione e archiviazione non adeguati ai dati da rappresentare, alterandone i rapporti interni e, di conseguenza, il significato.
La ricerca che in questi ultimi anni si è sviluppata a partire da, e intorno a, XML è particolarmente significativa proprio per comprendere come ogni logica di descrizione dei dati non sia neutra né, tantomeno, istintiva, ma abbia, talvolta, origini antiche, nel solco di precise tradizioni e teorie che si sono occupate appunto di rappresentare la conoscenza e per mettere quindi in evidenza come talune difficoltà connesse all'uso di XML non siano affatto di natura tecnica, ma nascano da tale logica e, in ultima analisi, da quelle teorie e da quelle tradizioni.

2. STRUTTURA E SIGNIFICATO

L'elemento di forza dell'XML e, al tempo stesso, carattere decisivo della sua duttilità, è la possibilità di definire, attraverso il sistema dei marcatori incorporati nel documento, i linguaggi con cui il documento potrà successivamente essere letto e rappresentato, isolando in tal modo l'aspetto strutturale, descritto attraverso un DTD (*Document Type Definition*), da altri due aspetti fondamentali: quello della formattazione, dipendente da strumenti esterni che analizzano in modo critico il documento e, soprattutto quello semantico, cioè il significato dei marcatori.
La *definizione del tipo di documento* descrive accuratamente i marcatori che individuano le porzioni di testo, ma prescinde del tutto da cosa essi possano significare. L'aspetto strutturale dà origine, invece, a una sorta di gerarchia di marcatori *generici*, più ampi, al di sotto dei quali si collocano altri marcatori, per così dire *speciali*, che possono, talora, fungere da generi per ulteriori specificazioni. Chi abbia un minimo di consuetudine con la storia della logica occidentale non può fare a meno di riconoscervi una specie di *albero di* ***Porfirio***. Si tratta di una struttura che venne proposta per intepretare la dottrina aristotelica delle *categorie*, secondo la quale all'interno di ogni tipo di predicato (le categorie appunto di sostanza, relazione, qualità, quantità, luogo, tempo ecc.) si può immaginare un collegamento a cascata di modi di predicazione, adatti a soggetti sempre meno numerosi, a partire dal genere sommo ovvero il nome della categoria (*sostanza*, per esempio), che viene specificato attraverso differenziazioni e specie successive (sostanza vivente o non vivente; sostanza vivente dotata o non dotata di anima vegetativa, sensitiva, razionale ecc), fino a giungere alla più determinata possibile (*uomo*, per esempio) al di sotto della quale non esistono più ulteriori specie, ma solo individui.

Porfirio (233 – 305), filosofo greco, noto soprattutto per aver raccolto gli scritti di Plotino in sei *Enneadi* e per la *Vita di Plotino*. La sua *Isagoge* influenzò il pensiero neoplatonico e la cultura medievale nella quale propose, attraverso i commentari di Mario Vittorino e di Boezio, l'interesse per la logica aristotelica e in particolare per il problema degli *universali*.

E non a caso le principali restrizioni sintattiche imposte dalle descrizioni rappresentate dai DTD consistono quindi nella necessità che l'oggetto descritto sia un *albero* e che non si verifichi, entro tale albero, alcuna sovrapposizione dei marcatori. Il sistema non deve, inoltre, ammettere che entro una porzione di testo marcata in un certo modo si apra un ulteriore marcatore destinato a chiudersi oltre la chiusura del primo. Sarebbe come prendere in considerazione l'eventualità che, entro il *genere animale razionale*, anziché le specie individuate dalla differenza *mortale* e *non*

mortale – per usare uno degli esempi comuni a tutta la tradizione aristotelica – si possano collocare le specie *alto* e *biondo*: gli scandinavi apparterrebbero ad entrambe le specie e non si saprebbe più dove mettere la divinità (razionale e non mortale).
La programmatica indipendenza del punto di vista strutturale ha portato a pensare alla descrizione DTD come del tutto indipendente da ogni implicazione di contenuto, per cui l'organizzazione dell'albero non ha a che vedere di fatto con entità come *animale*, *razionalità*, *scandinavi alti* e *biondi*, ma solo con marcatori come *animale, razionale, scandinavo* i cui rapporti, esclusivamente formali, sono semplicemente quelli descritti nel documento. Avviene dunque che un documento XML ben formato descriva perfettamente l'albero di Porfirio, ma rappresenti anche la struttura informativa della realtà descritta, priva di connotazioni semantiche. In Porfirio, invece, alla cui interpretazione di Aristotele dobbiamo una delle prime manifestazioni della rappresentazione ad albero della conoscenza, la struttura della classificazione esprime le differenze proprie della realtà, il suo aspetto semantico. Questi problemi, che hanno interessato larga parte del dibattito filosofico tardo antico e medievale, sembrano riproporsi oggi in un contesto del tutto diverso con l'idea, sviluppatasi con forza negli ultimi tempi, del ***Semantic Web***: l'ipotesi cioè di arrivare a una sorta di formalizzazione – la più generale possibile – di aspetti semantici, di contenuto, di molteplicità di documenti e soprattutto di tipologie di documento reperibili in rete.
Con una mossa teorica, che ricorda altri passaggi della storia della filosofia occidentale, si sono venuti sviluppando metodi (e linguaggi) che intendono descrivere la semantica dei documenti, introducendo un impianto descrittivo definito su tre livelli [2]: un linguaggio relazionale del tipo "soggetto – predicato – oggetto", per descrivere metadati e modelli dei dati, l'RDF (*Resource Description Framework*); un linguaggio e una sintassi che insieme definiscano e descrivano il vocabolario delle rappresentazioni desiderate, ossia un'estensione dell'RDF pensata per la rappresentazione di strutture più generali, di carattere classificatorio (classi e sottoclassi, per esempio). Queste strutture prendono il nome di schemi e il linguaggio è denominato RDF Schema. Infine, un livello nel quale viene definita formalmente la semantica e gli strumenti di supporto per l'interpretazione automatica. A questo livello, che riguarda la descrizione della realtà di riferimento, si collocano proposte di formalismi quali OIL (*Ontology Interchange Language*) e DAML (*Darpa Agent Mark-Up Language*)+OIL [3].
Ma soprattutto, è a questo punto che compare un termine che in ambito informatico assume un significato quasi tecnico e che suscita invece una grande attenzione da parte di chi si accosta a questi temi da una prospettiva filosofica. La definizione infatti dei possibili oggetti di un mondo in base ai quali articolare la descrizione semantica di una realtà di interesse viene definita ***ontologia***. Non è difficile da parte nostra osservare che un'ontologia, anche nel senso informatico, ha la pretesa di determinare con precisione quali predicati definiscano un soggetto, ne precisino cioè l'essenza, quali predicati siano possibili di un soggetto e, infine, quali oggetti necessariamente esistano nel mondo possibile descritto.

I tre livelli del ***Semantic Web***:

Livello di descrizione della semantica
- OIL
- DAML+OIL

Livello di descrizione dello schema
- RDF Schema

Livello di descrizione del modello dei dati e dei metadati
- RDF

Ontologia è un termine carico di valenze teoretiche nella tradizione del pensiero occidentale e, per avere un punto di riferimento sintetico ma attendibile, è preferibile sfogliare le pagine del *Dizionario di filosofia* di Nicola Abbagnano: "... La seconda concezione fondamentale [di *metafisica*] è quella della metafisica come ontologia o dottrina che studia i caratteri fondamentali dell'essere: quei caratteri che ogni essere ha e non può non avere" [1]. E infatti la costruzione di una ontologia non è altro che la definizione dei caratteri fondamentali di quanto può venire accettato in un determinato mondo possibile, sottoinsieme, nel nostro caso, dei possibili mondi di significato del web semantico. Più sotto, Abbagnano nota che in questo tipo di metafisica sono normalmente implicate: "...a) una determinata teoria dell'essenza, e precisamente quella dell'*essenza necessaria*; b) una determinata teoria dell'essere predicativo e precisamente quella dell'*inerenza*; c) una determinata teoria dell'essere esistenziale e precisamente quella della *necessità*" [1]

Di fronte dunque a una molteplicità di documenti e di tipologie di documento, l'ontologia svolge una funzione unificatrice così come "... ogni scienza è, come tale, studio della sostanza in qualcuna delle sue determinazioni, per esempio, della sostanza in movimento la fisica, della sostanza come quantità la matematica; la metafisica [come ontologia] è la teoria della sostanza in quanto tale" [1]. Ponendosi per una volta, finalmente, nel ruolo di *principio* (Dio, l'Uno, il Demiurgo, o come altro di preferisca chiamarlo), l'uomo definisce quale sia la sostanza in quanto tale nel mondo che vuole unificare e interrogare, costruendo in tal modo quella descrizione semantica, interrogando la quale si potranno al tempo stesso interrogare tutte le fonti da essa descritte.

Ma allora viene da chiedersi se, trattandosi di metafisica, il mondo che si va costruendo assomigli all'albero, di Porfirio e dell'XML, o al reticolo di relazioni fra classi e proprietà descritte in un'ontologia. La risposta sembra ovviamente la seconda, in quanto, come si è più volte ricordato, l'XML pretende di non avere implicazioni semantiche al di fuori dei termini usati per i marcatori. La questione però sta proprio qui e riguarda essenzialmente la possibilità che la struttura ad albero che definisce quella di un documento possa davvero non implicare alcun aspetto semantico.

Gli studi sull'albero di Porfirio hanno mostrato chiaramente che pur pretendendo di essere un *dizionario*, per usare la terminologia con cui Umberto Eco [6] indica un insieme di definizioni che dovrebbero in linea di principio sorreggersi a vicenda senza necessità di alcun ricorso all'esperienza esterna al dizionario, esso si rivela in realtà un'*enciclopedia* e cioè un insieme di definizioni che ricorre all'esperienza per definire un mondo che in qualche modo si assume come esistente all'esterno dell'enciclopedia stessa. Nel caso dell'albero di Porfirio il problema nasce dalla pretesa di arrivare a definire l'essenza delle cose, basando quindi la distinzione che separa le specie all'interno dei generi su caratteri che siano appunto costitutivi dei caratteri essenziali delle specie individuate. Risulta dunque evidente che tutto il peso teorico della struttura poggia proprio sulla scelta delle differenze che devono risultare non puramente accidentali ma per l'appunto essenziali e il fatto che possano esistere, all'interno di un genere, differenze di questo tipo è in realtà solo suggerito dalle differenze che vengono osservate nella realtà empirica, rispetto alle quali le differenze essenziali risultano sintomi, indizi. Ma se le cose stanno così, di fatto si ammette che la costruzione dell'albero poggia su dati empirici e non è la struttura puramente formale di essenze subordinate le une alle altre. Dovrebbe essere, dunque, il modello metafisico della realtà, o almeno della nostra conoscenza, e si rivela invece una imitazione della realtà o del modo in cui la conosciamo[1].

Un secondo problema sta nella pretesa assenza di sovrapposizione fra i marcatori, ovvero nella univocità dei nodi dell'albero: nella struttura dell'albero porfiriano non si può escludere che le medesime differenze compaiano in posizioni diverse, al di sotto di nodi diversi dell'albero. Ci si può chiedere ad esempio se solo le sostanze viventi sensitive vegetative e razionali siano divisibili in mortali e non mortali o se invece non potrebbe risultare più opportuno dividere le sostanze viventi sensitive vegetative mortali in razionali e non razionali, oppure ancora se la stessa coppia di differenze non debba necessariamente comparire in punti diversi della struttura, creando esattamente il fenomeno della sovrapposizione tra definizioni diverse, per cui una parte di una specie cadrebbe all'interno di un'altra, anche se non totalmente.

È naturalmente vero che una struttura descritta dai marcatori XML non ha le stesse pretese della struttura porfiriana, non mira cioè a produrre una definizione, una somma di differenze che coincidano esattamente con l'oggetto che si intende descrivere e tuttavia il richiamo alla centralità delle differenze ci riporta a considerare che l'articolazione

[1] "Il dizionario ... si dissolve necessariamente, per forza interna, in una galassia potenzialmente disordinata e illimitata di elementi di conoscenza del mondo. Quindi diventa un'enciclopedia e lo diventa perché di fatto era un'enciclopedia che s'ignorava ovvero un artificio escogitato per mascherare l'inevitabilità dell'enciclopedia" [6].

dei marcatori non sembra poter essere del tutto priva di portata semantica. Si può pretendere che i loro nomi siano puramente convenzionali e non portino con sé alcun significato, ma è la scelta delle relazioni di subordinazione a reintrodurre il dubbio e, soprattutto, la loro possibile comparsa in porzioni diverse del documento da descrivere[2].
La questione che nasce è una questione di fondo: sembra impossibile isolare completamente l'aspetto strutturale da quello semantico o, forse è meglio dire, l'aspetto strutturale porta inevitabilmente con sé delle componenti semantiche, perché a queste si fa inevitabilmente riferimento per risolvere i dubbi sui tipi di subordinazione, sulle ripetizioni dei marcatori, sul modo in cui evitare le sovrapposizioni. Dunque, quando si pretende che i DTD definiscano esclusivamente tipi di documento, lasciando ancora non risolte la questioni semantiche, affidate solo al livello della ontologia, si pretende qualcosa che non è compatibile con la struttura descritta. Tutti i rapporti tra i vari livelli su cui si articola la gestione dei documenti XML vengono quindi in qualche misura sconvolti da implicazioni che la tradizione occidentale della rappresentazione della conoscenza ci aiuta a individuare e ci ricorda di tenere sempre presenti.

3. DALLA STRUTTURA ALL'ONTOLOGIA

Se dunque da un lato scopriamo che la struttura di un documento XML non può essere del tutto priva di portata semantica e che l'aspetto semantico e quello strutturale non possono essere chiaramente distinti se non sulla base di una convenzione, dall'altro verifichiamo il sorgere dell'esigenza di arricchire la rappresentazione XML con costrutti capaci di descrivere le conoscenze in nostro possesso in termini pienamente semantici.
A questo proposito, può risultare interessante considerare come alcune delle soluzioni proposte per il Semantic Web ripercorrano un dibattito che ha attraversato ampiamente la storia della filosofia occidentale. La diffusione dell'XML ha delineato uno scenario, ancora non attuale ma possibile, nel quale il web diviene un immenso serbatoio di informazioni e documenti che condividono lo stesso modello di rappresentazione. In questo ampio insieme di alberi di Porfirio si presentano da subito due problemi.
Il primo è il fatto che la struttura dell'albero è contemporaneamente portatrice di un valore semantico, per le ragioni appena esposte, ma al tempo stesso non è sufficiente per determinare univocamente i significati associati a ogni documento. Come nel caso di Porfirio, il valore semantico della struttura è determinato dalla capacità classificatoria dell'albero, ma quest'ultimo non è sufficiente ad esprimere senza ambiguità l'insieme di relazioni che ogni nodo può avere con gli altri. In altri termini, non associa al documento alcuna regola di interpretazione.
L'intepretazione semantica rimane così un'attività lasciata al fruitore del documento. L'idea del Semantic Web è invece propriamente quella di aggiungere ad ogni contenuto informativo una descrizione e delle regole di interpretazione univoche, comprensibili e processabili da una macchina. Il problema dell'intepretazione e dell'univocità fu ciò che spinse il pensiero occidentale a discostarsi progressivamente dal modello porfiriano della rappresentazione, esattamente come le stesse motivazioni portano oggi la ricerca sul Semantic Web a definire linguaggi e modelli di rappresentazione basati su logiche diverse da quelle dell'albero XML, che diviene sempre di più un modello esclusivamente sintattico.
Il secondo problema riguarda la necessità di strumenti di integrazione fra le diverse fonti informative. Questo problema esula dalle finalità di questo intervento, ma è utile ricordarlo dal momento che esso mette in luce due aspetti interessanti. Il primo è che le ontologie vengono utilizzate a questo scopo propriamente in virtù dell'istanza di unitarietà che portano con sé. L'accezione informatica e quella filosofica del termine ontologia non sono, sotto questo profilo, molto distanti. Il secondo, consiste nel fatto che nel momento in cui si rende necessaria la rap-

[2] "...ciò che costituisce la vera differenza non è né l'uno accidente né l'altro, è il modo in cui li raggruppiamo riorganizzando l'albero" [6].

presentazione di una realtà di interesse e non di un dato, di un mondo e non di un individuo, in informatica come in filosofia, viene meno il modello gerarchico e classificatorio dell'albero, in favore di un modello relazionale e predicativo. Potremmo dire, forse, che le specificazioni che possiamo dare di una sostanza, nella definizione di un albero e di una classificazione, non sono sufficienti a descrivere un mondo nel quale si diano più alberi e più classificazioni e che la realtà non può essere descritta nei termini del concetto di sostanza, quanto piuttosto in quelli del concetto di relazione.

3.1. Un esempio

A prima vista dunque un insieme di conoscenze sembrerebbe rappresentabile attraverso una gerarchia di concetti e un insieme di proprietà e attributi di tali concetti. Ma ad un esame più attento questo modello, il modello ad albero, si rivela insufficiente allo scopo, non perché sia privo di contenuto semantico, ma piuttosto perché di tale semantica non viene definita alcuna regola di interpretazione, perché il modello appare insufficiente di fronte all'insieme delle possibili relazioni fra i concetti. La struttura di un documento XML, come l'albero di Porfirio, esempi entrambi di alberi, non bastano a risolvere la ricchezza delle possibili relazioni: in entrambi i casi necessitiamo di linguaggi e modelli di rappresentazione più ricchi. Si cercherà attraverso un esempio di mostrare come lo stesso patrimonio informativo possa venire rappresentato in modo diverso in un documento XML e in un'ontologia, costituendo così un insieme diverso di conoscenze. Si vedrà anche come i limiti della rappresentazione XML siano gli stessi limiti del modello porfiriano.
Si immagini dunque di dover descrivere una realtà nella quale vi siano *animali* e *piante*. Delle piante facciano parte gli *alberi*, composti da *rami*, composti a loro volta da *foglie*. Gli animali si dividono in *carnivori* ed *erbivori*: i primi mangiano animali, i secondi piante [5]. Un possibile albero che rappresenti questa situazione potrebbe essere quello riportato nella figura 1.
Il modello è naturalmente molto semplice, ma si presta da subito ad alcune considera-

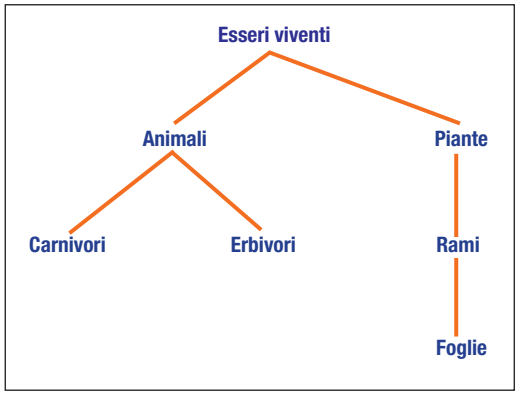


FIGURA 1
Esempio di modello di classificazione

zioni. Dal punto di vista strutturale non vi è alcuna differenza fra la relazione che intercorre, ad esempio, fra Animali e Carnivori e quella che intercorre fra Piante e Rami: in entrambi i casi si è di fronte a due relazioni di subordinazione. Il fatto che Rami sia l'unico sottonodo di Piante è irrilevante (è sempre possibile per completezza aggiungere il nodo NonRami come sottonodo di Piante).
Tuttavia ci si potrebbe chiedere se, dal punto di vista semantico, il concetto di ramo stia a quello di pianta come quello di carnivoro a quello di animale.
Ora si supponga che si voglia intendere che il ramo è una parte della pianta, mentre i carnivori sono un sottoinsieme degli animali. Fra il concetto di parte e quello di sottoinsieme vi è una chiara differenza (un carnivoro è un animale, un ramo non è una pianta) ma l'albero non offre alcuna possibilità di segnalare questa differenza. In altri termini, a partire dalla rappresentazione data non è possibile definire alcuna regola che dica in che modo si debba interpretare le relazioni che intercorrono fra nodi e sottonodi. Il fatto che all'albero non sia associata alcuna euristica non significa però affermare che tale rappresentazione sia totalmente priva di valore semantico. Non sarebbe infatti possibile sostenere, per esempio, che un erbivoro è una pianta.
La struttura dell'albero, nel caso di Porfirio come di un documento XML, pone dunque dei vincoli all'interpretazione semantica, non rappresenta in modo neutro le informazioni fornite, ma, al tempo stesso, non definisce nemmeno regole di intepretazione univoche per le relazioni descritte. Una seconda osservazione riguarda il fatto che

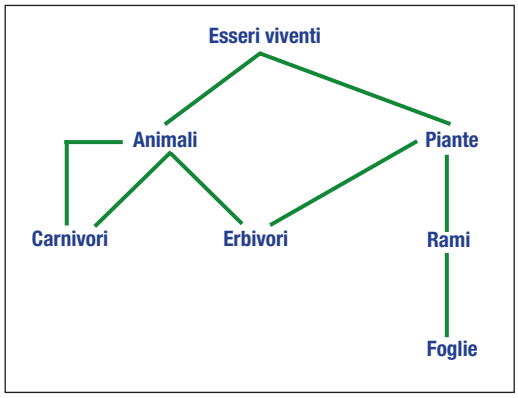


FIGURA 2
Inserimento delle relazioni Carnivori/Animali ed Erbivori/Piante

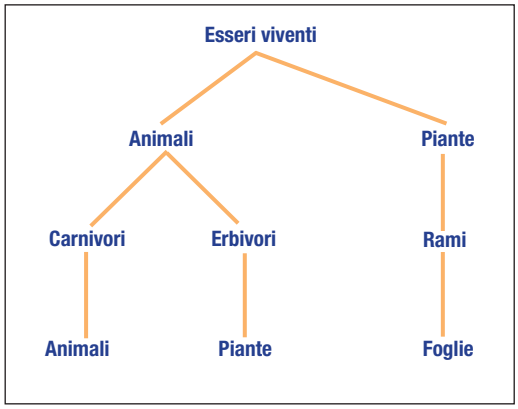


FIGURA 3
Ripetizione dei nodi Animali e Piante

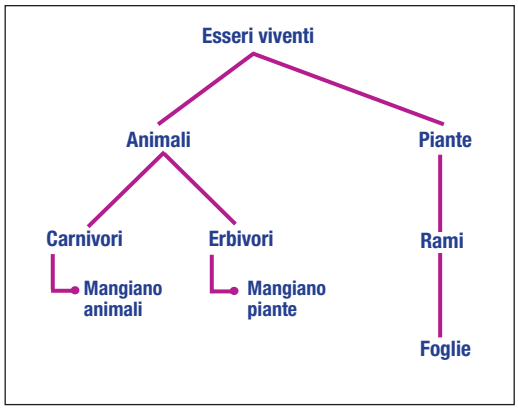


FIGURA 4
Le caratteristiche di Carnivori ed Erbivori come attributi

nell'albero proposto non vi è traccia del fatto che i carnivori siano tali in quanto mangiano animali, mentre gli erbivori mangiano piante.
Per esprimere queste caratteristiche delle due specie di animali si hanno tre soluzioni possibili: la prima consiste nel definire una relazione fra il nodo Carnivori e il nodo Animali e una fra il nodo Erbivori e il nodo Piante, come mostrato dalla figura 2. Questa soluzione, però, non è ammessa né dall'albero porfiriano né da XML, perché dissolve la struttura ad albero, dal momento che Animali è sia radice che nodo di Carnivori e che l'elemento Erbivori ha due radici.
Una seconda soluzione consiste nel definire come sottonodo di Carnivori un nuovo elemento Animali e come sottonodo di Erbivori un nuovo elemento Piante, come mostrato in figura 3.
Questa soluzione non è ammessa dall'albero di Porfirio, in cui i nomi dei nodi indicano generi e specie univoci, mentre è ammessa, sul piano sintattico, da XML. Il problema è però se tale soluzione esprima correttamente le definizioni proposte di Carnivori ed Erbivori. Se si assume che le definizioni si basino sull'identità e univocità dei termini utilizzati, allora affermare nel contesto iniziale che gli Erbivori mangiano Piante, significa anche affermare che gli Erbivori mangiano oggetti non animali, il che non è però univocamente deducibile dalla rappresentazione di figura 3.
Ne segue che se si rappresenta una definizione in cui vale l'univocità dei termini utilizzati questa soluzione non rappresenta la definizione proposta ed è inadeguata indipendentemente dalla sua ammissibilità sintattica. La terza soluzione consiste nel non considerare le caratteristiche di Carnivori e Erbivori come loro proprietà, ovvero come specifiche e caratteristiche relazioni fra essi ed altri elementi, ma considerarle piuttosto come loro attributi, ovvero come specificazioni degli elementi Carnivori ed Erbivori in quanto tali, indipendentemente dal contesto in cui sono collocati. Avendo tralasciato gli aspetti sintattici, un'illustrazione intuitiva di questa soluzione può essere quella di figura 4.
Ciò che interessa in questo caso è il fatto che piante e animali diventano i valori di una caratteristica propria degli elementi Carnivori ed Erbivori. In questo modo viene salvaguardata la struttura ad albero, ma quella che nell'albero porfiriano si sarebbe definita differenza specifica, smette di essere una relazione, in questo caso fra mangiante e mangiato, per divenire parte integrante dell'elemento definito.
Si tratta del trionfo di un'impostazione che pone al centro la sostanza a scapito della relazione. In questa soluzione un erbivoro non è un individuo che ha una relazione di

appartenenza con la classe Animali e una relazione “mangia” con la classe Piante, bensì un individuo che appartiene alla classe Animali e che ha come caratteristica propria il mangiare piante. Per piante non si intende più una classe di oggetti della realtà, ma semplicemente un valore distintivo per quell’attributo, più o meno accidentale. Questa soluzione è la più corretta al fine di salvaguardare la struttura dell’albero ma valgono per essa le osservazioni fatte per la seconda soluzione, dal momento che perdendo quella che porfirianamente si potrebbe definore differenza specifica come relazione e descrivendola solo come attributo, si perdono per esempio delle informazioni sull’elemento Piante, che non è più oggetto di alcun appetito.
Oltre alle varie osservazioni già fatte, rimangono due fondamentali ragioni per le quali l’esigenza di avere una adeguata rappresentazione della conoscenza in nostro possesso impone di abbandonare, o almeno di arricchire, il modello ad albero, sia che si tratti di XML che dell’albero porfiriano.
La prima è rappresentata da questo interrogativo e si tratta di un problema già caratteristico dell’albero porfiriano: si immagini di dover inserire nella descrizione una pianta carnivora.
Il problema è simile a quello affrontato in precedenza e sono possibili diverse soluzioni, ma la domanda, dal punto di vista ontologico, è: animali e piante sono differenti specie del genere *carnivoro*, oppure carnivoro è una specie dei generi animali e piante? Tentare di rispondere a questa domanda nei termini dell’albero di Porfirio è come tentare di definire una gerarchia fra i vertici di un triangolo equilatero. Questo perché lo strumento adeguato ad affrontare il problema è il concetto di relazione, ammettendo che vi possano essere relazioni non gerarchiche.
La seconda ragione è che nessuna delle soluzioni proposte offriva la possibilità di definire un’interpretazione delle relazioni rappresentate, mentre occorre uno strumento che permetta di definire non soltanto relazioni di tipo non gerarchico, ma anche di associare a queste un’interpretazione, distinguendo per esempio la relazione “essere parte di” dalla relazione “essere sottoinsieme di”.

4. IL MODELLO PREDICATIVO

La caratteristica dunque che più di ogni altra costituisce un limite alle capacità rappresentative di XML, ma soprattutto dell’intera tradizione del modello ad albero, è l’assenza di relazioni interpretabili. Nello sforzo di definire un modello per la rappresentazione della conoscenza, che necessita come si è visto di essere un modello semanticamente ricco, non è dunque rilevante solo la centralità della relazione sulla sostanza, ma anche, e forse soprattutto, la questione cruciale dei tipi di relazioni, e la possibilità stessa di distinguere e definire tipologie diverse di relazione, sia dal punto di vista del significato che ad esse si associa, sia dal punto di vista delle proprietà di tali relazioni e della definizione di un dominio e di un *range* di applicabilità.
Per queste ragioni la riflessione su questi temi, ha lentamente superato il modello porfiriano per generare un modello predicativo e logico che potesse essere sia criterio di rappresentazione della conoscenza che supporto a quello che si definisce ragionamento, ovvero alla capacità di costruire su tale rappresentazione un insieme di possibili deduzioni che ne verifichino la coerenza. Un lontano tentativo in questa direzione, ancora in un contesto del tutto dissimile da quello logico-predicativo, ma nel quale è evidente uno sforzo deduttivo è fornito dalla teoria della *resolutio-compositio* di Roberto Grossatesta, che nel XIII secolo propone un approccio per alcuni versi straordinariamente simile a quello delle moderne ontologie: Grossatesta descrisse un duplice procedimento che chiamò *resolutio-compositio*.
Questi termini erano derivati dagli studiosi greci di geometria e da Galeno, ed erano, ovviamente, la traduzione latina delle parole greche *analisi* e *sintesi*. Grossatesta in sostanza derivò da Aristotele il principio centrale del proprio metodo, ma lo sviluppò con maggior completezza. Il metodo seguiva un ordine ben definito. Per mezzo del primo procedimento, *la resolutio*, egli mostra-

va come ricavare e classificare, per somiglianze e differenze, i principi componenti o elementi costituenti il fenomeno.
Questo gli dette ciò che chiamò la definizione nominale.
Cominciava col raccogliere esempi del fenomeno in esame e col notare tutti gli attributi che avevano in comune, finché arrivava alla "formula comune" che enunciava la relazione empirica osservata; quando gli attributi venivano trovati di frequente associati si poteva sospettare una connessione causale.
In seguito, mediante l'opposto procedimento della *compositio*, risistemando le proposizioni in modo che le più particolari risultassero derivate deduttivamente da quelle più generali, dimostrava che il rapporto tra generale e particolare era un rapporto di causa ed effetto: metteva cioè le proposizioni in ordine causale. Illustrò il suo metodo mostrando come arrivare al principio comune in base al quale certi animali hanno le corna; nel capitolo 4 del libro III del suo commento agli Analitici Secondi egli disse che la presenza di corna "dipende dalla mancanza di denti nella mascella superiore in quegli animali ai quali la natura non fornisce altri mezzi di sopravvivenza che le corna", analogamente a quanto fa per il cervo con la sua velocità e con il cammello con la sua mole.
Negli animali provvisti di corna, la materia che doveva servire a formare i denti andava invece a formare le corna. Aggiungeva Grossatesta: "Il non avere i denti nelle due mascelle è anche la ragione per cui quegli animali hanno più di uno stomaco", correlazione che egli faceva risalire alla deficiente masticazione negli animali provvisti di una sola fila di denti" [4]. Quella istanza deduttiva che in Grossatesta è accennata diverrà centrale secoli dopo con lo sviluppo delle logiche predicative, anche come strumento di rappresentazione della conoscenza. Questo spostamento è quanto avviene anche nel Semantic Web che, prima nel trattare i metadati, con l'RDF, poi nell'ultimo livello, quello ontologico, si avvale esattamente di linguaggi e formalismi di natura logico-predicativa.
Uno di questi linguaggi, da cui si trarrà il successivo esempio, si chiama Ontology Interchange Language (OIL) [7].
Senza entrare nei dettagli di tale linguaggio, ciò che ci interessa qui da vicino è il modo in cui viene risolta la rappresentazione delle relazioni e quale modello rappresentativo ha origine da essa. OIL consiste in definizioni di classi (*class-def*) attraverso le quali rappresentare i concetti della realtà da descrivere, e da definizioni di slot (*slot-def*) i quali risolvono appunto l'esigenza di rappresentare relazioni binarie fra classi, e vincoli (*slot-constraint*) su esse, mentre nel modello ad albero non vi è alcun costrutto per rappresentare le relazioni in se stesse. Per esemplificare si può osservare come sia descritta in OIL la situazione esaminata precedentemente:

class-def animale
class-def pianta
    subclass-of NOT animale
class-def ramo
    slot-constraint parte-di
        has-value pianta
class-def foglia
    slot-constraint parte-di
        has-value ramo
class-def carnivori
    subclass-of animale
    slot-constraint mangia
        value-type animale
class-def erbivori
    subclass-of animale, **NOT** carnivori
    slot-constraint mangia
        value-type pianta
        OR
        (**slot-constraint** parte-di
            has-value pianta)

Appare evidente il cambiamento: le relazioni, pur non rinunciando a definire relazioni gerarchiche come nel caso delle sottoclassi, sono varie e diverse fra loro. Si possono distinguere l'essere sottoinsieme dall'essere parte di una classe precedente e vi sono vincoli sulle relazioni che ne determinano anche le regole di applicabilità. In altri termini, alle diverse relazioni è associata un'interpretazione univoca. Questo modifica totalmente il modello porfiriano ed aumenta le capacità espressive della rappresentazio-

ne. Dovendo rappresentare graficamente questo modello non si avrà più un albero, ma piuttosto una rete di relazioni, come mostrato in figura 5.

5. CONCLUSIONI

In questo intervento si è tentato di mostrare, per quanto sommariamente, i punti di contatto e i rapporti fra lo sviluppo della discussione sui modelli di rappresentazione della conoscenza in momenti della storia della filosofia anche molto lontani dai nostri giorni e il dibattito contemporaneo che coinvolge XML e più in generale il Web.
Tale parallelismo mirava soprattutto a mettere in luce il fatto che frequentemente l'informatica ripropone, amplifica e rimette in discussione temi sui quali insistono lunghe e rilevanti tradizioni di pensiero. Per questa ragione occorre, a parere di chi scrive, sottolineare come la sola dimensione tecnica della discussione informatica non sia sufficiente, soprattutto a proposito della rappresentazione della conoscenza, per esaurire e comprendere appieno il senso del dibattito in corso e delle soluzioni proposte.
Le difficoltà nell'utilizzare la semplice codifica XML come strumento di rappresentazione della conoscenza, ad esempio, non nascono da problemi di carattere tecnico o sintattico, ma piuttosto da limiti propri del modello concettuale utilizzato.
Non è però solo l'informatica che può trarre spunto da alcune delle riflessioni proposte dalla tradizione filosofica, ma è anche quest'ultima, che spesso si è trovata alle prese con questi problemi, a poter trovare materia di stimolo e terreno di applicazione in alcuni dei settori di ricerca delle discipline informatiche, ritrovando problemi e questioni antichi, ma oggi di grande attualità ed importanza, dal punto di vista della ricerca teorica come della applicazione pratica per l'informazione e la comunicazione.

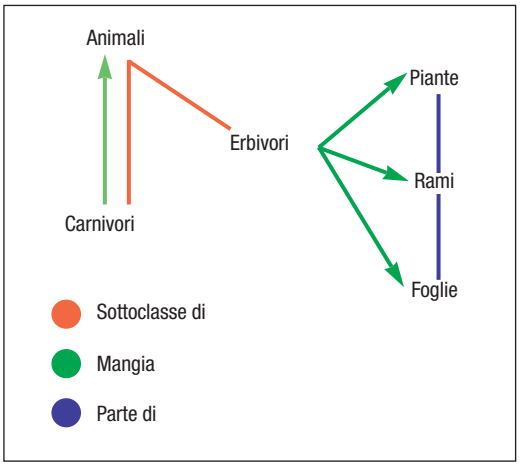


FIGURA 5
Una rappresentazione del modello OIL

Bibliografia

[1] Abbagnano N: *Dizionario di filosofia*. UTET, Torino 1968, voce Metafisica, p. 561.

[2] Berners-Lee T: *Semantic web road map, Internal note*. World Wide Web Consortium, 1998.

[3] Broekstra J, et al.: *Adding formal semantics to the Web, building on top of RDF Schema*. 2000

[4] Crombie AC: *Da Agostino a Galileo. Storia della scienza dal V al XVII secolo*. Feltrinelli, Milano 1970, p. 221-222.

[5] Decker S, et al.: *The Semantic Web: The Roles of XML and RDF*. IEEE, set-ott 2000.

[6] Eco U: *L'albero di Porfirio, in Semiotica e filosofia del linguaggio*. Einaudi, Torino 1984.

[7] Horrocks I, et.al.: *The Ontology Interchange Language OIL*. Tech. Report, Free Univ. of Amsterdam, 2000.
http://www.ontoknowledge.org/oil/.

MASSIMO PARODI è professore di Storia della Filosofia Medievale presso l'Università degli Studi di Milano. Fa parte del gruppo di docenti della Facoltà di Lettere e Filosofia che ha promosso il Master in Metodologie dell'informatica e della comunicazione per le scienze umanistiche.
e-mail: massimo.parodi@unimi.it

ALFIO FERRARA è laureato in filosofia e collabora attualmente col Dipartimento di Scienze dell'Informazione dell'Università degli Studi di Milano, dove si occupa di problemi connessi all'integrazione di sorgenti di dati eterogenee e al Semantic Web.
e-mail: ferrara@dsi.unimi.it

UMTS
QUALI APPLICAZIONI

Leopoldo Tranquilli

Partendo da una disamina iniziale sulle principali caratteristiche dello standard UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*), il presente articolo si pone l'obiettivo di illustrare le principali aree applicative che verranno supportate grazie all'avvento dei sistemi radiomobili di terza generazione (3G).

1. INTRODUZIONE

L'avvento ormai prossimo del sistema radiomobile di terza generazione (3G), comunemente noto in Europa con il nome di UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*), introduce un ulteriore *step* evolutivo nello sviluppo delle comunicazioni mobili.
L'*asset* più rilevante di questa tecnologia è in tal senso costituito, da un lato, dal supporto flessibile di elevate velocità di trasmissione dati (che possono arrivare fino a 384 kbit/s in ambito *outdoor* e fino a 2 Mbit/s in ambito *indoor*) e, dall'altro, dalla capacità, insita nel tipo di codifica del segnale radioelettrico utilizzata, di trattare voce e dati in maniera completamente integrata.
Un altro concetto altamente innovativo introdotto dall'UMTS è denominato *Open System Access* (OSA) [9]: si tratta di uno strato di interfaccia standard di accesso alle risorse di rete e di terminale, in grado di consentire all'operatore (ma anche ad eventuali terze parti interconnesse) di sviluppare nuovi servizi con un veloce *time-to-market* e con grande flessibilità. La filosofia di standardizzazione UMTS non prevede, infatti, di specificare completamente ogni singolo nuovo servizio, ma definisce una serie di primitive di base (*service capability*), offerte da elementi di rete *ad hoc* (*Service Capability Server*, SCS) e utilizzabili dalle applicazioni per l'implementazione di servizi *end-to-end* [5, 8].
Oltre alla flessibilità/rapidità nella definizione dei nuovi servizi, l'approccio OSA, se visto in abbinamento con la tecnologia delle **SIM card** (che l'UMTS erediterà dal sistema radiomobile GSM, *Global System for Mobile Communication*), avrà, infine, il grande vantaggio di favorire la realizzazione di servizi sviluppati in una logica di *Virtual Home Environment* (VHE) [6], inteso come ambiente

La **SIM** (*Subscriber Identity Module*) **Card** è una smart card dotata di memoria (fino a 64 K) e microprocessore, contenente dati e algoritmi che permettono al gestore di autenticare il cliente, nonché di abilitarlo alla fruizione dei servizi di base e a valore aggiunto offerti dalla rete GSM.

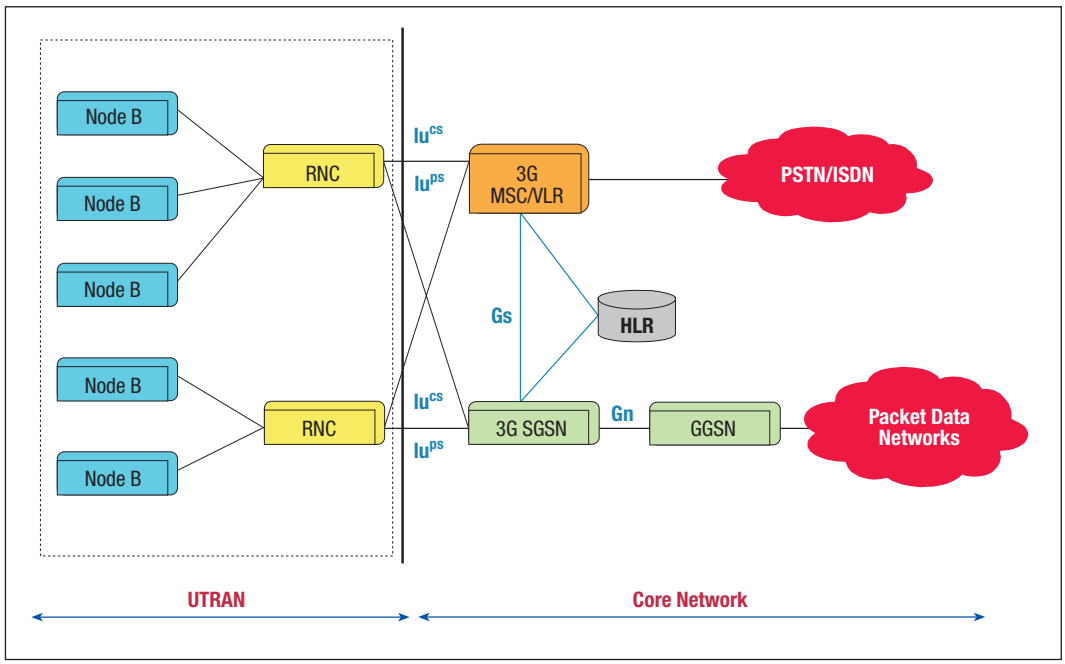


FIGURA 1
Architettura del sistema UMTS

virtuale in cui il cliente può beneficiare degli stessi servizi, utilizzando la medesima interfaccia (personalizzazioni comprese), a prescindere dalla specifica rete e/o terminale utilizzato (Figura 1).

2. TIPOLOGIE DI APPLICAZIONI

Quanto appena premesso indica che l'UMTS costituisce una piattaforma tecnologica di base in grado di supportare, in linea di principio, un numero illimitato di servizi. Tenuto conto di ciò, per semplicità di trattazione risulta utile fare riferimento alla seguente macro-classificazione funzionale [2, 3, 4], coerentemente con la visione ormai consolidata in ambito internazionale:

- VideoTelefonia;
- Multimedia *Messaging*;
- *Infotainment*;
- Accesso ad *Internet/Intranet*;
- Georeferenziazione.

Tali categorie sono chiaramente utilizzabili anche in maniera combinata, per dare vita a servizi tecnicamente più complessi, ma nello stesso tempo in grado di soddisfare esigenze di comunicazione più evolute (si pensi, per esempio, al caso dei servizi orientati al commercio elettronico, che possono, in generale, utilizzare funzionalità appartenenti a ciascuna delle categorie indicate).

2.1. VideoTelefonia

Il servizio tecnologicamente più innovativo introdotto dall'UMTS è probabilmente costituito dalla video-telefonia. Grazie a tale servizio, che si configura a tutti gli effetti come l'evoluzione multimediale del servizio di base GSM, il cliente dotato di videotelefono UMTS (ovvero, di un terminale UMTS dotato di videocamera) potrà effettuare chiamate audio/video verso altri clienti UMTS, ma anche verso clienti dotati di accesso ISDN/ADSL (*Integrated Services Digital Network /Asymmetric Digital Subscriber Line*) o, più semplicemente, connessi ad Internet. Tali chiamate potranno utilizzare sia connessioni *a circuito*, con assegnazione permanente delle risorse di rete durante tutta la durata della comunicazione, sia connessioni *a pacchetto*, con assegnazione delle risorse di rete ottimizzata in funzione delle esigenze di utilizzo.

Per poter effettuare una videotelefonata, il cliente dovrà innanzitutto selezionare, sul menu del proprio terminale, l'opzione di chiamata multimediale specificando l'indirizzo del cliente destinatario: un normale numero telefonico nel caso di chiamata verso altro cliente UMTS o verso numero di rete fissa, un indirizzo IP (*Internet Protocol*), o un indirizzo simbolico nel caso di comunicazione verso utente Internet. Il terminale invierà, quindi, la richiesta di chiamata multi-

mediale alla rete, la quale, a sua volta, contatterà il terminale di destinazione richiedendo di instaurare una chiamata multimediale; a questo punto, il terminale di destinazione segnalerà, al cliente destinatario, l'arrivo di una chiamata multimediale.
Se il terminale di destinazione sarà in grado di supportare questo tipo di chiamata (e il cliente destinatario accetterà di rispondere), la chiamata andrà a buon fine e la connessione verrà instaurata; se, invece, il terminale di destinazione non sarà in grado di supportare la chiamata multimediale, la connessione sarà automaticamente tramutata in una normale chiamata in fonia (*voice-only*).
Tra le caratteristiche tecniche più rilevanti di questo servizio [12, 13], va evidenziato che, al pari della telefonia vocale, la videotelefonia è un servizio di tipo conversazionale con elevati requisiti di tempo reale.
Da ciò ne consegue che, al fine di offrire al cliente un servizio di qualità adeguata, il valore assoluto e la variabilità del tempo di ritardo dovranno essere contenuti entro limiti predefiniti (generalmente entro 150 msec). Il formato video/audio della videotelefonia si baserà inoltre sullo **standard** di terminale **H.324** per le connessioni a circuito (con una variante specifica per i servizi mobili 3G, denominata 3G-324 M), mentre per le connessioni a pacchetto sarà adottato lo **standard H.323**.

Lo **standard H.323** è definito dall'ITU-T per il supporto di servizi di videoconferenza multimediale su reti a commutazione di pacchetto. Lo **standard H.324** è lo standard di seconda generazione, sempre definito dall'ITU-T, per il supporto di servizi di videoconferenza multimediale su reti a commutazione di circuito con basso *bit-rate*.

I servizi di videotelefonia mobile potrebbero trovare interessanti ambiti di applicazione, da un lato, nella comunicazione *person-to-person* (soprattutto tra clienti *business*) e, dall'altro, nel contesto di servizi interattivi multimediali, del tipo *Customer Care multimediale*, *E-Shopping audio/video ecc.*.
La possibilità di instaurare comunicazioni contemporanee di tipo voce/dati, permetterà, inoltre, di arricchire il servizio di comunicazione di base mediante applicazioni di tipo *WEB/video-call*, quali, per esempio, il cosiddetto *Click-to-talk* , la possibilità, cioè, di instaurare una chiamata audio/video da WEB cliccando su uno specifico *hyperlink*.

2.2. Multimedia Messagging

I servizi di messaggistica multimediale (*Multimedia Messaging Services*, MMS) possono essere considerati come l'evoluzione naturale del servizio di messaggistica testuale SMS (*Short Message Service*) definito nel contesto dello standard GSM.
Tali servizi permetteranno ai clienti di inviare e ricevere messaggi di tipo multimediale, ovvero contenenti non solo testo, ma anche immagini, fisse o in movimento, e contenuti audio/video.
Come tutti i servizi di messaggistica, gli MMS sono servizi di tipo **store & forward** senza alcun requisito di tempo reale: l'informazione da trasferire viene affidata alla rete, che provvede all'inoltro verso il destinatario non appena quest'ultimo si trova in una zona coperta dal segnale radioelettrico ed è dotato di terminale MMS-compatibile.

Nel servizio **store & forward** l'informazione inviata dal terminale mittente viene dapprima memorizzata sui sistemi di rete, per poi essere inviata, in tempi successivi, verso il terminale destinatario, in funzione della disponibilità di quest'ultimo alla ricezione.

Da un punto di vista più strettamente tecnico, i servizi MMS [7, 10] si basano sull'utilizzo di due entità funzionali denominate MMS *Server* e MMS *Relay* e incaricate, rispettivamente, di memorizzare e gestire i messaggi multimediali inviati e ricevuti dai clienti UMTS. In funzione delle scelte tecnologiche del costruttore, tali entità possono risiedere su piattaforme separate o venire combinate all'interno di una stessa piattaforma. In dipendenza dei differenti scenari d'utilizzo, tali entità possono interagire con la rete UMTS (per esempio, HLR, *Hardware Requirements List*), oppure possono interlavorare con i sistemi di messaggistica di altre reti (voice *mail*, *e-mail* ecc.).
All'interno del terminale, la gestione dei servizi MMS è affidata ad una funzione software denominata MMS *User Agent*, in grado di interlavorare con le funzioni MMS Server e Relay tramite un nuovo protocollo

denominato *MM* (*MultiMedia*) *Transfer Protocol A* (Figura 2).
Per poter inviare un messaggio MMS, il cliente dovrà selezionare un'apposita opzione dal menu del proprio terminale, individuare il contenuto multimediale che desidera allegare al messaggio, inserire un eventuale testo di accompagnamento, specificare l'indirizzo del destinatario e, infine, confermare l'invio. La rete prenderà "in carico" il messaggio e notificherà al terminale di destinazione (per esempio, tramite notifica WAP, *Wireless Application Protocol*, *push*) la presenza di un messaggio multimediale in attesa; una volta ricevuta la notifica, il destinatario del messaggio si connetterà al Centro Servizi di Messaggistica Multimediale ed effettuerà il *downloading* del messaggio.
I principali formati supportati dal servizio MMS saranno: MP3 (*Moving Picture Experts Group Layer-3 Audio*), WAV (*Windows Wave*), MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), per quanto riguarda file audio; JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), GIF (*Graphic Interchange Format*), per quanto riguarda le immagini; MPEG-4 (*Motion Picture Experts Group Layer-4 Video*), *QuickTime*, per quanto riguarda file video.
Utilizzando la messaggistica MMS è possibile realizzare una molteplicità di servizi, partendo dalla semplice evoluzione della messaggistica person-to-person, a supporto della quale sarà importante la disponibilità sul mercato di terminali dotati di fotocamera e videocamera integrata: tali dispositivi consentiranno, infatti, al cliente di acquisire contenuti multimediali in maniera autonoma (per esempio, una fotografia o un breve *video-clip*), per un successivo invio tramite MMS a parenti, amici ecc..
Altri esempi di servizi basati su MMS possono essere:

- *servizi informativi push/pull* (per esempio, news contenenti testo, immagini, video-clip);
- *servizi di mobile virtual community* (per esempio, *chat* testuale con possibilità di scambio immagini/video-clip tra partecipanti);

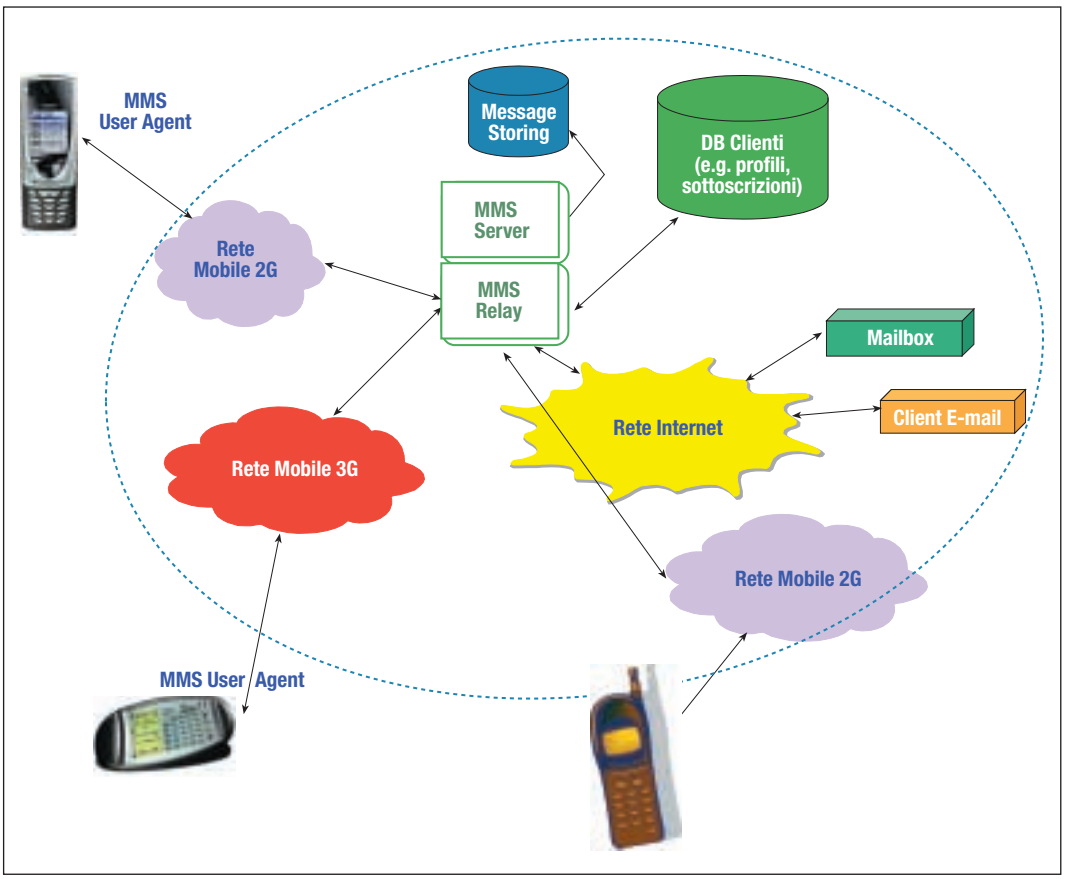


FIGURA 2
Architettura MMS per UMTS

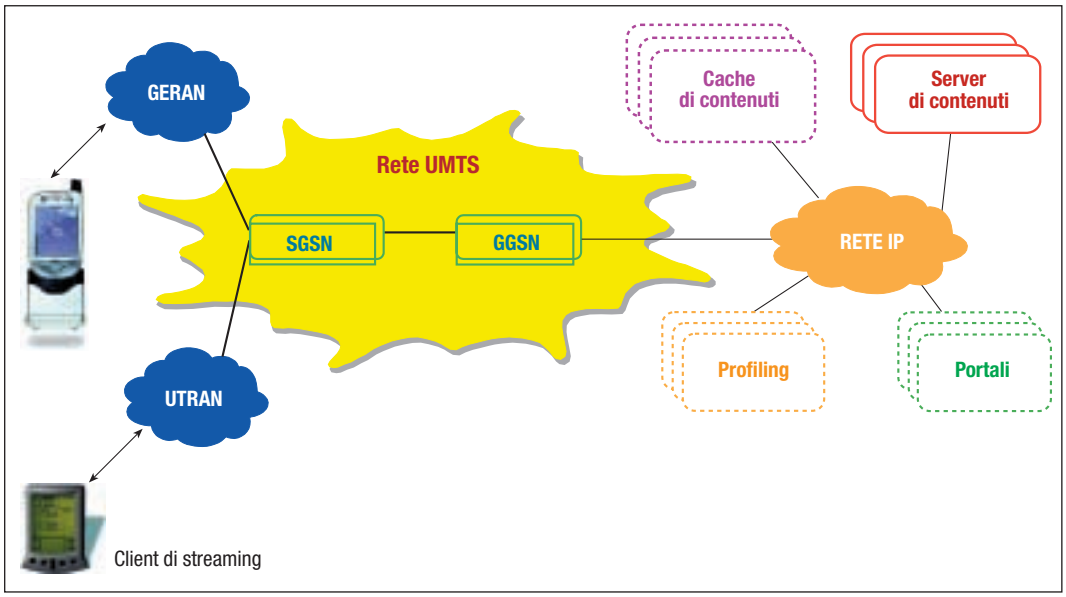


FIGURA 3
Architettura servizi di streaming

- *servizi di M-entertainment* (per esempio, cartoline elettroniche);
- *servizi di teleticketing multimediale* (per esempio, acquisto di biglietto elettronico contenente l'indicazione grafica del posto prenotato);
- *aste on-line* (per esempio, alert al cliente in funzione delle sue aree di interesse, contenente la descrizione e l'immagine dell'oggetto);
- *servizi di alerting* (per esempio, allarme per furto/effrazione corredato di immagini o brevi video-clip).

2.3. Infotainment

Le due principali innovazioni tecnologiche in grado di favorire in maniera significativa lo sviluppo di servizi di *infotainment* sono correlate al supporto di servizi cosiddetti di *streaming video/audio* e di applicazioni interattive basate su linguaggio Java, particolarmente adeguate per lo sviluppo di giochi.
Il concetto di servizio streaming video/audio nasce, inizialmente, nel contesto Internet come soluzione per la visualizzazione in *near-real time* di eventi *live* (per esempio, i concerti) o, comunque, per diminuire i tempi di accesso da parte del cliente a file video/audio di elevate dimensioni. L'idea di base consiste nell'effettuare la fase di downloading in parallelo alla fase di riproduzione (dopo un periodo di *buffering* iniziale), senza memorizzazioni locali. Trasportato nel contesto mobile, questa modalità diventa, immediatamente, replicabile anche per *file* di medie dimensioni, per via delle limitazioni di memoria disponibile a bordo del terminale; ovviamente, brani video/audio con dimensioni inferiori alla memoria del terminale possono essere dapprima scaricati e successivamente riprodotti utilizzando la modalità *download & play*. Per semplicità di trattazione, con il termine "streaming" si indicheranno, nel seguito, entrambe le modalità (sia quella streaming in senso stretto, sia quella download & play).
Per poter fruire dei servizi di streaming, il cliente dovrà accedere alla pagina WAP o WEB contenente tale tipologia di servizi, selezionare il tipo di contenuti da scaricare ed eventualmente indicare il modello di terminale utilizzato; la piattaforma su cui risiede l'applicazione di streaming trasferirà sul terminale un file con tutte le caratteristiche della sessione che dovrà essere avviata (tipo di contenuto, autore, velocità di trasmissione richiesta ecc.); a questo punto, il software applicativo residente su telefonino (*client di streaming*) avvierà il downloading dei dati e, dopo averne scaricato un volume sufficiente (buffering), inizierà a riprodurre il brano multimediale richiesto [14] (Figura 3).
L'erogazione di un servizio di streaming richiede che il terminale mobile sia equipaggiato

	Contenuto Live	Contenuto Registrato
On demand	• Eventi dal vivo (concerti) • Canali televisivi • ecc.	• Rassegna stampa • *Trailer* di film • ecc.
On booking	• Sorveglianza ambientale • Sorveglianza del traffico • ecc.	• *Goal* squadra di calcio • News di cronaca • ecc.

TABELLA 1
Esempi di servizi di streaming video/audio

con un applicativo (*player*) in grado di effettuare la seguenti operazioni: gestione download, monitoraggio della qualità del download, decompressione e decodifica del contenuto, riproduzione in locale.
Un player viene caratterizzato dal meccanismo utilizzato nella codifica e compressione dei contenuti video/audio (per esempio, MPEG-4 per un file video, JPEG o GIF per un'immagine, AMR, *Audio Modem Riser*, per un file audio), nonché dal protocollo utilizzato per garantire un flusso regolare dei dati durante il trasferimento: ad esempio, RTP/UDP (*Real-Time Protocol/User Datagram Protocol*) e HTTP/TCP (*Hyper Text Transfer Protocol/Transmission Control Protocol*).
Poiché lo standard UMTS non prescrive l'utilizzo obbligatorio di una particolare tipologia di player, è prevedibile che le diverse categorie di terminali saranno equipaggiate con differenti applicativi di streaming in funzione di accordi commerciali tra manifatturiere di terminali e produttori di player. Tenuto conto di ciò, le piattaforme di erogazione dei servizi dovranno necessariamente supportare numerosi applicativi, al fine di garantire la compatibilità con un parco terminali più ampio possibile (per esempio, Windows Media Player, Quick Time, Real Player).
Un altro concetto fortemente correlato allo sviluppo dei servizi di streaming video/audio e mutuato dal mondo Internet di rete fissa, è denominato *Content Networking*. Si tratta di un modello che prefigura il *delivery* di contenuti multimediali su base distribuita, ovvero in prossimità del cliente finale, piuttosto che su base centralizzata. L'infrastruttura necessaria per l'erogazione dei servizi, secondo questo nuovo paradigma, comprende, oltre alla rete di memorizzazione periferica (surrogati), i dispositivi per il controllo e gestione della distribuzione dei contenuti e per il *routing* intelligente delle richieste dei clienti e prende il nome di *Content Delivery Network* (CDN).
Dal punto di vista del cliente finale, i servizi di streaming video/audio possono essere classificati sulla base di: modalità di produzione del contenuto (*live* o registrato); modalità di fruizione da parte del cliente (***on demand*** e ***on booking***). La tabella 1 illustra possibili esempi di servizi, in coerenza con la classificazione appena menzionata.

Per modalità **on demand** si intende la possibilità per il cliente di ottenere un'informazione in near-real time rispetto alla richiesta. Per modalità **on booking** si intende la possibilità per il cliente di ottenere un'informazione in tempi differiti rispetto alla richiesta (periodicamente o sulla base di un evento).

Per quanto riguarda lo sviluppo di applicazioni Java interattive su terminale UMTS, ciò sarà consentito da una variante del noto linguaggio di programmazione Java sviluppato dalla Sun Microsystem per applicazioni WEB. Questa variante è denominata JavaPhone (k-Java) e, sebbene non strettamente correlata con l'UMTS, verrà introdotta sul mercato in tempi analoghi e pertanto andrà prevedibilmente ad arricchire l'offerta 3G sul fronte dei servizi orientati all'intrattenimento (giochi, in particolare).
L'estensione del Java al mondo dei terminali mobili renderà facilmente disponibili al contesto UMTS un grande numero di giochi sviluppati per un utilizzo via Internet e funzionanti sia in modalità singola (il cliente gioca in locale con l'applicazione scaricata sul proprio terminale) sia in modalità multipla distribuita (molti utenti scaricano sul terminale l'*applet* che abilita l'accesso ad una applicazione centralizzata in grado di correlare le azioni dei partecipanti).
Al di là delle specifiche funzionalità del singolo applicativo, l'accesso e la fruizione del

servizio sono riconducibili a pochi passi fondamentali: selezione dell'applicazione JavaPhone nel corso di una navigazione http, downloading su terminale mobile, installazione dell'applicazione. Al termine della fase di installazione, una specifica sezione/pagina di menu del terminale visualizzerà una nuova opzione corrispondente all'applicativo JavaPhone appena scaricato; la selezione di tale opzione avvierà l'applicazione in locale.
Le applicazioni JavaPhone sono in grado di interagire con le risorse di comunicazione e memorizzazione del telefonino, essendo in particolare in grado di:

- originare una telefonata;
- rispondere ad una chiamata in arrivo;
- avviare una connessione ad internet;
- inviare una e-mail;
- estrarre un elemento della rubrica o dei contatti (numero di telefono, e-mail ecc.);
- effettuare una ricerca in un database (remoto o locale);
- avviare un download in modalità streaming;
- visualizzare brevi animazioni;
- inviare SMS e messaggi USSD (*Unstructured Supplementary Services Data*).

Come detto, le applicazioni JavaPhone troveranno significativi spazi di utilizzo, soprattutto, nel contesto della realizzazione di servizi orientati all'area del *gaming* (in tutte le sue accezioni: animazioni interattive, *gambling* ecc.).
Non vanno peraltro trascurati i possibili utilizzi di tale tecnologia a supporto di altre tipologie di servizi, in un'ottica di un loro arricchimento con componenti di grafica interattiva. Tipici esempi di servizi che potrebbero giovarsi di funzionalità JavaPhone ricadono nel contesto dei servizi di messaggistica interpersonale (per esempio, cartoline elettroniche animate) nonché nel contesto di servizi informativi di varia natura (per esempio, informazioni finanziarie con grafici di andamento di titoli azionari, servizi di infomobilità con indicazione grafica di determinati percorsi urbani ed extraurbani ecc.).

2.4. Accesso ad Internet/Intranet

La telefonia mobile e la navigazione Internet sono state, senza dubbio, le due principali innovazioni tecnologiche degli ultimi anni. Con l'avvento dell'UMTS queste due tecnologie tenderanno sempre più a convergere, anche grazie all'evoluzione dello standard WAP, un protocollo applicativo in grado di adattare contenuti di tipo Internet alla minore larghezza di banda offerta dalle reti cellulari.
Nato per consentire al cliente di effettuare il *browsing* di siti *Internet-like*, utilizzando la ridotta disponibilità di banda offerta dal GSM (nella versione base, ovvero con trasmissione dati a circuito a 9,6 kbit/s, e nella versione arricchita, ovvero con trasmissione dati a pacchetto GPRS, *General Packet Radio Service*), il WAP ha già visto un primo importante step evolutivo, con l'introduzione di alcune interessanti funzionalità, tra cui si segnala per importanza la modalità di notifica WAP push, che ha consentito di rendere molto più interattive le applicazioni WAP. La notifica WAP push è, infatti, una funzionalità WAP che consente l'invio verso il cliente di messaggi asincroni, opportunamente codificati, che consentono di accedere a siti WML (*Website Meta Language*), indirizzati nel messaggio stesso mediante specifico hyperlink.
Le nuove versioni del WAP (2.0 e successive) si arricchiranno nel tempo di ulteriori nuove funzionalità (per esempio, supporto di animazioni grafiche) pensate appositamente per sfruttare la maggiore capacità di banda offerta dall'UMTS in ambito outdoor: fino a 64 kbit/s nella direzione terminale-rete (*uplink*) e fino a 384 kbit/s nella direzione rete-terminale (*downlink*).
Chiaramente, ciò faciliterà l'utilizzo da parte del cliente *consumer*, dei servizi, multimediali e non, offerti dall'operatore sul proprio portale WAP/WEB. La maggiore velocità di trasmissione dati migliorerà, significativamente, anche l'*appeal* delle soluzioni cosiddette di *Mobile Office*, specificatamente più orientate ad un utilizzo da parte della clientela business (accesso da remoto a e-mail, calendario, rubrica, applicativi SAP, SIEBEL ecc.). Tali applicazioni potranno, infatti, arricchirsi di nuove funzionalità per la gestione da remoto della propria postazione PC, *Personal Computer* aziendale (per esempio, *file transfer*, gestione *e-mail attachment* ecc.).

Altri esempi di servizi che potrebbero beneficiare della tecnologia UMTS nell'area dei servizi di browsing Internet/Intranet ricadono nelle aree della telemedicina (per esempio, tele-diagnostica) e dell'*e-government* (per esempio, download certificati).

2.5. Georeferenziazione

Questa categoria comprende tutti quei servizi basati sulla localizzazione dei clienti, determinata utilizzando gli strumenti resi disponibili dalla tecnologia delle reti e dei terminali radiomobili.
I metodi attualmente utilizzati nel contesto GSM per localizzare un terminale radiomobile all'interno di un'area coperta sono i seguenti:

- metodo *CI* (*Cell Identity*): si basa sull'individuazione della cella radioelettrica entro cui si trova il terminale mobile da localizzare; offre una precisione che può andare da circa 100 m, nel caso di microcelle/picocelle, a circa 35 km, nel caso di celle rurali;
- metodo *CI + TA* (*Cell Identity + Timing Advance*): si basa sull'individuazione di un arco di cella radioelettrica entro cui si trova il terminale mobile da localizzare; offre una precisione dell'ordine di 550 m.

L'evoluzione delle tecnologie di localizzazione renderà progressivamente disponibili sulle reti GSM nuovi metodi di localizzazione, che offriranno un maggior livello di accuratezza. Tra queste tecnologie si segnalano:

- metodo *E-OTD* (*Enhanced - Observed Time Difference*): si basa sulla misura da parte del terminale delle differenze dei tempi di arrivo di una stessa sequenza di bit proveniente da più stazioni radio base; offre una precisione dell'ordine di 100-200 m;
- metodo *A-GPS* (*Assisted - Global Positioning System*): si basa sull'utilizzo di terminali con ricevitore GPS incorporato, in grado di sincronizzarsi rapidamente con un determinato satellite grazie al supporto della rete GSM, che provvede a fornire l'indicazione circa la sequenza dei satelliti in quel momento in visibilità; offre una precisione dell'ordine di 5-10 m.

Nel caso dell'UMTS, tutti i metodi, sopra elencati, continuano ad essere in linea di principio applicabili, con l'unica eccezione del metodo E-OTD, che richiede, specificatamente, il supporto di alcune funzionalità di base del GSM e che, nel contesto UMTS, è comunque sostituito da un metodo con caratteristiche analoghe e denominato *OTDOA* (*Observed Time Difference Of Arrival*).
Utilizzando il concetto di localizzazione è possibile realizzare diverse tipologie di servizi, classificabili secondo le seguenti macrocategorie:

- servizi informativi, ovvero servizi che utilizzano il dato di localizzazione per fornire al cliente informazioni di utilità (per esempio il ristorante più vicino);
- servizi di advertising, intesi come quei servizi che utilizzano il dato di localizzazione per fornire al cliente messaggi di pubblicità localizzata (per esempio: messaggi contenenti coupon da utilizzare per l'acquisto di determinati prodotti presso un negozio che si trova in prossimità del cliente);
- servizi di intrattenimento, servizi, cioè, che utilizzano il dato di localizzazione ai fini di un gioco (per esempio, caccia al tesoro), ovvero nel contesto di servizi di messaggistica interpersonale (per esempio: chat tra clienti che si trovano in prossimità);
- servizi di tracking, servizi che utilizzano il dato di localizzazione per monitorare e/o controllare una flotta di persone/veicoli in mobilità sul territorio (per esempio: f*leet management*, *workforce management*);
- servizi di safety, ossia quei servizi che utilizzano il dato di localizzazione per ottimizzare gli interventi di soccorso in condizioni di emergenza da parte di forze dell'ordine, servizi di assistenza stradale, servizi di ambulanza ecc. (per esempio: 112, *road assistance*, *assault alarm*).

3. CONCLUSIONI

La disponibilità di servizi altamente innovativi quali quelli descritti nel paragrafo precedente potrà senz'altro contribuire in maniera significativa allo sviluppo del nuovo ciclo di business basato sui dati, uno dei principali obiettivi sfidanti dei prossimi anni per gli operatori mobili [1]. Sotto questo punto di vista, la piattaforma UMTS si candida (soprattutto in virtù delle superiori potenzialità di trasmissione dati richiamate nell'introduzione al presente articolo) come il naturale

substrato per l'implementazione di servizi altamente interattivi e multimediali, in grado di trattare (in maniera completamente integrata) voce, testo, immagini e contenuti audio/video.
Non sfuggirà, tuttavia, al lettore più esperto come già oggi comincino ad affacciarsi sul mercato primi esempi di servizi sviluppati secondo tale filosofia, realizzati dagli operatori mobili GSM in anticipo rispetto alla disponibilità delle reti di terza generazione (3G) e sfruttando in particolare l'introduzione, sulle reti di seconda generazione (2G), della trasmissione dati a commutazione di pacchetto basata sullo standard GPRS. È opinione ormai consolidata, in tal senso, che le reti GSM/GPRS (arricchite con opportune tecnologie applicative) possano supportare, in maniera quanto mai efficace ed efficiente, lo sviluppo di gran parte delle funzionalità interattive/multimediali tipiche del contesto 3G e descritte in precedenza.
Ciò non deve indurre il lettore a pensare che l'opportunità di business dell'UMTS sia limitata in partenza: il sentiero di evoluzione dei sistemi radiomobili è infatti ormai tracciato e prefigura un graduale ma inevitabile passaggio verso le reti 3G. In questo scenario è chiaro però che, utilizzando le tecnologie attuali, l'operatore GSM/GPRS ha comunque l'opportunità di poter guidare al meglio la fase di transizione, operando in una logica di continuità dell'offerta e valorizzando i propri asset.

Bibliografia

[1] Durlacher Research Ltd., Eqvitec Partners Oy - *UMTS Report an Investment Perspective*.

[2] Report No. 9 UMTS Forum - *The UMTS Third Generation Market – Structuring the Service Revenue Opportunities*.

[3] Report No. 11 UMTS Forum - *Enabling UMTS / third generation services and applications*.

[4] Report No. 14 UMTS Forum - *Support of third generation services using UMTS in a converging network environment*.

[5] Specifica 3GPP 3G TS 22.105 Release 1999 - *Services and Service Capabilities*.

[6] Specifica 3GPP 3G TS 22.121 Release 1999 - *The Virtual Home Environment*.

[7] Specifica 3GPP 3G TS 22.140 Release 1999 - *Multimedia Messaging Service*.

[8] Specifica 3GPP 3G TS 23.101 version 3.1.0 - *General UMTS Architecture*.

[9] Specifica 3GPP 3G TS 23.127 V3.1.0 - *Virtual Home Environment /Open Service Architecture*.

[10] Specifica 3GPP 3G TS 23.140 V3.0.1 - *Multimedia Messaging Service (MMS) Functional description*.

[11] Specifica 3GPP TS 23.171 - *Functional stage 2 description of location services in UMTS*.

[12] Specifica 3GPP 3G TR 23.972 V1.0.0 - *Circuit Switched Multimedia Telephony*.

[13] Specifica 3GPP TS 26.111 V4.0.0 - *Codec for circuit switched multimedia telephony service*.

[14] Specifica 3GPP TS 26.234 V4.0.0 - *Transparent end-to-end packet switched streaming service (PSS)*.

Leopoldo Tranquilli si laurea nel 1992 in Ingegneria Elettronica (Università La Sapienza). Consegue il diploma di specializzazione in telecomunicazioni e nel 1993 entra in Telecom Italia, lavorando nei servizi per la clientela residenziale. Dal 1999 è in TIM, dove si è inizialmente occupato della definizione dei servizi VAS di mobile Internet; attualmente opera nell'ambito della Funzione New Ventures Implementation.
e-mail: ltranquilli@mail.tim.it

XML, SEMANTIC WEB E RAPPRESENTAZIONE DELLA CONOSCENZA

Massimo Parodi
Alfio Ferrara

La ricerca sugli sviluppi di XML mostra come il problema della descrizione dei dati abbia origini antiche, nel solco di tradizioni e teorie che si sono occupate di rappresentare la conoscenza. In particolare si segnalano due modelli: il modello classificatorio e il modello predicativo. Queste due forme che la discussione ha assunto fin dalla sua origine sembrano oggi riproporsi nel dibattito sul Semantic Web, ponendo, in un inedito contesto tecnico, problemi che può essere utile confrontare con i contributi della tradizione filosofica.

1. INTRODUZIONE

La diffusione e il successo di XML (*eXtensible Markup Language*), come formato di trasmissione e archiviazione delle informazioni, ha contribuito a rendere il ricorso agli strumenti informatici sempre più omogeneo anche in contesti molto diversi tra loro, nei quali pratiche e tecniche di rappresentazione della conoscenza hanno talvolta tradizioni e forme specifiche e consolidate. In particolare, il fatto che XML permetta di definire la struttura che descrive un contesto informativo all'interno del contesto stesso, precisando l'articolazione di un documento attraverso l'uso di marcatori in esso inseriti, ha prodotto due fenomeni interessanti.
In primo luogo, XML viene utilizzato spesso nella rappresentazione di documenti testuali, anche di carattere letterario o genericamente umanistico, diffondendosi quindi in un settore nel quale la rappresentazione digitale delle informazioni costituisce in larga misura un elemento di novità.
In secondo luogo, la versatilità di XML, nel generare definizioni di diverse tipologie di documento, produce la convinzione diffusa che tale linguaggio possa costituire una sorta di strumento "neutro" con il quale rappresentare la conoscenza contenuta nelle diverse fonti informative, dagli ordini di spedizione commerciali ai manoscritti latini tardo medievali.
Tuttavia, il ricorso ai formalismi dell'informatica per l'archiviazione, la trasmissione e la rappresentazione dei dati che costituiscono la conoscenza può apparire neutro solo fino a che si consideri l'integrità del singolo dato la sua *identità sostanziale*, anziché la non corruttibilità delle relazioni fra i dati stessi.
Ma proprio perché tali formalismi non sono, di fatto, neutri, impongono un'organizzazione e una strutturazione alle relazioni che intercorrono tra i dati, dal momento poi che gli elementi singoli della conoscenza che si intende rappresentare vengono collocati in una struttura che dipende esclusivamente dall'applicazione e dal linguaggio utilizzato per archiviare le informazioni.
Il significato dei dati raccolti risulta quindi solo apparentemente conservato, dal momento che viene rispettata la sostanza e l'identità

di ogni dato singolarmente inteso. Ma, se si assume che il significato di un insieme di informazioni e conoscenze risieda anche, e forse soprattutto, nelle relazioni che intercorrono fra esse, allora si deve concludere che gli strumenti informativi agiscono sul significato, poiché impongono, in ogni caso, di definire le relazioni in modo congruente a quanto consentito dallo strumento stesso.
Ogni strumento informatico presuppone infatti la definizione di tipologie di relazioni possibili e delle regole che le definiscono; tali regole sono necessariamente sovrapposte ai dati che si desidera trattare attraverso lo strumento. Senza un'adeguata consapevolezza delle regole proprie di ogni strumento di questo genere, e senza l'indispensabile senso critico, si corre il rischio di assumere regole e modelli di descrizione e archiviazione non adeguati ai dati da rappresentare, alterandone i rapporti interni e, di conseguenza, il significato.
La ricerca che in questi ultimi anni si è sviluppata a partire da, e intorno a, XML è particolarmente significativa proprio per comprendere come ogni logica di descrizione dei dati non sia neutra né, tantomeno, istintiva, ma abbia, talvolta, origini antiche, nel solco di precise tradizioni e teorie che si sono occupate appunto di rappresentare la conoscenza e per mettere quindi in evidenza come talune difficoltà connesse all'uso di XML non siano affatto di natura tecnica, ma nascano da tale logica e, in ultima analisi, da quelle teorie e da quelle tradizioni.

2. STRUTTURA E SIGNIFICATO

L'elemento di forza dell'XML e, al tempo stesso, carattere decisivo della sua duttilità, è la possibilità di definire, attraverso il sistema dei marcatori incorporati nel documento, i linguaggi con cui il documento potrà successivamente essere letto e rappresentato, isolando in tal modo l'aspetto strutturale, descritto attraverso un DTD (*Document Type Definition*), da altri due aspetti fondamentali: quello della formattazione, dipendente da strumenti esterni che analizzano in modo critico il documento e, soprattutto quello semantico, cioè il significato dei marcatori.
La *definizione del tipo di documento* descrive accuratamente i marcatori che individuano le porzioni di testo, ma prescinde del tutto da cosa essi possano significare. L'aspetto strutturale dà origine, invece, a una sorta di gerarchia di marcatori *generici*, più ampi, al di sotto dei quali si collocano altri marcatori, per così dire *speciali*, che possono, talora, fungere da generi per ulteriori specificazioni. Chi abbia un minimo di consuetudine con la storia della logica occidentale non può fare a meno di riconoscervi una specie di *albero di* ***Porfirio***. Si tratta di una struttura che venne proposta per intepretare la dottrina aristotelica delle *categorie*, secondo la quale all'interno di ogni tipo di predicato (le categorie appunto di sostanza, relazione, qualità, quantità, luogo, tempo ecc.) si può immaginare un collegamento a cascata di modi di predicazione, adatti a soggetti sempre meno numerosi, a partire dal genere sommo ovvero il nome della categoria (*sostanza*, per esempio), che viene specificato attraverso differenziazioni e specie successive (sostanza vivente o non vivente; sostanza vivente dotata o non dotata di anima vegetativa, sensitiva, razionale ecc), fino a giungere alla più determinata possibile (*uomo*, per esempio) al di sotto della quale non esistono più ulteriori specie, ma solo individui.

Porfirio (233 – 305), filosofo greco, noto soprattutto per aver raccolto gli scritti di Plotino in sei *Enneadi* e per la *Vita di Plotino*. La sua *Isagoge* influenzò il pensiero neoplatonico e la cultura medievale nella quale propose, attraverso i commentari di Mario Vittorino e di Boezio, l'interesse per la logica aristotelica e in particolare per il problema degli *universali*.

E non a caso le principali restrizioni sintattiche imposte dalle descrizioni rappresentate dai DTD consistono quindi nella necessità che l'oggetto descritto sia un *albero* e che non si verifichi, entro tale albero, alcuna sovrapposizione dei marcatori. Il sistema non deve, inoltre, ammettere che entro una porzione di testo marcata in un certo modo si apra un ulteriore marcatore destinato a chiudersi oltre la chiusura del primo. Sarebbe come prendere in considerazione l'eventualità che, entro il *genere animale razionale*, anziché le specie individuate dalla differenza *mortale* e *non*

mortale – per usare uno degli esempi comuni a tutta la tradizione aristotelica – si possano collocare le specie *alto* e *biondo*: gli scandinavi apparterrebbero ad entrambe le specie e non si saprebbe più dove mettere la divinità (razionale e non mortale).
La programmatica indipendenza del punto di vista strutturale ha portato a pensare alla descrizione DTD come del tutto indipendente da ogni implicazione di contenuto, per cui l'organizzazione dell'albero non ha a che vedere di fatto con entità come *animale*, *razionalità*, *scandinavi alti* e *biondi*, ma solo con marcatori come *animale, razionale, scandinavo* i cui rapporti, esclusivamente formali, sono semplicemente quelli descritti nel documento. Avviene dunque che un documento XML ben formato descriva perfettamente l'albero di Porfirio, ma rappresenti anche la struttura informativa della realtà descritta, priva di connotazioni semantiche. In Porfirio, invece, alla cui interpretazione di Aristotele dobbiamo una delle prime manifestazioni della rappresentazione ad albero della conoscenza, la struttura della classificazione esprime le differenze proprie della realtà, il suo aspetto semantico. Questi problemi, che hanno interessato larga parte del dibattito filosofico tardo antico e medievale, sembrano riproporsi oggi in un contesto del tutto diverso con l'idea, sviluppatasi con forza negli ultimi tempi, del ***Semantic Web***: l'ipotesi cioè di arrivare a una sorta di formalizzazione – la più generale possibile – di aspetti semantici, di contenuto, di molteplicità di documenti e soprattutto di tipologie di documento reperibili in rete.
Con una mossa teorica, che ricorda altri passaggi della storia della filosofia occidentale, si sono venuti sviluppando metodi (e linguaggi) che intendono descrivere la semantica dei documenti, introducendo un impianto descrittivo definito su tre livelli [2]: un linguaggio relazionale del tipo "soggetto – predicato – oggetto", per descrivere metadati e modelli dei dati, l'RDF (*Resource Description Framework*); un linguaggio e una sintassi che insieme definiscano e descrivano il vocabolario delle rappresentazioni desiderate, ossia un'estensione dell'RDF pensata per la rappresentazione di strutture più generali, di carattere classificatorio (classi e sottoclassi, per esempio). Queste strutture prendono il nome di schemi e il linguaggio è denominato RDF Schema. Infine, un livello nel quale viene definita formalmente la semantica e gli strumenti di supporto per l'interpretazione automatica. A questo livello, che riguarda la descrizione della realtà di riferimento, si collocano proposte di formalismi quali OIL (*Ontology Interchange Language*) e DAML (*Darpa Agent Mark-Up Language*)+OIL [3].
Ma soprattutto, è a questo punto che compare un termine che in ambito informatico assume un significato quasi tecnico e che suscita invece una grande attenzione da parte di chi si accosta a questi temi da una prospettiva filosofica. La definizione infatti dei possibili oggetti di un mondo in base ai quali articolare la descrizione semantica di una realtà di interesse viene definita ***ontologia***. Non è difficile da parte nostra osservare che un'ontologia, anche nel senso informatico, ha la pretesa di determinare con precisione quali predicati definiscano un soggetto, ne precisino cioè l'essenza, quali predicati siano possibili di un soggetto e, infine, quali oggetti necessariamente esistano nel mondo possibile descritto.

I tre livelli del ***Semantic Web***:

Livello di descrizione della semantica
- OIL
- DAML+OIL

Livello di descrizione dello schema
- RDF Schema

Livello di descrizione del modello dei dati e dei metadati
- RDF

Ontologia è un termine carico di valenze teoretiche nella tradizione del pensiero occidentale e, per avere un punto di riferimento sintetico ma attendibile, è preferibile sfogliare le pagine del *Dizionario di filosofia* di Nicola Abbagnano: "... La seconda concezione fondamentale [di *metafisica*] è quella della metafisica come ontologia o dottrina che studia i caratteri fondamentali dell'essere: quei caratteri che ogni essere ha e non può non avere" [1]. E infatti la costruzione di una ontologia non è altro che la definizione dei caratteri fondamentali di quanto può venire accettato in un determinato mondo possibile, sottoinsieme, nel nostro caso, dei possibili mondi di significato del web semantico. Più sotto, Abbagnano nota che in questo tipo di metafisica sono normalmente implicate: "...a) una determinata teoria dell'essenza, e precisamente quella dell'*essenza necessaria*; b) una determinata teoria dell'essere predicativo e precisamente quella dell'*inerenza*; c) una determinata teoria dell'essere esistenziale e precisamente quella della *necessità*" [1]

Di fronte dunque a una molteplicità di documenti e di tipologie di documento, l'ontologia svolge una funzione unificatrice così come "... ogni scienza è, come tale, studio della sostanza in qualcuna delle sue determinazioni, per esempio, della sostanza in movimento la fisica, della sostanza come quantità la matematica; la metafisica [come ontologia] è la teoria della sostanza in quanto tale" [1]. Ponendosi per una volta, finalmente, nel ruolo di *principio* (Dio, l'Uno, il Demiurgo, o come altro di preferisca chiamarlo), l'uomo definisce quale sia la sostanza in quanto tale nel mondo che vuole unificare e interrogare, costruendo in tal modo quella descrizione semantica, interrogando la quale si potranno al tempo stesso interrogare tutte le fonti da essa descritte.

Ma allora viene da chiedersi se, trattandosi di metafisica, il mondo che si va costruendo assomigli all'albero, di Porfirio e dell'XML, o al reticolo di relazioni fra classi e proprietà descritte in un'ontologia. La risposta sembra ovviamente la seconda, in quanto, come si è più volte ricordato, l'XML pretende di non avere implicazioni semantiche al di fuori dei termini usati per i marcatori. La questione però sta proprio qui e riguarda essenzialmente la possibilità che la struttura ad albero che definisce quella di un documento possa davvero non implicare alcun aspetto semantico.

Gli studi sull'albero di Porfirio hanno mostrato chiaramente che pur pretendendo di essere un *dizionario*, per usare la terminologia con cui Umberto Eco [6] indica un insieme di definizioni che dovrebbero in linea di principio sorreggersi a vicenda senza necessità di alcun ricorso all'esperienza esterna al dizionario, esso si rivela in realtà un'*enciclopedia* e cioè un insieme di definizioni che ricorre all'esperienza per definire un mondo che in qualche modo si assume come esistente all'esterno dell'enciclopedia stessa. Nel caso dell'albero di Porfirio il problema nasce dalla pretesa di arrivare a definire l'essenza delle cose, basando quindi la distinzione che separa le specie all'interno dei generi su caratteri che siano appunto costitutivi dei caratteri essenziali delle specie individuate. Risulta dunque evidente che tutto il peso teorico della struttura poggia proprio sulla scelta delle differenze che devono risultare non puramente accidentali ma per l'appunto essenziali e il fatto che possano esistere, all'interno di un genere, differenze di questo tipo è in realtà solo suggerito dalle differenze che vengono osservate nella realtà empirica, rispetto alle quali le differenze essenziali risultano sintomi, indizi. Ma se le cose stanno così, di fatto si ammette che la costruzione dell'albero poggia su dati empirici e non è la struttura puramente formale di essenze subordinate le une alle altre. Dovrebbe essere, dunque, il modello metafisico della realtà, o almeno della nostra conoscenza, e si rivela invece una imitazione della realtà o del modo in cui la conosciamo[1].

Un secondo problema sta nella pretesa assenza di sovrapposizione fra i marcatori, ovvero nella univocità dei nodi dell'albero: nella struttura dell'albero porfiriano non si può escludere che le medesime differenze compaiano in posizioni diverse, al di sotto di nodi diversi dell'albero. Ci si può chiedere ad esempio se solo le sostanze viventi sensitive vegetative e razionali siano divisibili in mortali e non mortali o se invece non potrebbe risultare più opportuno dividere le sostanze viventi sensitive vegetative mortali in razionali e non razionali, oppure ancora se la stessa coppia di differenze non debba necessariamente comparire in punti diversi della struttura, creando esattamente il fenomeno della sovrapposizione tra definizioni diverse, per cui una parte di una specie cadrebbe all'interno di un'altra, anche se non totalmente.

È naturalmente vero che una struttura descritta dai marcatori XML non ha le stesse pretese della struttura porfiriana, non mira cioè a produrre una definizione, una somma di differenze che coincidano esattamente con l'oggetto che si intende descrivere e tuttavia il richiamo alla centralità delle differenze ci riporta a considerare che l'articolazione

[1] "Il dizionario ... si dissolve necessariamente, per forza interna, in una galassia potenzialmente disordinata e illimitata di elementi di conoscenza del mondo. Quindi diventa un'enciclopedia e lo diventa perché di fatto era un'enciclopedia che s'ignorava ovvero un artificio escogitato per mascherare l'inevitabilità dell'enciclopedia" [6].

dei marcatori non sembra poter essere del tutto priva di portata semantica. Si può pretendere che i loro nomi siano puramente convenzionali e non portino con sé alcun significato, ma è la scelta delle relazioni di subordinazione a reintrodurre il dubbio e, soprattutto, la loro possibile comparsa in porzioni diverse del documento da descrivere[2].
La questione che nasce è una questione di fondo: sembra impossibile isolare completamente l'aspetto strutturale da quello semantico o, forse è meglio dire, l'aspetto strutturale porta inevitabilmente con sé delle componenti semantiche, perché a queste si fa inevitabilmente riferimento per risolvere i dubbi sui tipi di subordinazione, sulle ripetizioni dei marcatori, sul modo in cui evitare le sovrapposizioni. Dunque, quando si pretende che i DTD definiscano esclusivamente tipi di documento, lasciando ancora non risolte la questioni semantiche, affidate solo al livello della ontologia, si pretende qualcosa che non è compatibile con la struttura descritta. Tutti i rapporti tra i vari livelli su cui si articola la gestione dei documenti XML vengono quindi in qualche misura sconvolti da implicazioni che la tradizione occidentale della rappresentazione della conoscenza ci aiuta a individuare e ci ricorda di tenere sempre presenti.

3. DALLA STRUTTURA ALL'ONTOLOGIA

Se dunque da un lato scopriamo che la struttura di un documento XML non può essere del tutto priva di portata semantica e che l'aspetto semantico e quello strutturale non possono essere chiaramente distinti se non sulla base di una convenzione, dall'altro verifichiamo il sorgere dell'esigenza di arricchire la rappresentazione XML con costrutti capaci di descrivere le conoscenze in nostro possesso in termini pienamente semantici.
A questo proposito, può risultare interessante considerare come alcune delle soluzioni proposte per il Semantic Web ripercorrano un dibattito che ha attraversato ampiamente la storia della filosofia occidentale. La diffusione dell'XML ha delineato uno scenario, ancora non attuale ma possibile, nel quale il web diviene un immenso serbatoio di informazioni e documenti che condividono lo stesso modello di rappresentazione. In questo ampio insieme di alberi di Porfirio si presentano da subito due problemi.
Il primo è il fatto che la struttura dell'albero è contemporaneamente portatrice di un valore semantico, per le ragioni appena esposte, ma al tempo stesso non è sufficiente per determinare univocamente i significati associati a ogni documento. Come nel caso di Porfirio, il valore semantico della struttura è determinato dalla capacità classificatoria dell'albero, ma quest'ultimo non è sufficiente ad esprimere senza ambiguità l'insieme di relazioni che ogni nodo può avere con gli altri. In altri termini, non associa al documento alcuna regola di interpretazione.
L'intepretazione semantica rimane così un'attività lasciata al fruitore del documento. L'idea del Semantic Web è invece propriamente quella di aggiungere ad ogni contenuto informativo una descrizione e delle regole di interpretazione univoche, comprensibili e processabili da una macchina. Il problema dell'intepretazione e dell'univocità fu ciò che spinse il pensiero occidentale a discostarsi progressivamente dal modello porfiriano della rappresentazione, esattamente come le stesse motivazioni portano oggi la ricerca sul Semantic Web a definire linguaggi e modelli di rappresentazione basati su logiche diverse da quelle dell'albero XML, che diviene sempre di più un modello esclusivamente sintattico.
Il secondo problema riguarda la necessità di strumenti di integrazione fra le diverse fonti informative. Questo problema esula dalle finalità di questo intervento, ma è utile ricordarlo dal momento che esso mette in luce due aspetti interessanti. Il primo è che le ontologie vengono utilizzate a questo scopo propriamente in virtù dell'istanza di unitarietà che portano con sé. L'accezione informatica e quella filosofica del termine ontologia non sono, sotto questo profilo, molto distanti. Il secondo, consiste nel fatto che nel momento in cui si rende necessaria la rap-

[2] "...ciò che costituisce la vera differenza non è né l'uno accidente né l'altro, è il modo in cui li raggruppiamo riorganizzando l'albero" [6].

presentazione di una realtà di interesse e non di un dato, di un mondo e non di un individuo, in informatica come in filosofia, viene meno il modello gerarchico e classificatorio dell'albero, in favore di un modello relazionale e predicativo. Potremmo dire, forse, che le specificazioni che possiamo dare di una sostanza, nella definizione di un albero e di una classificazione, non sono sufficienti a descrivere un mondo nel quale si diano più alberi e più classificazioni e che la realtà non può essere descritta nei termini del concetto di sostanza, quanto piuttosto in quelli del concetto di relazione.

3.1. Un esempio

A prima vista dunque un insieme di conoscenze sembrerebbe rappresentabile attraverso una gerarchia di concetti e un insieme di proprietà e attributi di tali concetti. Ma ad un esame più attento questo modello, il modello ad albero, si rivela insufficiente allo scopo, non perché sia privo di contenuto semantico, ma piuttosto perché di tale semantica non viene definita alcuna regola di interpretazione, perché il modello appare insufficiente di fronte all'insieme delle possibili relazioni fra i concetti. La struttura di un documento XML, come l'albero di Porfirio, esempi entrambi di alberi, non bastano a risolvere la ricchezza delle possibili relazioni: in entrambi i casi necessitiamo di linguaggi e modelli di rappresentazione più ricchi. Si cercherà attraverso un esempio di mostrare come lo stesso patrimonio informativo possa venire rappresentato in modo diverso in un documento XML e in un'ontologia, costituendo così un insieme diverso di conoscenze. Si vedrà anche come i limiti della rappresentazione XML siano gli stessi limiti del modello porfiriano.
Si immagini dunque di dover descrivere una realtà nella quale vi siano *animali* e *piante*. Delle piante facciano parte gli *alberi*, composti da *rami*, composti a loro volta da *foglie*. Gli animali si dividono in *carnivori* ed *erbivori*: i primi mangiano animali, i secondi piante [5]. Un possibile albero che rappresenti questa situazione potrebbe essere quello riportato nella figura 1.
Il modello è naturalmente molto semplice, ma si presta da subito ad alcune considera-

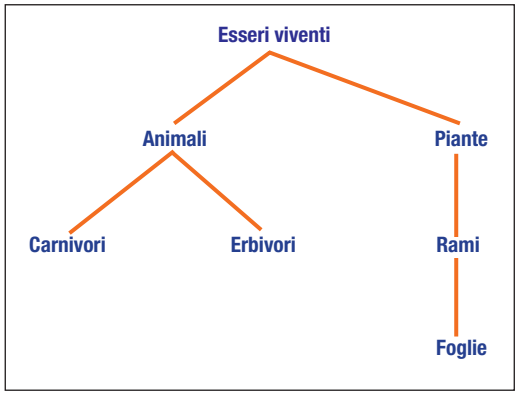


FIGURA 1
Esempio di modello di classificazione

zioni. Dal punto di vista strutturale non vi è alcuna differenza fra la relazione che intercorre, ad esempio, fra Animali e Carnivori e quella che intercorre fra Piante e Rami: in entrambi i casi si è di fronte a due relazioni di subordinazione. Il fatto che Rami sia l'unico sottonodo di Piante è irrilevante (è sempre possibile per completezza aggiungere il nodo NonRami come sottonodo di Piante).
Tuttavia ci si potrebbe chiedere se, dal punto di vista semantico, il concetto di ramo stia a quello di pianta come quello di carnivoro a quello di animale.
Ora si supponga che si voglia intendere che il ramo è una parte della pianta, mentre i carnivori sono un sottoinsieme degli animali. Fra il concetto di parte e quello di sottoinsieme vi è una chiara differenza (un carnivoro è un animale, un ramo non è una pianta) ma l'albero non offre alcuna possibilità di segnalare questa differenza. In altri termini, a partire dalla rappresentazione data non è possibile definire alcuna regola che dica in che modo si debba interpretare le relazioni che intercorrono fra nodi e sottonodi. Il fatto che all'albero non sia associata alcuna euristica non significa però affermare che tale rappresentazione sia totalmente priva di valore semantico. Non sarebbe infatti possibile sostenere, per esempio, che un erbivoro è una pianta.
La struttura dell'albero, nel caso di Porfirio come di un documento XML, pone dunque dei vincoli all'interpretazione semantica, non rappresenta in modo neutro le informazioni fornite, ma, al tempo stesso, non definisce nemmeno regole di intepretazione univoche per le relazioni descritte. Una seconda osservazione riguarda il fatto che

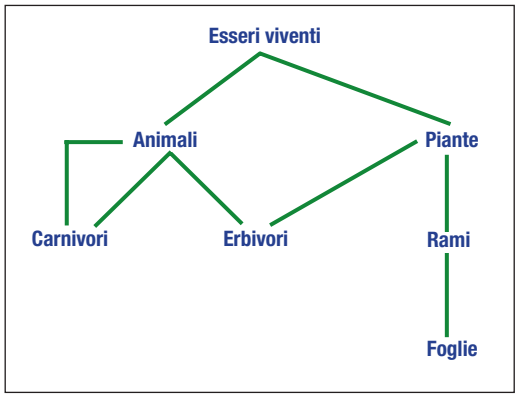


FIGURA 2
Inserimento delle relazioni Carnivori/Animali ed Erbivori/Piante

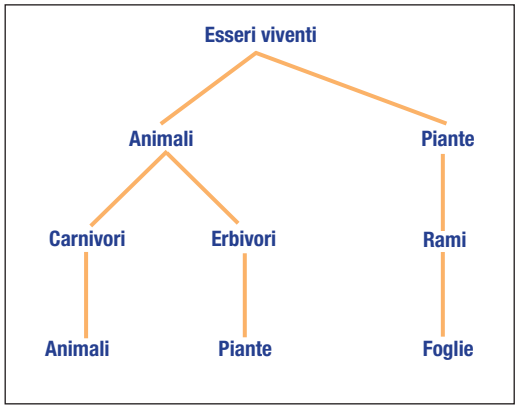


FIGURA 3
Ripetizione dei nodi Animali e Piante

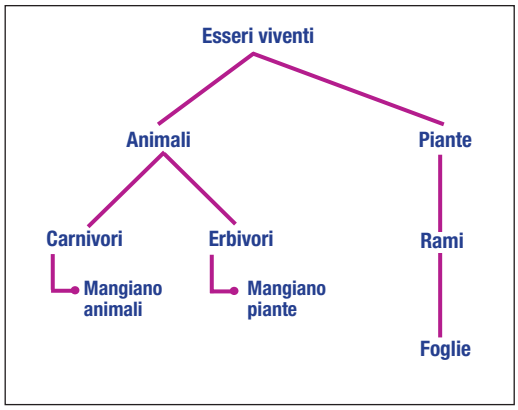


FIGURA 4
Le caratteristiche di Carnivori ed Erbivori come attributi

nell'albero proposto non vi è traccia del fatto che i carnivori siano tali in quanto mangiano animali, mentre gli erbivori mangiano piante.
Per esprimere queste caratteristiche delle due specie di animali si hanno tre soluzioni possibili: la prima consiste nel definire una relazione fra il nodo Carnivori e il nodo Animali e una fra il nodo Erbivori e il nodo Piante, come mostrato dalla figura 2. Questa soluzione, però, non è ammessa né dall'albero porfiriano né da XML, perché dissolve la struttura ad albero, dal momento che Animali è sia radice che nodo di Carnivori e che l'elemento Erbivori ha due radici.
Una seconda soluzione consiste nel definire come sottonodo di Carnivori un nuovo elemento Animali e come sottonodo di Erbivori un nuovo elemento Piante, come mostrato in figura 3.
Questa soluzione non è ammessa dall'albero di Porfirio, in cui i nomi dei nodi indicano generi e specie univoci, mentre è ammessa, sul piano sintattico, da XML. Il problema è però se tale soluzione esprima correttamente le definizioni proposte di Carnivori ed Erbivori. Se si assume che le definizioni si basino sull'identità e univocità dei termini utilizzati, allora affermare nel contesto iniziale che gli Erbivori mangiano Piante, significa anche affermare che gli Erbivori mangiano oggetti non animali, il che non è però univocamente deducibile dalla rappresentazione di figura 3.
Ne segue che se si rappresenta una definizione in cui vale l'univocità dei termini utilizzati questa soluzione non rappresenta la definizione proposta ed è inadeguata indipendentemente dalla sua ammissibilità sintattica. La terza soluzione consiste nel non considerare le caratteristiche di Carnivori e Erbivori come loro proprietà, ovvero come specifiche e caratteristiche relazioni fra essi ed altri elementi, ma considerarle piuttosto come loro attributi, ovvero come specificazioni degli elementi Carnivori ed Erbivori in quanto tali, indipendentemente dal contesto in cui sono collocati. Avendo tralasciato gli aspetti sintattici, un'illustrazione intuitiva di questa soluzione può essere quella di figura 4.
Ciò che interessa in questo caso è il fatto che piante e animali diventano i valori di una caratteristica propria degli elementi Carnivori ed Erbivori. In questo modo viene salvaguardata la struttura ad albero, ma quella che nell'albero porfiriano si sarebbe definita differenza specifica, smette di essere una relazione, in questo caso fra mangiante e mangiato, per divenire parte integrante dell'elemento definito.
Si tratta del trionfo di un'impostazione che pone al centro la sostanza a scapito della relazione. In questa soluzione un erbivoro non è un individuo che ha una relazione di

appartenenza con la classe Animali e una relazione “mangia” con la classe Piante, bensì un individuo che appartiene alla classe Animali e che ha come caratteristica propria il mangiare piante. Per piante non si intende più una classe di oggetti della realtà, ma semplicemente un valore distintivo per quell’attributo, più o meno accidentale. Questa soluzione è la più corretta al fine di salvaguardare la struttura dell’albero ma valgono per essa le osservazioni fatte per la seconda soluzione, dal momento che perdendo quella che porfirianamente si potrebbe definore differenza specifica come relazione e descrivendola solo come attributo, si perdono per esempio delle informazioni sull’elemento Piante, che non è più oggetto di alcun appetito.
Oltre alle varie osservazioni già fatte, rimangono due fondamentali ragioni per le quali l’esigenza di avere una adeguata rappresentazione della conoscenza in nostro possesso impone di abbandonare, o almeno di arricchire, il modello ad albero, sia che si tratti di XML che dell’albero porfiriano.
La prima è rappresentata da questo interrogativo e si tratta di un problema già caratteristico dell’albero porfiriano: si immagini di dover inserire nella descrizione una pianta carnivora.
Il problema è simile a quello affrontato in precedenza e sono possibili diverse soluzioni, ma la domanda, dal punto di vista ontologico, è: animali e piante sono differenti specie del genere *carnivoro*, oppure carnivoro è una specie dei generi animali e piante? Tentare di rispondere a questa domanda nei termini dell’albero di Porfirio è come tentare di definire una gerarchia fra i vertici di un triangolo equilatero. Questo perché lo strumento adeguato ad affrontare il problema è il concetto di relazione, ammettendo che vi possano essere relazioni non gerarchiche.
La seconda ragione è che nessuna delle soluzioni proposte offriva la possibilità di definire un’interpretazione delle relazioni rappresentate, mentre occorre uno strumento che permetta di definire non soltanto relazioni di tipo non gerarchico, ma anche di associare a queste un’interpretazione, distinguendo per esempio la relazione “essere parte di” dalla relazione “essere sottoinsieme di”.

4. IL MODELLO PREDICATIVO

La caratteristica dunque che più di ogni altra costituisce un limite alle capacità rappresentative di XML, ma soprattutto dell’intera tradizione del modello ad albero, è l’assenza di relazioni interpretabili. Nello sforzo di definire un modello per la rappresentazione della conoscenza, che necessita come si è visto di essere un modello semanticamente ricco, non è dunque rilevante solo la centralità della relazione sulla sostanza, ma anche, e forse soprattutto, la questione cruciale dei tipi di relazioni, e la possibilità stessa di distinguere e definire tipologie diverse di relazione, sia dal punto di vista del significato che ad esse si associa, sia dal punto di vista delle proprietà di tali relazioni e della definizione di un dominio e di un *range* di applicabilità.
Per queste ragioni la riflessione su questi temi, ha lentamente superato il modello porfiriano per generare un modello predicativo e logico che potesse essere sia criterio di rappresentazione della conoscenza che supporto a quello che si definisce ragionamento, ovvero alla capacità di costruire su tale rappresentazione un insieme di possibili deduzioni che ne verifichino la coerenza. Un lontano tentativo in questa direzione, ancora in un contesto del tutto dissimile da quello logico-predicativo, ma nel quale è evidente uno sforzo deduttivo è fornito dalla teoria della *resolutio-compositio* di Roberto Grossatesta, che nel XIII secolo propone un approccio per alcuni versi straordinariamente simile a quello delle moderne ontologie: Grossatesta descrisse un duplice procedimento che chiamò *resolutio-compositio*.
Questi termini erano derivati dagli studiosi greci di geometria e da Galeno, ed erano, ovviamente, la traduzione latina delle parole greche *analisi* e *sintesi*. Grossatesta in sostanza derivò da Aristotele il principio centrale del proprio metodo, ma lo sviluppò con maggior completezza. Il metodo seguiva un ordine ben definito. Per mezzo del primo procedimento, *la resolutio*, egli mostra-

va come ricavare e classificare, per somiglianze e differenze, i principi componenti o elementi costituenti il fenomeno.
Questo gli dette ciò che chiamò la definizione nominale.
Cominciava col raccogliere esempi del fenomeno in esame e col notare tutti gli attributi che avevano in comune, finché arrivava alla "formula comune" che enunciava la relazione empirica osservata; quando gli attributi venivano trovati di frequente associati si poteva sospettare una connessione causale.
In seguito, mediante l'opposto procedimento della *compositio*, risistemando le proposizioni in modo che le più particolari risultassero derivate deduttivamente da quelle più generali, dimostrava che il rapporto tra generale e particolare era un rapporto di causa ed effetto: metteva cioè le proposizioni in ordine causale. Illustrò il suo metodo mostrando come arrivare al principio comune in base al quale certi animali hanno le corna; nel capitolo 4 del libro III del suo commento agli Analitici Secondi egli disse che la presenza di corna "dipende dalla mancanza di denti nella mascella superiore in quegli animali ai quali la natura non fornisce altri mezzi di sopravvivenza che le corna", analogamente a quanto fa per il cervo con la sua velocità e con il cammello con la sua mole.
Negli animali provvisti di corna, la materia che doveva servire a formare i denti andava invece a formare le corna. Aggiungeva Grossatesta: "Il non avere i denti nelle due mascelle è anche la ragione per cui quegli animali hanno più di uno stomaco", correlazione che egli faceva risalire alla deficiente masticazione negli animali provvisti di una sola fila di denti" [4]. Quella istanza deduttiva che in Grossatesta è accennata diverrà centrale secoli dopo con lo sviluppo delle logiche predicative, anche come strumento di rappresentazione della conoscenza. Questo spostamento è quanto avviene anche nel Semantic Web che, prima nel trattare i metadati, con l'RDF, poi nell'ultimo livello, quello ontologico, si avvale esattamente di linguaggi e formalismi di natura logico-predicativa.
Uno di questi linguaggi, da cui si trarrà il successivo esempio, si chiama Ontology Interchange Language (OIL) [7].
Senza entrare nei dettagli di tale linguaggio, ciò che ci interessa qui da vicino è il modo in cui viene risolta la rappresentazione delle relazioni e quale modello rappresentativo ha origine da essa. OIL consiste in definizioni di classi (*class-def*) attraverso le quali rappresentare i concetti della realtà da descrivere, e da definizioni di slot (*slot-def*) i quali risolvono appunto l'esigenza di rappresentare relazioni binarie fra classi, e vincoli (*slot-constraint*) su esse, mentre nel modello ad albero non vi è alcun costrutto per rappresentare le relazioni in se stesse. Per esemplificare si può osservare come sia descritta in OIL la situazione esaminata precedentemente:

class-def animale
class-def pianta
    subclass-of NOT animale
class-def ramo
    slot-constraint parte-di
        has-value pianta
class-def foglia
    slot-constraint parte-di
        has-value ramo
class-def carnivori
    subclass-of animale
    slot-constraint mangia
        value-type animale
class-def erbivori
    subclass-of animale, **NOT** carnivori
    slot-constraint mangia
        value-type pianta
        OR
        (**slot-constraint** parte-di
            has-value pianta)

Appare evidente il cambiamento: le relazioni, pur non rinunciando a definire relazioni gerarchiche come nel caso delle sottoclassi, sono varie e diverse fra loro. Si possono distinguere l'essere sottoinsieme dall'essere parte di una classe precedente e vi sono vincoli sulle relazioni che ne determinano anche le regole di applicabilità. In altri termini, alle diverse relazioni è associata un'interpretazione univoca. Questo modifica totalmente il modello porfiriano ed aumenta le capacità espressive della rappresentazio-

ne. Dovendo rappresentare graficamente questo modello non si avrà più un albero, ma piuttosto una rete di relazioni, come mostrato in figura 5.

5. CONCLUSIONI

In questo intervento si è tentato di mostrare, per quanto sommariamente, i punti di contatto e i rapporti fra lo sviluppo della discussione sui modelli di rappresentazione della conoscenza in momenti della storia della filosofia anche molto lontani dai nostri giorni e il dibattito contemporaneo che coinvolge XML e più in generale il Web.
Tale parallelismo mirava soprattutto a mettere in luce il fatto che frequentemente l'informatica ripropone, amplifica e rimette in discussione temi sui quali insistono lunghe e rilevanti tradizioni di pensiero. Per questa ragione occorre, a parere di chi scrive, sottolineare come la sola dimensione tecnica della discussione informatica non sia sufficiente, soprattutto a proposito della rappresentazione della conoscenza, per esaurire e comprendere appieno il senso del dibattito in corso e delle soluzioni proposte.
Le difficoltà nell'utilizzare la semplice codifica XML come strumento di rappresentazione della conoscenza, ad esempio, non nascono da problemi di carattere tecnico o sintattico, ma piuttosto da limiti propri del modello concettuale utilizzato.
Non è però solo l'informatica che può trarre spunto da alcune delle riflessioni proposte dalla tradizione filosofica, ma è anche quest'ultima, che spesso si è trovata alle prese con questi problemi, a poter trovare materia di stimolo e terreno di applicazione in alcuni dei settori di ricerca delle discipline informatiche, ritrovando problemi e questioni antichi, ma oggi di grande attualità ed importanza, dal punto di vista della ricerca teorica come della applicazione pratica per l'informazione e la comunicazione.

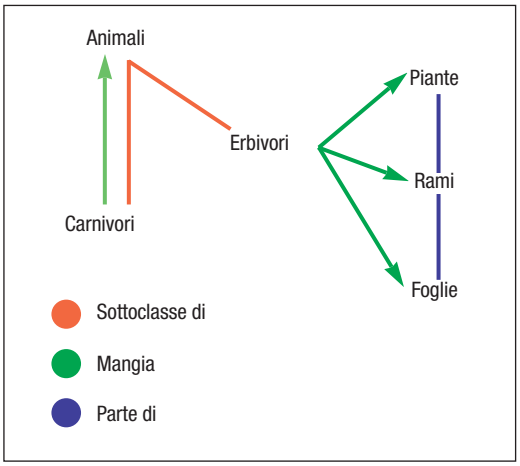


FIGURA 5
Una rappresentazione del modello OIL

Bibliografia

[1] Abbagnano N: *Dizionario di filosofia*. UTET, Torino 1968, voce Metafisica, p. 561.

[2] Berners-Lee T: *Semantic web road map, Internal note*. World Wide Web Consortium, 1998.

[3] Broekstra J, et al.: *Adding formal semantics to the Web, building on top of RDF Schema*. 2000

[4] Crombie AC: *Da Agostino a Galileo. Storia della scienza dal V al XVII secolo*. Feltrinelli, Milano 1970, p. 221-222.

[5] Decker S, et al.: *The Semantic Web: The Roles of XML and RDF*. IEEE, set-ott 2000.

[6] Eco U: *L'albero di Porfirio, in Semiotica e filosofia del linguaggio*. Einaudi, Torino 1984.

[7] Horrocks I, et.al.: *The Ontology Interchange Language OIL*. Tech. Report, Free Univ. of Amsterdam, 2000.
http://www.ontoknowledge.org/oil/.

MASSIMO PARODI è professore di Storia della Filosofia Medievale presso l'Università degli Studi di Milano. Fa parte del gruppo di docenti della Facoltà di Lettere e Filosofia che ha promosso il Master in Metodologie dell'informatica e della comunicazione per le scienze umanistiche.
e-mail: massimo.parodi@unimi.it

ALFIO FERRARA è laureato in filosofia e collabora attualmente col Dipartimento di Scienze dell'Informazione dell'Università degli Studi di Milano, dove si occupa di problemi connessi all'integrazione di sorgenti di dati eterogenee e al Semantic Web.
e-mail: ferrara@dsi.unimi.it

UMTS
QUALI APPLICAZIONI

Leopoldo Tranquilli

Partendo da una disamina iniziale sulle principali caratteristiche dello standard UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*), il presente articolo si pone l'obiettivo di illustrare le principali aree applicative che verranno supportate grazie all'avvento dei sistemi radiomobili di terza generazione (3G).

1. INTRODUZIONE

L'avvento ormai prossimo del sistema radiomobile di terza generazione (3G), comunemente noto in Europa con il nome di UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*), introduce un ulteriore *step* evolutivo nello sviluppo delle comunicazioni mobili.
L'*asset* più rilevante di questa tecnologia è in tal senso costituito, da un lato, dal supporto flessibile di elevate velocità di trasmissione dati (che possono arrivare fino a 384 kbit/s in ambito *outdoor* e fino a 2 Mbit/s in ambito *indoor*) e, dall'altro, dalla capacità, insita nel tipo di codifica del segnale radioelettrico utilizzata, di trattare voce e dati in maniera completamente integrata.
Un altro concetto altamente innovativo introdotto dall'UMTS è denominato *Open System Access* (OSA) [9]: si tratta di uno strato di interfaccia standard di accesso alle risorse di rete e di terminale, in grado di consentire all'operatore (ma anche ad eventuali terze parti interconnesse) di sviluppare nuovi servizi con un veloce *time-to-market* e con grande flessibilità. La filosofia di standardizzazione UMTS non prevede, infatti, di specificare completamente ogni singolo nuovo servizio, ma definisce una serie di primitive di base (*service capability*), offerte da elementi di rete *ad hoc* (*Service Capability Server*, SCS) e utilizzabili dalle applicazioni per l'implementazione di servizi *end-to-end* [5, 8].
Oltre alla flessibilità/rapidità nella definizione dei nuovi servizi, l'approccio OSA, se visto in abbinamento con la tecnologia delle **SIM card** (che l'UMTS erediterà dal sistema radiomobile GSM, *Global System for Mobile Communication*), avrà, infine, il grande vantaggio di favorire la realizzazione di servizi sviluppati in una logica di *Virtual Home Environment* (VHE) [6], inteso come ambiente

La **SIM** (*Subscriber Identity Module*) **Card** è una smart card dotata di memoria (fino a 64 K) e microprocessore, contenente dati e algoritmi che permettono al gestore di autenticare il cliente, nonché di abilitarlo alla fruizione dei servizi di base e a valore aggiunto offerti dalla rete GSM.

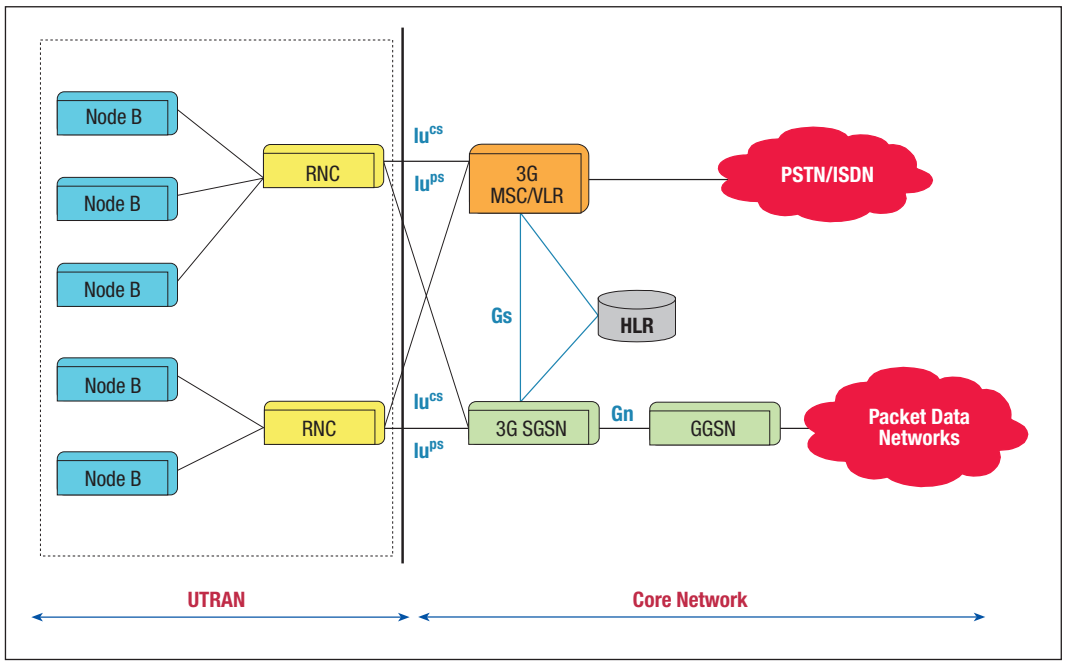


FIGURA 1
Architettura del sistema UMTS

virtuale in cui il cliente può beneficiare degli stessi servizi, utilizzando la medesima interfaccia (personalizzazioni comprese), a prescindere dalla specifica rete e/o terminale utilizzato (Figura 1).

2. TIPOLOGIE DI APPLICAZIONI

Quanto appena premesso indica che l'UMTS costituisce una piattaforma tecnologica di base in grado di supportare, in linea di principio, un numero illimitato di servizi. Tenuto conto di ciò, per semplicità di trattazione risulta utile fare riferimento alla seguente macro-classificazione funzionale [2, 3, 4], coerentemente con la visione ormai consolidata in ambito internazionale:

- VideoTelefonia;
- Multimedia *Messaging*;
- *Infotainment*;
- Accesso ad *Internet/Intranet*;
- Georeferenziazione.

Tali categorie sono chiaramente utilizzabili anche in maniera combinata, per dare vita a servizi tecnicamente più complessi, ma nello stesso tempo in grado di soddisfare esigenze di comunicazione più evolute (si pensi, per esempio, al caso dei servizi orientati al commercio elettronico, che possono, in generale, utilizzare funzionalità appartenenti a ciascuna delle categorie indicate).

2.1. VideoTelefonia

Il servizio tecnologicamente più innovativo introdotto dall'UMTS è probabilmente costituito dalla video-telefonia. Grazie a tale servizio, che si configura a tutti gli effetti come l'evoluzione multimediale del servizio di base GSM, il cliente dotato di videotelefono UMTS (ovvero, di un terminale UMTS dotato di videocamera) potrà effettuare chiamate audio/video verso altri clienti UMTS, ma anche verso clienti dotati di accesso ISDN/ADSL (*Integrated Services Digital Network /Asymmetric Digital Subscriber Line*) o, più semplicemente, connessi ad Internet. Tali chiamate potranno utilizzare sia connessioni *a circuito*, con assegnazione permanente delle risorse di rete durante tutta la durata della comunicazione, sia connessioni *a pacchetto*, con assegnazione delle risorse di rete ottimizzata in funzione delle esigenze di utilizzo.

Per poter effettuare una videotelefonata, il cliente dovrà innanzitutto selezionare, sul menu del proprio terminale, l'opzione di chiamata multimediale specificando l'indirizzo del cliente destinatario: un normale numero telefonico nel caso di chiamata verso altro cliente UMTS o verso numero di rete fissa, un indirizzo IP (*Internet Protocol*), o un indirizzo simbolico nel caso di comunicazione verso utente Internet. Il terminale invierà, quindi, la richiesta di chiamata multi-

mediale alla rete, la quale, a sua volta, contatterà il terminale di destinazione richiedendo di instaurare una chiamata multimediale; a questo punto, il terminale di destinazione segnalerà, al cliente destinatario, l'arrivo di una chiamata multimediale.
Se il terminale di destinazione sarà in grado di supportare questo tipo di chiamata (e il cliente destinatario accetterà di rispondere), la chiamata andrà a buon fine e la connessione verrà instaurata; se, invece, il terminale di destinazione non sarà in grado di supportare la chiamata multimediale, la connessione sarà automaticamente tramutata in una normale chiamata in fonia (*voice-only*).
Tra le caratteristiche tecniche più rilevanti di questo servizio [12, 13], va evidenziato che, al pari della telefonia vocale, la videotelefonia è un servizio di tipo conversazionale con elevati requisiti di tempo reale.
Da ciò ne consegue che, al fine di offrire al cliente un servizio di qualità adeguata, il valore assoluto e la variabilità del tempo di ritardo dovranno essere contenuti entro limiti predefiniti (generalmente entro 150 msec). Il formato video/audio della videotelefonia si baserà inoltre sullo **standard** di terminale **H.324** per le connessioni a circuito (con una variante specifica per i servizi mobili 3G, denominata 3G-324 M), mentre per le connessioni a pacchetto sarà adottato lo **standard H.323**.

Lo **standard H.323** è definito dall'ITU-T per il supporto di servizi di videoconferenza multimediale su reti a commutazione di pacchetto. Lo **standard H.324** è lo standard di seconda generazione, sempre definito dall'ITU-T, per il supporto di servizi di videoconferenza multimediale su reti a commutazione di circuito con basso *bit-rate*.

I servizi di videotelefonia mobile potrebbero trovare interessanti ambiti di applicazione, da un lato, nella comunicazione *person-to-person* (soprattutto tra clienti *business*) e, dall'altro, nel contesto di servizi interattivi multimediali, del tipo *Customer Care multimediale*, *E-Shopping audio/video ecc.*.
La possibilità di instaurare comunicazioni contemporanee di tipo voce/dati, permetterà, inoltre, di arricchire il servizio di comunicazione di base mediante applicazioni di tipo *WEB/video-call*, quali, per esempio, il cosiddetto *Click-to-talk* , la possibilità, cioè, di instaurare una chiamata audio/video da WEB cliccando su uno specifico *hyperlink*.

2.2. Multimedia Messagging

I servizi di messaggistica multimediale (*Multimedia Messaging Services*, MMS) possono essere considerati come l'evoluzione naturale del servizio di messaggistica testuale SMS (*Short Message Service*) definito nel contesto dello standard GSM.
Tali servizi permetteranno ai clienti di inviare e ricevere messaggi di tipo multimediale, ovvero contenenti non solo testo, ma anche immagini, fisse o in movimento, e contenuti audio/video.
Come tutti i servizi di messaggistica, gli MMS sono servizi di tipo **store & forward** senza alcun requisito di tempo reale: l'informazione da trasferire viene affidata alla rete, che provvede all'inoltro verso il destinatario non appena quest'ultimo si trova in una zona coperta dal segnale radioelettrico ed è dotato di terminale MMS-compatibile.

Nel servizio **store & forward** l'informazione inviata dal terminale mittente viene dapprima memorizzata sui sistemi di rete, per poi essere inviata, in tempi successivi, verso il terminale destinatario, in funzione della disponibilità di quest'ultimo alla ricezione.

Da un punto di vista più strettamente tecnico, i servizi MMS [7, 10] si basano sull'utilizzo di due entità funzionali denominate MMS *Server* e MMS *Relay* e incaricate, rispettivamente, di memorizzare e gestire i messaggi multimediali inviati e ricevuti dai clienti UMTS. In funzione delle scelte tecnologiche del costruttore, tali entità possono risiedere su piattaforme separate o venire combinate all'interno di una stessa piattaforma. In dipendenza dei differenti scenari d'utilizzo, tali entità possono interagire con la rete UMTS (per esempio, HLR, *Hardware Requirements List*), oppure possono interlavorare con i sistemi di messaggistica di altre reti (voice *mail*, *e-mail* ecc.).
All'interno del terminale, la gestione dei servizi MMS è affidata ad una funzione software denominata MMS *User Agent*, in grado di interlavorare con le funzioni MMS Server e Relay tramite un nuovo protocollo

denominato *MM* (*MultiMedia*) *Transfer Protocol A* (Figura 2).
Per poter inviare un messaggio MMS, il cliente dovrà selezionare un'apposita opzione dal menu del proprio terminale, individuare il contenuto multimediale che desidera allegare al messaggio, inserire un eventuale testo di accompagnamento, specificare l'indirizzo del destinatario e, infine, confermare l'invio. La rete prenderà "in carico" il messaggio e notificherà al terminale di destinazione (per esempio, tramite notifica WAP, *Wireless Application Protocol*, *push*) la presenza di un messaggio multimediale in attesa; una volta ricevuta la notifica, il destinatario del messaggio si connetterà al Centro Servizi di Messaggistica Multimediale ed effettuerà il *downloading* del messaggio.
I principali formati supportati dal servizio MMS saranno: MP3 (*Moving Picture Experts Group Layer-3 Audio*), WAV (*Windows Wave*), MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), per quanto riguarda file audio; JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), GIF (*Graphic Interchange Format*), per quanto riguarda le immagini; MPEG-4 (*Motion Picture Experts Group Layer-4 Video*), *QuickTime*, per quanto riguarda file video.
Utilizzando la messaggistica MMS è possibile realizzare una molteplicità di servizi, partendo dalla semplice evoluzione della messaggistica person-to-person, a supporto della quale sarà importante la disponibilità sul mercato di terminali dotati di fotocamera e videocamera integrata: tali dispositivi consentiranno, infatti, al cliente di acquisire contenuti multimediali in maniera autonoma (per esempio, una fotografia o un breve *video-clip*), per un successivo invio tramite MMS a parenti, amici ecc..
Altri esempi di servizi basati su MMS possono essere:

- *servizi informativi push/pull* (per esempio, news contenenti testo, immagini, video-clip);
- *servizi di mobile virtual community* (per esempio, *chat* testuale con possibilità di scambio immagini/video-clip tra partecipanti);

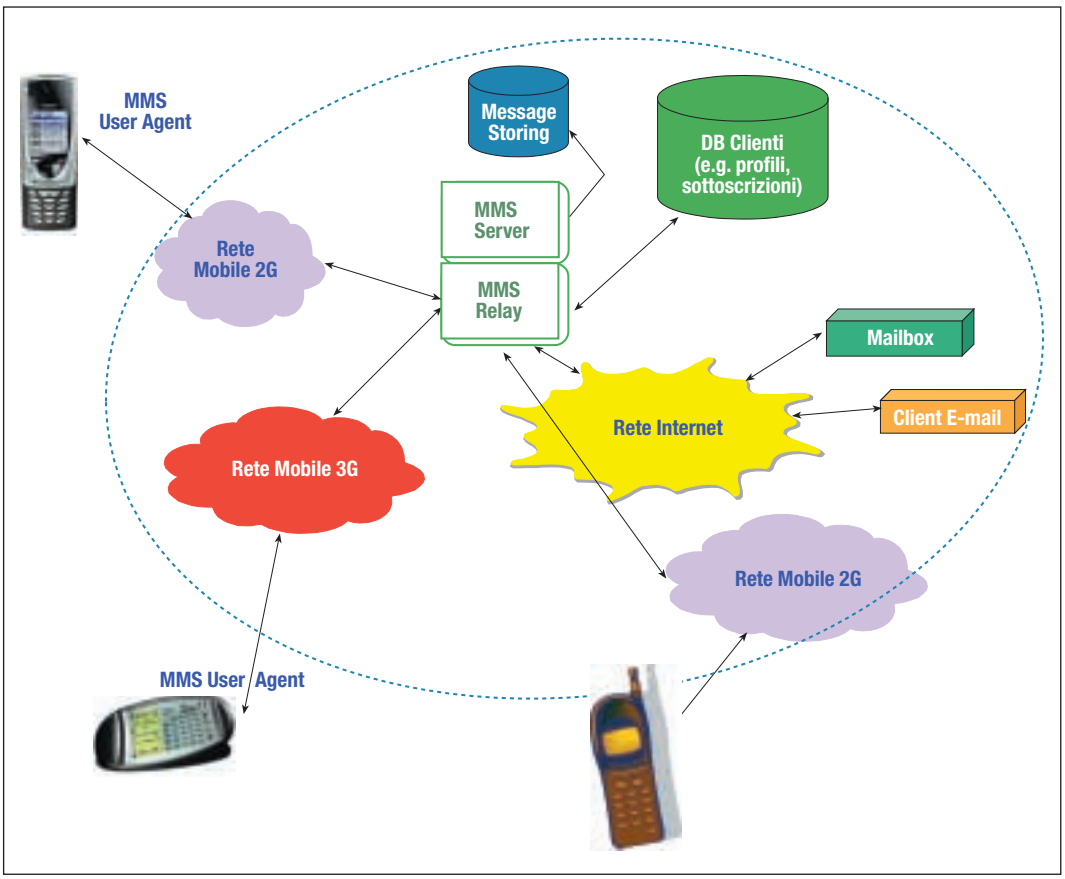


FIGURA 2
Architettura MMS per UMTS

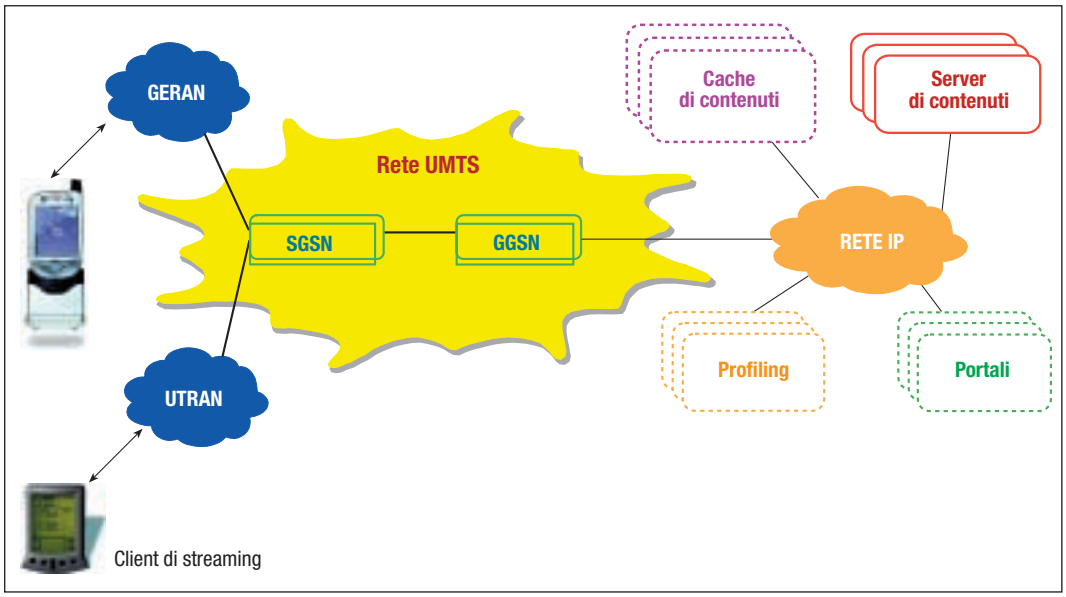


FIGURA 3
Architettura servizi di streaming

- *servizi di M-entertainment* (per esempio, cartoline elettroniche);
- *servizi di teleticketing multimediale* (per esempio, acquisto di biglietto elettronico contenente l'indicazione grafica del posto prenotato);
- *aste on-line* (per esempio, alert al cliente in funzione delle sue aree di interesse, contenente la descrizione e l'immagine dell'oggetto);
- *servizi di alerting* (per esempio, allarme per furto/effrazione corredato di immagini o brevi video-clip).

2.3. Infotainment

Le due principali innovazioni tecnologiche in grado di favorire in maniera significativa lo sviluppo di servizi di *infotainment* sono correlate al supporto di servizi cosiddetti di *streaming video/audio* e di applicazioni interattive basate su linguaggio Java, particolarmente adeguate per lo sviluppo di giochi.
Il concetto di servizio streaming video/audio nasce, inizialmente, nel contesto Internet come soluzione per la visualizzazione in *near-real time* di eventi *live* (per esempio, i concerti) o, comunque, per diminuire i tempi di accesso da parte del cliente a file video/audio di elevate dimensioni. L'idea di base consiste nell'effettuare la fase di downloading in parallelo alla fase di riproduzione (dopo un periodo di *buffering* iniziale), senza memorizzazioni locali. Trasportato nel contesto mobile, questa modalità diventa, immediatamente, replicabile anche per *file* di medie dimensioni, per via delle limitazioni di memoria disponibile a bordo del terminale; ovviamente, brani video/audio con dimensioni inferiori alla memoria del terminale possono essere dapprima scaricati e successivamente riprodotti utilizzando la modalità *download & play*. Per semplicità di trattazione, con il termine "streaming" si indicheranno, nel seguito, entrambe le modalità (sia quella streaming in senso stretto, sia quella download & play).
Per poter fruire dei servizi di streaming, il cliente dovrà accedere alla pagina WAP o WEB contenente tale tipologia di servizi, selezionare il tipo di contenuti da scaricare ed eventualmente indicare il modello di terminale utilizzato; la piattaforma su cui risiede l'applicazione di streaming trasferirà sul terminale un file con tutte le caratteristiche della sessione che dovrà essere avviata (tipo di contenuto, autore, velocità di trasmissione richiesta ecc.); a questo punto, il software applicativo residente su telefonino (*client di streaming*) avvierà il downloading dei dati e, dopo averne scaricato un volume sufficiente (buffering), inizierà a riprodurre il brano multimediale richiesto [14] (Figura 3).
L'erogazione di un servizio di streaming richiede che il terminale mobile sia equipaggiato

	Contenuto Live	Contenuto Registrato
On demand	• Eventi dal vivo (concerti) • Canali televisivi • ecc.	• Rassegna stampa • *Trailer* di film • ecc.
On booking	• Sorveglianza ambientale • Sorveglianza del traffico • ecc.	• *Goal* squadra di calcio • News di cronaca • ecc.

TABELLA 1
Esempi di servizi di streaming video/audio

con un applicativo (*player*) in grado di effettuare la seguenti operazioni: gestione download, monitoraggio della qualità del download, decompressione e decodifica del contenuto, riproduzione in locale.
Un player viene caratterizzato dal meccanismo utilizzato nella codifica e compressione dei contenuti video/audio (per esempio, MPEG-4 per un file video, JPEG o GIF per un'immagine, AMR, *Audio Modem Riser*, per un file audio), nonché dal protocollo utilizzato per garantire un flusso regolare dei dati durante il trasferimento: ad esempio, RTP/UDP (*Real-Time Protocol/User Datagram Protocol*) e HTTP/TCP (*Hyper Text Transfer Protocol/Transmission Control Protocol*).
Poiché lo standard UMTS non prescrive l'utilizzo obbligatorio di una particolare tipologia di player, è prevedibile che le diverse categorie di terminali saranno equipaggiate con differenti applicativi di streaming in funzione di accordi commerciali tra manifatturiere di terminali e produttori di player. Tenuto conto di ciò, le piattaforme di erogazione dei servizi dovranno necessariamente supportare numerosi applicativi, al fine di garantire la compatibilità con un parco terminali più ampio possibile (per esempio, Windows Media Player, Quick Time, Real Player).
Un altro concetto fortemente correlato allo sviluppo dei servizi di streaming video/audio e mutuato dal mondo Internet di rete fissa, è denominato *Content Networking*. Si tratta di un modello che prefigura il *delivery* di contenuti multimediali su base distribuita, ovvero in prossimità del cliente finale, piuttosto che su base centralizzata. L'infrastruttura necessaria per l'erogazione dei servizi, secondo questo nuovo paradigma, comprende, oltre alla rete di memorizzazione periferica (surrogati), i dispositivi per il controllo e gestione della distribuzione dei contenuti e per il *routing* intelligente delle richieste dei clienti e prende il nome di *Content Delivery Network* (CDN).
Dal punto di vista del cliente finale, i servizi di streaming video/audio possono essere classificati sulla base di: modalità di produzione del contenuto (*live* o registrato); modalità di fruizione da parte del cliente (***on demand*** e ***on booking***). La tabella 1 illustra possibili esempi di servizi, in coerenza con la classificazione appena menzionata.

Per modalità **on demand** si intende la possibilità per il cliente di ottenere un'informazione in near-real time rispetto alla richiesta. Per modalità **on booking** si intende la possibilità per il cliente di ottenere un'informazione in tempi differiti rispetto alla richiesta (periodicamente o sulla base di un evento).

Per quanto riguarda lo sviluppo di applicazioni Java interattive su terminale UMTS, ciò sarà consentito da una variante del noto linguaggio di programmazione Java sviluppato dalla Sun Microsystem per applicazioni WEB. Questa variante è denominata JavaPhone (k-Java) e, sebbene non strettamente correlata con l'UMTS, verrà introdotta sul mercato in tempi analoghi e pertanto andrà prevedibilmente ad arricchire l'offerta 3G sul fronte dei servizi orientati all'intrattenimento (giochi, in particolare).
L'estensione del Java al mondo dei terminali mobili renderà facilmente disponibili al contesto UMTS un grande numero di giochi sviluppati per un utilizzo via Internet e funzionanti sia in modalità singola (il cliente gioca in locale con l'applicazione scaricata sul proprio terminale) sia in modalità multipla distribuita (molti utenti scaricano sul terminale l'*applet* che abilita l'accesso ad una applicazione centralizzata in grado di correlare le azioni dei partecipanti).
Al di là delle specifiche funzionalità del singolo applicativo, l'accesso e la fruizione del

servizio sono riconducibili a pochi passi fondamentali: selezione dell'applicazione JavaPhone nel corso di una navigazione http, downloading su terminale mobile, installazione dell'applicazione. Al termine della fase di installazione, una specifica sezione/pagina di menu del terminale visualizzerà una nuova opzione corrispondente all'applicativo JavaPhone appena scaricato; la selezione di tale opzione avvierà l'applicazione in locale.
Le applicazioni JavaPhone sono in grado di interagire con le risorse di comunicazione e memorizzazione del telefonino, essendo in particolare in grado di:

- originare una telefonata;
- rispondere ad una chiamata in arrivo;
- avviare una connessione ad internet;
- inviare una e-mail;
- estrarre un elemento della rubrica o dei contatti (numero di telefono, e-mail ecc.);
- effettuare una ricerca in un database (remoto o locale);
- avviare un download in modalità streaming;
- visualizzare brevi animazioni;
- inviare SMS e messaggi USSD (*Unstructured Supplementary Services Data*).

Come detto, le applicazioni JavaPhone troveranno significativi spazi di utilizzo, soprattutto, nel contesto della realizzazione di servizi orientati all'area del *gaming* (in tutte le sue accezioni: animazioni interattive, *gambling* ecc.).
Non vanno peraltro trascurati i possibili utilizzi di tale tecnologia a supporto di altre tipologie di servizi, in un'ottica di un loro arricchimento con componenti di grafica interattiva. Tipici esempi di servizi che potrebbero giovarsi di funzionalità JavaPhone ricadono nel contesto dei servizi di messaggistica interpersonale (per esempio, cartoline elettroniche animate) nonché nel contesto di servizi informativi di varia natura (per esempio, informazioni finanziarie con grafici di andamento di titoli azionari, servizi di infomobilità con indicazione grafica di determinati percorsi urbani ed extraurbani ecc.).

2.4. Accesso ad Internet/Intranet

La telefonia mobile e la navigazione Internet sono state, senza dubbio, le due principali innovazioni tecnologiche degli ultimi anni. Con l'avvento dell'UMTS queste due tecnologie tenderanno sempre più a convergere, anche grazie all'evoluzione dello standard WAP, un protocollo applicativo in grado di adattare contenuti di tipo Internet alla minore larghezza di banda offerta dalle reti cellulari.
Nato per consentire al cliente di effettuare il *browsing* di siti *Internet-like*, utilizzando la ridotta disponibilità di banda offerta dal GSM (nella versione base, ovvero con trasmissione dati a circuito a 9,6 kbit/s, e nella versione arricchita, ovvero con trasmissione dati a pacchetto GPRS, *General Packet Radio Service*), il WAP ha già visto un primo importante step evolutivo, con l'introduzione di alcune interessanti funzionalità, tra cui si segnala per importanza la modalità di notifica WAP push, che ha consentito di rendere molto più interattive le applicazioni WAP. La notifica WAP push è, infatti, una funzionalità WAP che consente l'invio verso il cliente di messaggi asincroni, opportunamente codificati, che consentono di accedere a siti WML (*Website Meta Language*), indirizzati nel messaggio stesso mediante specifico hyperlink.
Le nuove versioni del WAP (2.0 e successive) si arricchiranno nel tempo di ulteriori nuove funzionalità (per esempio, supporto di animazioni grafiche) pensate appositamente per sfruttare la maggiore capacità di banda offerta dall'UMTS in ambito outdoor: fino a 64 kbit/s nella direzione terminale-rete (*uplink*) e fino a 384 kbit/s nella direzione rete-terminale (*downlink*).
Chiaramente, ciò faciliterà l'utilizzo da parte del cliente *consumer*, dei servizi, multimediali e non, offerti dall'operatore sul proprio portale WAP/WEB. La maggiore velocità di trasmissione dati migliorerà, significativamente, anche l'*appeal* delle soluzioni cosiddette di *Mobile Office*, specificatamente più orientate ad un utilizzo da parte della clientela business (accesso da remoto a e-mail, calendario, rubrica, applicativi SAP, SIEBEL ecc.). Tali applicazioni potranno, infatti, arricchirsi di nuove funzionalità per la gestione da remoto della propria postazione PC, *Personal Computer* aziendale (per esempio, *file transfer*, gestione *e-mail attachment* ecc.).

Altri esempi di servizi che potrebbero beneficiare della tecnologia UMTS nell'area dei servizi di browsing Internet/Intranet ricadono nelle aree della telemedicina (per esempio, tele-diagnostica) e dell'*e-government* (per esempio, download certificati).

2.5. Georeferenziazione

Questa categoria comprende tutti quei servizi basati sulla localizzazione dei clienti, determinata utilizzando gli strumenti resi disponibili dalla tecnologia delle reti e dei terminali radiomobili.
I metodi attualmente utilizzati nel contesto GSM per localizzare un terminale radiomobile all'interno di un'area coperta sono i seguenti:

- metodo *CI* (*Cell Identity*): si basa sull'individuazione della cella radioelettrica entro cui si trova il terminale mobile da localizzare; offre una precisione che può andare da circa 100 m, nel caso di microcelle/picocelle, a circa 35 km, nel caso di celle rurali;
- metodo *CI + TA* (*Cell Identity + Timing Advance*): si basa sull'individuazione di un arco di cella radioelettrica entro cui si trova il terminale mobile da localizzare; offre una precisione dell'ordine di 550 m.

L'evoluzione delle tecnologie di localizzazione renderà progressivamente disponibili sulle reti GSM nuovi metodi di localizzazione, che offriranno un maggior livello di accuratezza. Tra queste tecnologie si segnalano:

- metodo *E-OTD* (*Enhanced - Observed Time Difference*): si basa sulla misura da parte del terminale delle differenze dei tempi di arrivo di una stessa sequenza di bit proveniente da più stazioni radio base; offre una precisione dell'ordine di 100-200 m;
- metodo *A-GPS* (*Assisted - Global Positioning System*): si basa sull'utilizzo di terminali con ricevitore GPS incorporato, in grado di sincronizzarsi rapidamente con un determinato satellite grazie al supporto della rete GSM, che provvede a fornire l'indicazione circa la sequenza dei satelliti in quel momento in visibilità; offre una precisione dell'ordine di 5-10 m.

Nel caso dell'UMTS, tutti i metodi, sopra elencati, continuano ad essere in linea di principio applicabili, con l'unica eccezione del metodo E-OTD, che richiede, specificatamente, il supporto di alcune funzionalità di base del GSM e che, nel contesto UMTS, è comunque sostituito da un metodo con caratteristiche analoghe e denominato *OTDOA* (*Observed Time Difference Of Arrival*).
Utilizzando il concetto di localizzazione è possibile realizzare diverse tipologie di servizi, classificabili secondo le seguenti macrocategorie:

- servizi informativi, ovvero servizi che utilizzano il dato di localizzazione per fornire al cliente informazioni di utilità (per esempio il ristorante più vicino);
- servizi di advertising, intesi come quei servizi che utilizzano il dato di localizzazione per fornire al cliente messaggi di pubblicità localizzata (per esempio: messaggi contenenti coupon da utilizzare per l'acquisto di determinati prodotti presso un negozio che si trova in prossimità del cliente);
- servizi di intrattenimento, servizi, cioè, che utilizzano il dato di localizzazione ai fini di un gioco (per esempio, caccia al tesoro), ovvero nel contesto di servizi di messaggistica interpersonale (per esempio: chat tra clienti che si trovano in prossimità);
- servizi di tracking, servizi che utilizzano il dato di localizzazione per monitorare e/o controllare una flotta di persone/veicoli in mobilità sul territorio (per esempio: f*leet management*, *workforce management*);
- servizi di safety, ossia quei servizi che utilizzano il dato di localizzazione per ottimizzare gli interventi di soccorso in condizioni di emergenza da parte di forze dell'ordine, servizi di assistenza stradale, servizi di ambulanza ecc. (per esempio: 112, *road assistance*, *assault alarm*).

3. CONCLUSIONI

La disponibilità di servizi altamente innovativi quali quelli descritti nel paragrafo precedente potrà senz'altro contribuire in maniera significativa allo sviluppo del nuovo ciclo di business basato sui dati, uno dei principali obiettivi sfidanti dei prossimi anni per gli operatori mobili [1]. Sotto questo punto di vista, la piattaforma UMTS si candida (soprattutto in virtù delle superiori potenzialità di trasmissione dati richiamate nell'introduzione al presente articolo) come il naturale

substrato per l'implementazione di servizi altamente interattivi e multimediali, in grado di trattare (in maniera completamente integrata) voce, testo, immagini e contenuti audio/video.
Non sfuggirà, tuttavia, al lettore più esperto come già oggi comincino ad affacciarsi sul mercato primi esempi di servizi sviluppati secondo tale filosofia, realizzati dagli operatori mobili GSM in anticipo rispetto alla disponibilità delle reti di terza generazione (3G) e sfruttando in particolare l'introduzione, sulle reti di seconda generazione (2G), della trasmissione dati a commutazione di pacchetto basata sullo standard GPRS. È opinione ormai consolidata, in tal senso, che le reti GSM/GPRS (arricchite con opportune tecnologie applicative) possano supportare, in maniera quanto mai efficace ed efficiente, lo sviluppo di gran parte delle funzionalità interattive/multimediali tipiche del contesto 3G e descritte in precedenza.
Ciò non deve indurre il lettore a pensare che l'opportunità di business dell'UMTS sia limitata in partenza: il sentiero di evoluzione dei sistemi radiomobili è infatti ormai tracciato e prefigura un graduale ma inevitabile passaggio verso le reti 3G. In questo scenario è chiaro però che, utilizzando le tecnologie attuali, l'operatore GSM/GPRS ha comunque l'opportunità di poter guidare al meglio la fase di transizione, operando in una logica di continuità dell'offerta e valorizzando i propri asset.

Bibliografia

[1] Durlacher Research Ltd., Eqvitec Partners Oy - *UMTS Report an Investment Perspective*.

[2] Report No. 9 UMTS Forum - *The UMTS Third Generation Market – Structuring the Service Revenue Opportunities*.

[3] Report No. 11 UMTS Forum - *Enabling UMTS / third generation services and applications*.

[4] Report No. 14 UMTS Forum - *Support of third generation services using UMTS in a converging network environment*.

[5] Specifica 3GPP 3G TS 22.105 Release 1999 - *Services and Service Capabilities*.

[6] Specifica 3GPP 3G TS 22.121 Release 1999 - *The Virtual Home Environment*.

[7] Specifica 3GPP 3G TS 22.140 Release 1999 - *Multimedia Messaging Service*.

[8] Specifica 3GPP 3G TS 23.101 version 3.1.0 - *General UMTS Architecture*.

[9] Specifica 3GPP 3G TS 23.127 V3.1.0 - *Virtual Home Environment /Open Service Architecture*.

[10] Specifica 3GPP 3G TS 23.140 V3.0.1 - *Multimedia Messaging Service (MMS) Functional description*.

[11] Specifica 3GPP TS 23.171 - *Functional stage 2 description of location services in UMTS*.

[12] Specifica 3GPP 3G TR 23.972 V1.0.0 - *Circuit Switched Multimedia Telephony*.

[13] Specifica 3GPP TS 26.111 V4.0.0 - *Codec for circuit switched multimedia telephony service*.

[14] Specifica 3GPP TS 26.234 V4.0.0 - *Transparent end-to-end packet switched streaming service (PSS)*.

Leopoldo Tranquilli si laurea nel 1992 in Ingegneria Elettronica (Università La Sapienza). Consegue il diploma di specializzazione in telecomunicazioni e nel 1993 entra in Telecom Italia, lavorando nei servizi per la clientela residenziale. Dal 1999 è in TIM, dove si è inizialmente occupato della definizione dei servizi VAS di mobile Internet; attualmente opera nell'ambito della Funzione New Ventures Implementation.
e-mail: ltranquilli@mail.tim.it

IL QUADRO EUROPEO DELLE CERTIFICAZIONI ICT

Franco Filippazzi
Giulio Occhini

La certificazione delle competenze in un settore dinamico e complesso come l'ICT non è un'opzione ma una necessità. Il "capitale umano" costituisce, infatti, il fattore cruciale per lo sviluppo della Società dell'Informazione. In questa ottica, è stato avviato negli ultimi anni, a livello europeo, un programma organico di iniziative di cui si dà conto nell'articolo. Il programma fa capo al CEPIS (*Council of European Professional Informatics Societies*) che raggruppa tutte le associazione europee nel campo ICT e di cui l'AICA è membro fondatore e referente per l'Italia.

1. INTRODUZIONE

L'avvento della Società dell'Informazione ha cambiato il peso dei fattori di sviluppo economico e diventa perciò fondamentale ciò che Gary Becker, premio Nobel 1992, chiama "capitale umano". Nella visione tradizionale, il fattore primario di sviluppo è il capitale a fronte del quale il lavoro risulta un'entità indifferenziata destinata a perdere d'importanza con l'avanzare della tecnologia e dell'automazione. Se questo si è dimostrato vero per alcuni tipi di attività lavorative, sostituite (o impoverite) dall'automazione, per altre, che nella Società dell'Informazione tendono a divenire prevalenti, è vero esattamente il contrario: man mano, infatti, che il progresso scientifico/tecnologico procede, diventano cruciali, non le macchine, ma le capacità umane. Questo spostamento va di pari passo con l'evoluzione da un'economia di tipo industriale a una di servizi. La "ricchezza delle nazioni" oggi non è più rappresentata dalle risorse naturali o dalle tonnellate di acciaio prodotte, ma piuttosto dal livello culturale dei cittadini.

Da qui, la rilevanza che sempre più sta assumendo la formazione e la valorizzazione, in senso lato, del capitale umano. Quando i risultati del progresso scientifico e tecnologico si accumulano con una velocità senza precedenti, la capacità competitiva di un Paese dipende dal fatto che, coloro che sono coinvolti nel ciclo produttivo, possano acquisire con continuità e tempestività le nuove conoscenze che li riguardano. Diventa, cioè, una necessità vitale la cosiddetta "formazione continua" del personale per migliorare l'efficacia e l'efficienza degli stessi processi lavorativi. Il modello tradizionale di sviluppo delle risorse umane che vede una netta distinzione tra momento formativo (scuola) e momento della applicazione delle conoscenze (lavoro) entra così in una crisi profonda: la "formazione continua" estesa a tutta la vita è la logica conseguenza della transizione da una società e da una economia delle risorse fisiche a una basata sull'informazione.
In questo scenario, una tendenza ormai ampiamente diffusa nei Paesi a più elevato li-

vello di industrializzazione è la diffusione di sistemi di certificazione delle competenze secondo standard riconosciuti a livello internazionale. Per fare un esempio a tutti noto, questa tendenza è in atto da tempo nel campo delle lingue straniere, dove la certificazione di enti non governativi può avere, in certi casi, più valore del titolo di studio.
Titolo scolastico e certificazione delle capacità professionali sono due aspetti complementari del nuovo panorama che si va configurando nel mondo della formazione.
Questo articolo si propone di focalizzare il tema della certificazione nel campo ICT, con particolare riferimento ai suoi rapporti con le istituzioni e gli enti formativi.

2. GENERALITÀ SULLA CERTIFICAZIONE DELLE COMPETENZE

I sistemi di certificazione professionale nascono, storicamente, con l'obiettivo di garantire un adeguato livello di competenza e il rispetto di certe norme comportamentali nell'esercizio delle professioni. Per questo motivo, hanno riguardato, in particolare, attività con elevato impatto non solo economico, ma anche sociale, quali il medico, l'ingegnere, l'avvocato, così come il geometra che firma progetti o il ragioniere che avalla bilanci.
Per fronteggiare questa esigenza si sono costituiti degli enti appositi (in Italia, gli Ordini e gli Albi professionali). L'ammissione all'Ordine è di norma subordinata al superamento di un esame teorico-pratico (in Italia, l'esame di Stato), oltre che al possesso di determinati titoli di studio. Successivamente all'ammissione, l'Ordine si preoccupa di vigilare sugli aspetti etici dell'esercizio della professione. Assai meno seguito, almeno in Italia, è invece l'aspetto dell'aggiornamento delle competenze.
Una concezione di questo tipo poteva valere in epoche in cui, da un lato, l'evoluzione scientifico-tecnologica era incomparabile con quella attuale, e, dall'altro, i saperi erano molto meno parcellizzati. Ci si può chiedere che senso abbia, oggi, l'abilitazione ad esercitare, per esempio, la professione dell'ingegnere o del medico *tout court*, senza specificare quale sia il settore di specializzazione.
Sostanzialmente diverso è l'orientamento seguito nei Paesi anglosassoni, in linea con il pragmatismo che caratterizza la loro mentalità. In USA, per esempio, ma anche in molti Paesi del Nord Europa, c'è infatti il riconoscimento delle differenti specializzazioni, nonché della necessità del loro continuo aggiornamento. Lo strumento di controllo è costituito (al di là delle istituzioni scolastiche) da strutture *ad hoc* di valutazione e certificazione.
Queste strutture - almeno per il settore ICT, cui si limita questo articolo - non sono di emanazione governativa, ma fanno capo a enti culturali e associazioni di categoria di riconosciuto prestigio e autorità.
Un fatto importante da sottolineare è che, nell'attuale contesto di innovazione congiunta tecnologica e manageriale, in cui le ICT svolgono un ruolo traente, il mondo delle imprese si sta configurando come propositore di nuove professionalità: esso, infatti, abbisogna continuamente di ruoli e capacità nuove per svolgere al meglio i suoi compiti.
Seguire passivamente queste indicazioni comporterebbe però, per le istituzioni di formazione, il rischio di una crescita caotica di nuovi titoli professionali e *curricula* formativi sempre più limitati nel tempo. Per rendersene conto, si faccia riferimento allo schema di figura 1. La capacità di svolgere un compito nella attività lavorativa è fortemente condizionata, oltre che dalla conoscenza disciplinare, dalla capacità di utilizzazione di strumenti (prodotti *hardware* e, più frequentemente, *software*) nonché dall'esperienza pratica acquisita.
Il motore che muove il processo di cambiamento di strumenti e di modalità applicative è la concorrenza che le imprese devono fronteggiare in un mondo sempre più globalizzato e che comporta una ricerca continua di maggiore efficienza ed efficacia. Gli *skill* degli utenti e dei professionisti ICT devono costantemente adeguarsi a questa dinamica. La formazione istituzionale (scuole e università), che ha come obiettivo di sviluppare e trasmettere la conoscenza disciplinare già formalizzata, non ha il compito né

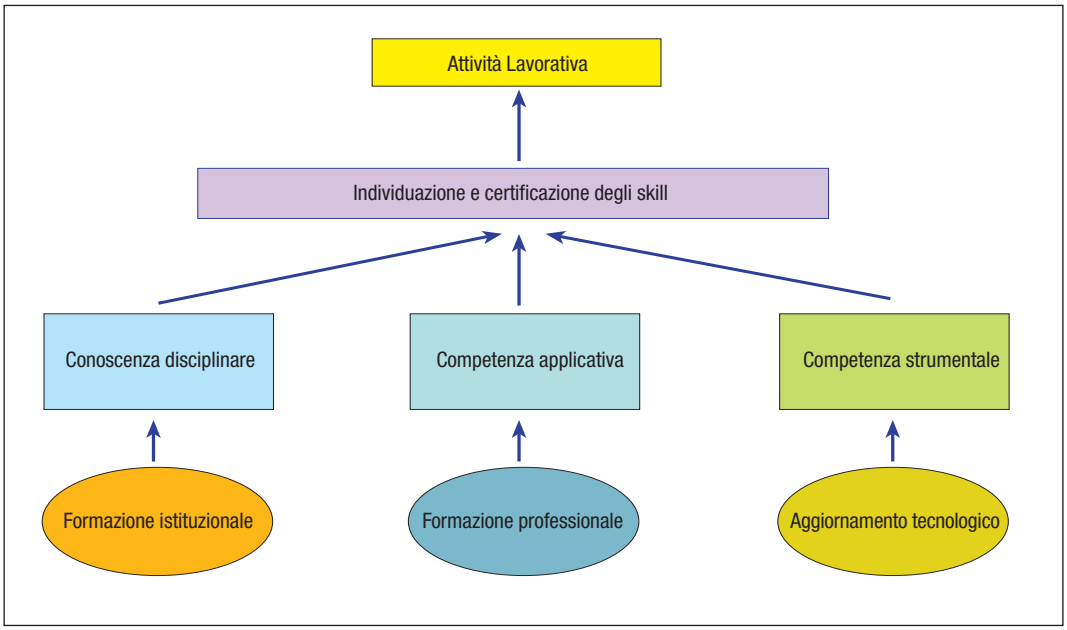


FIGURA 1
"Sapere" e "saper fare" all'origine degli skill

la possibilità di seguire una tale dinamica.
In questo contesto, gli enti di certificazione assumono un ruolo di fondamentale importanza con la loro capacità di indirizzare gli enti di formazione, pubblici o privati che siano, e costruire un ponte tra il mondo della formazione istituzionale e quello dell'impresa. Questi enti, infatti, hanno come obiettivo primario la validazione della capacità di esercitare una professione piuttosto che il sapere concettuale. In altri termini, essi privilegiano, per loro natura, più il saper fare che la conoscenza di per sé. Questa non è l'ultima ragione del fatto che nel mondo anglosassone il divario tra formazione scolastica ed esigenze del mondo del lavoro sia molto meno avvertito che in Italia.
Alla luce di quanto detto, il ruolo degli enti di certificazione si può riassumere nei seguenti punti:

- identificazione sistematica delle competenze richieste per i vari tipi e livelli di attività lavorative;
- verifica iniziale della competenza attraverso titoli ed esami;
- "ricertificazione" periodica che viene ottenuta, oltre che mediante il superamento di nuovi esami, anche utilizzando il concetto di credito formativo (pubblicazioni effettuate, esperienze lavorative documentate, frequenza a corsi di aggiornamento ecc.);
- supporto alle istituzioni scolastiche per l'aggiornamento dei curricula;
- tutela del mercato delle prestazioni professionali dal rischio di una concorrenza non qualificata.

La certificazione riguarda, in senso stretto, il possesso di determinate capacità e competenze. L'esercizio di una qualsiasi professione non può però essere disgiunto dall'osservanza di norme di comportamento. Questo aspetto è richiamato in modo esplicito negli statuti di ordini e associazioni di categoria, la cui appartenenza è di norma subordinata all'accettazione di un codice di etica professionale

3. COMPETENZE ICT E LORO CERTIFICAZIONE

Nella Società dell'Informazione le competenze richieste nel campo ICT possono essere ripartite in due grandi categorie: quelle che riguardano gli utenti e quelle dei professionisti.
La categoria degli *utenti* è costituita da tutti coloro che si avvalgono di questi strumenti (tipicamente, il *personal computer*) per svolgere la loro attività lavorativa. Rientrano in questa categoria la gran parte degli impiegati e funzionari dipendenti di aziende, enti pubblici, studi professionali. Oltre ad essi, vanno annoverati i liberi professionisti (com-

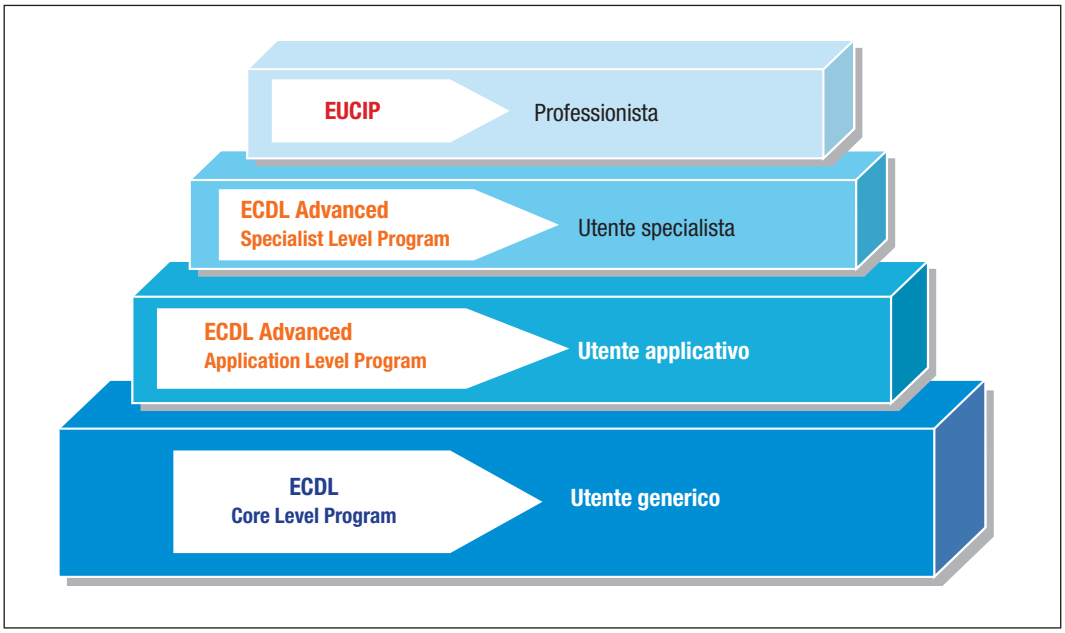


FIGURA 2
Quadro delle certificazioni ICT europee (CEPIS)

mercialisti, ingegneri ecc.), per i quali il personal computer è pure uno strumento di lavoro quotidiano. Si tratta chiaramente di una popolazione estremamente numerosa, costituita in Italia ormai da milioni di persone.
La categoria dei *professionisti* è costituita, invece, da tutti coloro che si occupano per mestiere delle tecnologie ICT: si tratta di una fascia più ristretta di persone, caratterizzata però da una maggiore articolazione e differenziazione del tipo di competenze. A loro volta, questi professionisti si possono suddividere in coloro che lavorano nell'ambito delle aziende fornitrici di tecnologie ICT e in coloro, più numerosi rispetto ai primi, che operano invece nelle organizzazioni utenti. I primi sono caratterizzati da ruoli di progettazione e assistenza tecnica che non trovano riscontro tra i secondi.
Limitandoci all'ambito europeo, l'ente di riferimento per le certificazioni ICT è il CEPIS (*Council of European Professional Informatics Societies*), ossia la federazione delle associazioni europee di informatica. Si tratta di un ente senza fini di lucro, portavoce ufficiale del mondo ICT nei riguardi delle istituzioni europee (Commissione, Parlamento, Consiglio d'Europa).
Attualmente, sono membri del CEPIS tutte le associazioni nazionali dei Paesi europei presenti nel Consiglio d'Europa, inclusi quindi anche quelli dell'Est. L'Italia è rappresentata nel CEPIS dall'AICA (*Associazione Italiana per l'Informatica e il Calcolo Automatico*), che del CEPIS è anche membro fondatore.
I programmi di certificazione, di cui si parlerà nel seguito, sono tutti emanazione del CEPIS e si estendono dall'area degli utenti a quella dei professionisti ICT. Nella fattispecie, si distinguono i seguenti programmi (Figura 2):
- *ECDL* (*European Computer Driving Licence*), per la certificazione dell'utente generico;
- *ECDL Advanced*, per la certificazione dell'utente "evoluto"; si articola su due livelli, "applicativo" e "specialistico";
- *EUCIP* (*European Certification for Informatics Professionals*), diretto al mondo dei professionisti.

4. ECDL: LA CERTIFICAZIONE DI BASE

L'analfabetismo tradizionale è praticamente scomparso nei paesi industrializzati, dove quasi tutti oggi - per usare un modo di dire anglosassone - possiedono le 3 "erre" (***r**ead*, ***r**ite*, ***a**rithmetic*), ossia sanno leggere, scrivere e far di conto. Esiste però, ormai, una nuova forma di analfabetismo, quello informatico. Nella società dell'informazione le 3 erre non bastano più, bisogna possedere

una quarta erre, quella di *computer*. In effetti, saper usare il computer è ormai un requisito indispensabile per poter lavorare, si tratti di chi è alla ricerca della prima occupazione o di chi ha il problema di ricollocarsi sul mercato del lavoro. Vale anche però per chi, nell'ambito del proprio lavoro, desidera migliorare la sua posizione.

A fronte di questa necessità, esiste un nuovo e diffuso analfabetismo, più accentuato in Italia rispetto ad altri Paesi con cui ci si confronta. Basti dire che nella scuola secondaria superiore italiana l'informatica non è ancora entrata come disciplina nei programmi scolastici, se non in qualche specifico settore dell'istruzione tecnica.

Si pone a questo punto il problema di definire che cosa significhi "saper usare il computer". Molti hanno una certa conoscenza di questo strumento, ma è loro difficile definire a quale livello. Ritengono di poterlo usare in modo adeguato ma, in effetti, non possono provarlo.

Serve, quindi, uno standard di riferimento che possa essere riconosciuto subito, in modo certo e dovunque.

In sostanza, occorre per il computer qualcosa che equivalga alla patente di guida per l'automobile. Se si chiede a qualcuno se sa guidare, un semplice "Sì, ho la patente" costituisce una risposta precisa ed esauriente. Significa, infatti, saper fare tutto ciò che, in qualsiasi Paese, è richiesto per superare il relativo esame.

Questa analogia è resa oggi possibile dall'avvento della *European Computer Driving Licence* (ECDL), ossia, alla lettera, "Patente europea di guida del computer".

Si tratta di un certificato diffuso a livello internazionale, attestante il fatto che chi lo possiede ha l'insieme minimo delle abilità necessarie per poter lavorare con il personal computer - a sé stante o collegato in rete – nell'ambito di un'azienda, un ente pubblico, uno studio professionale ecc.

In altri termini, questa "patente" definisce senza ambiguità la capacità di una persona di usare il computer, così come quella di guida per quanto riguarda l'uso dell'automobile.

Il programma ECDL è stato sviluppato col concorso dell'Unione Europea, che lo ha inserito tra i progetti comunitari diretti a realizzare la Società dell'Informazione.

L'ECDL si qualifica come standard in quanto:

- le procedure e i criteri di certificazione sono identici in tutti i Paesi;
- lo sviluppo e l'aggiornamento sono coordinati a livello centrale;
- è indipendente da specifici prodotti e fornitori.

Per ottenere la patente, il candidato deve superare sette esami che coprono gli aspetti più importanti dell'uso del computer. Esistono a tale proposito due documenti di base:

- il *Syllabus*, che descrive le competenze richieste al candidato
- il *Question and Test Base* (QTB), ossia l'insieme dei test con cui viene accertato il possesso di tali competenze.

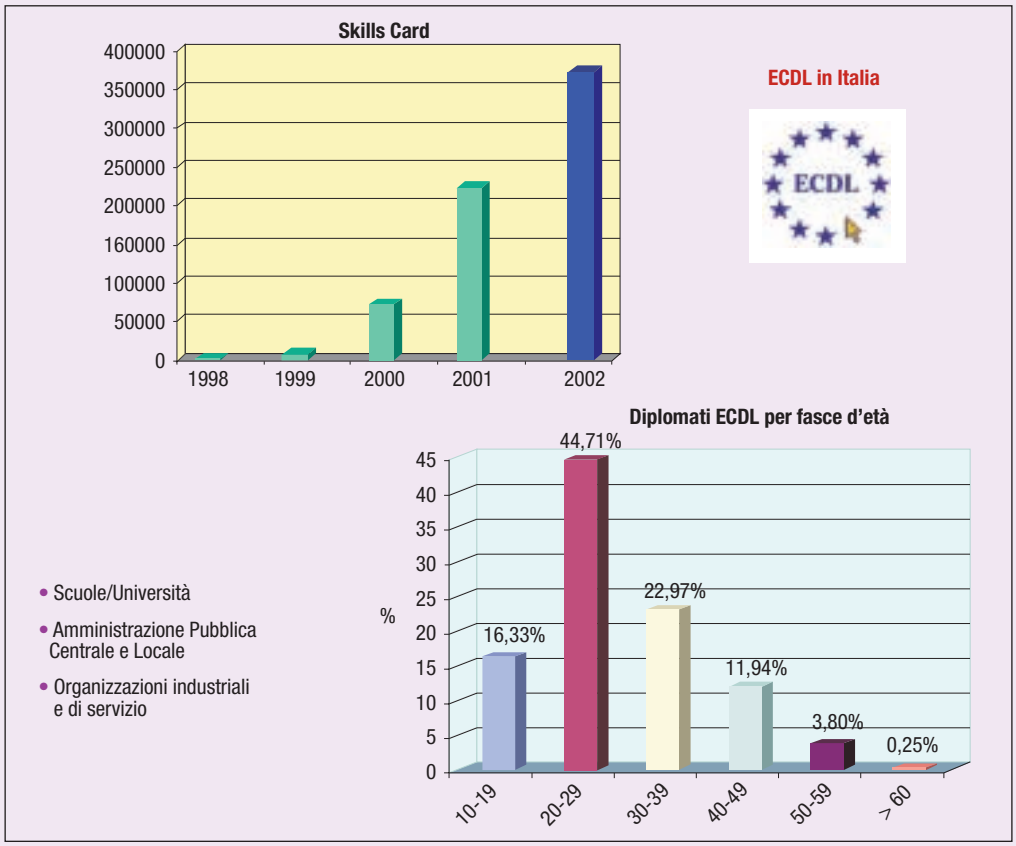
In altri termini, il *Syllabus* (che è un documento di dominio pubblico) definisce ciò che il candidato deve conoscere e saper fare, mentre il *QTB* (che è documento riservato agli esaminatori) fornisce i test che vengono erogati agli esami per la patente.

Per gestire il programma ECDL è stata definita una struttura a due livelli operativi:

- a livello internazionale è stata costituita una Fondazione (*ECDL Foundation*), con sede a Dublino, che ha il compito di coordinare il programma nei vari Paesi e svilupparne i contenuti coerentemente con l'evoluzione della tecnologia e le esigenze del mondo del lavoro;
- a livello nazionale la gestione del progetto è demandata alle locali associazioni di informatica, federate col CEPIS. In Italia, tale associazione è l'AICA.

La certificazione ECDL è stata introdotta, nel 1996, ed è ormai diffusa in un ampio numero di Paesi. È infatti presente in tutte le nazioni europee, incluse quelle dell'Est, e si sta affermando anche nel resto del mondo. È, per esempio, operativa in Paesi come Australia, Canada, Sud Africa, Hong Kong, Emirati Arabi. Nei Paesi extraeuropei, la certificazione prende il nome di ICDL (I*nternational Computer Driving Licence*), rimanendo però, sotto ogni aspetto, identica all'ECDL. Anche per questi Paesi, il coordinamento del programma e la sua evoluzione fanno capo alla Fondazione di Dublino.

L'**ECDL** è stata introdotta **in Italia** in maniera operativa all'inizio del 1998 e, dopo un avvio graduale, si è diffusa rapidamente. Attualmente, sono accreditate oltre 2.200 sedi d'esame (*Test Center*) distribuite su tutto il territorio nazionale e più di 350.000 persone hanno conseguito o stanno conseguendo la certificazione. È interessante notare come una parte significativa dei partecipanti al Programma sia in età post-scolare.
Gli esami sono erogati via rete con un sistema automatico sviluppato dall'AICA in Italia a partire da un "motore



di valutazione" (*test engine*) derivato da un progetto comunitario. Con questo sistema si sono effettuati nei Test Center italiani ormai oltre un milione di esami relativi ai vari moduli ECDL.
Al successo dell'ECDL ha indubbiamente contribuito l'apprezzamento e l'appoggio riscosso presso le istituzioni governative. Va ricordato, in proposito, il protocollo d'intesa col Ministero della Pubblica Istruzione (dicembre 1999) per l'introduzione dell'ECDL negli istituti secondari superiori e la convenzione (aprile 2002) con le Università Italiane (CRUI) per l'alfabetizzazione informatica delle matricole di tutte le facoltà. Iniziative analoghe sono in atto nell'ambito della Pubblica Amministrazione; un esplicito riferimento alla certificazione ECDL è presente nel "*Piano d'azione per l'e-government*" approvato dal Consiglio dei Ministri nel giugno 2000 e ribadito nel recente documento programmatico del Ministero della Innovazione e delle Tecnologie (giugno 2002).

Per una sintesi sull'**ECDL in Italia** si veda il riquadro. Ulteriori informazioni (tra cui il Syllabus e l'elenco dei Test Center sinora accreditati in Italia) sono disponibili sul sito web dell'AICA (www.aicanet.it).

5. ECDL: LE CERTIFICAZIONI AVANZATE

Recentemente, è stato introdotto un significativo ampliamento delle certificazioni ECDL. Si tratta dell'ECDL avanzato, rivolto all'utente evoluto di computer e costituito da due livelli: *applicativo e specialistico* (Figura 2).
Il primo livello riguarda le classiche applicazioni d'ufficio, per cui sono previsti quattro moduli relativi rispettivamente a:

- elaborazione testi
- foglio elettronico
- database
- presentazioni.

Ciascuno di tali moduli richiede la capacità di usare funzionalità complesse disponibili nei prodotti software, ma non richieste nell'uso corrente.
Il livello specialistico riguarda, invece, attività specifiche, per cui comprende moduli quali *Computer Aided Design* (CAD), Web *Design* ecc., ma, oltre a ciò, introduce la figura del cosiddetto **"superutente"**. Quest'ultimo, come dice il termine, è ancora un utente, ma con un livello di competenza che gli consente di svolgere un ruolo di supervisione del sistema ICT locale e di assistenza ai colleghi.

I compiti del **"superutente"** si possono ricondurre alle seguenti tipologie:

- utilizzare i software standard d'ufficio sfruttandone le funzionalità più complesse;
- amministrare sistemi di modesta complessità, tipicamente personal computer collegati in rete locale in configurazione *client-server;*
- effettuare interventi di ricerca guasti e manutenzione di primo livello;
- fare da interfaccia con i professionisti e i fornitori ICT per problemi di manutenzione di livello superiore e per la scelta di prodotti hardware e software più adatti alle esigenze dell'ufficio.

Questo ruolo corrisponde ad una ben identificata esigenza del mondo del lavoro e, in particolare, delle organizzazioni di piccole-medie dimensioni, o degli uffici decentrati delle grandi organizzazioni pubbliche o private, dove non si giustifica l'esistenza di uno staff specialistico.
Anche per questo ruolo vale la caratteristica generale che distingue l'utente dallo specialista, e cioè il fatto che egli non entra nel merito dei programmi e degli strumenti; però, li sa utilizzare in modo più consapevole di quanto non faccia l'utente generico. La certificazione del "superutente" (denominato anche *IT Administrator*) comporta il superamento di cinque moduli (ognuno con esame a sé):

- *hardware*
- *operating system*
- *network services*
- *network expert use*
- *security.*

A conclusione della panoramica sul programma ECDL, è opportuno dare un'idea dell'impegno di formazione relativo ai vari livelli di certificazione. Per l'ECDL di base l'ordine di grandezza è di 20 h per ciascuno dei sette moduli, per l'ECDL avanzato di primo livello si tratta di 30-40 h per modulo, mentre per l'ECDL avanzato di secondo livello si va sulle 100 h per modulo.

6. LA CERTIFICAZIONE DEI PROFESSIONISTI ICT

La crescente dipendenza delle attività economiche e sociali dalle tecnologie dell'informazione, rende critico il problema di formare e reperire profili di competenza specifici e aggiornati nel settore.
In altre parole, diventa di fondamentale importanza garantire al mondo dell'utenza che i sistemi ICT vengano progettati, realizzati e gestiti tenendo conto di alcuni requisiti di fondo, tra cui almeno due assolutamente prioritari:

- la *robustezza*, ossia che tali sistemi siano "ingegnerizzati" in modo da essere a prova di uso improprio e da garantire comunque un livello di servizio prevedibile, affidabile e ragionevolmente efficiente anche in presenza di situazioni di carico eccezionali;
- la *sicurezza*, ossia che gli stessi sistemi siano progettati in modo da mantenere integre e recuperabili le informazioni, anche nei casi di malfunzionamento, assicurando la protezione dei dati "sensibili".

Per poter assicurare un tale livello di prestazioni, è necessario che la figura del professionista ICT cui viene affidata la concezione, la realizzazione e l'esercizio del sistema, possieda, oltre ad una solida competenza specifica, anche una vasta esperienza, mantenuta continuamente aggiornata con i progressi della tecnologia.
La Commissione Europea si è più volte occupata dell'argomento, sottolineando come, la carenza di competenze nel settore, costituisca un elemento di grande preoccupazione in quanto rappresenta un obiettivo freno allo sviluppo.
Tutto questo per dire che, nel prossimo futuro, sarà ancora più difficile di oggi garantire che il **professionista ICT** sia veramente all'altezza del compito

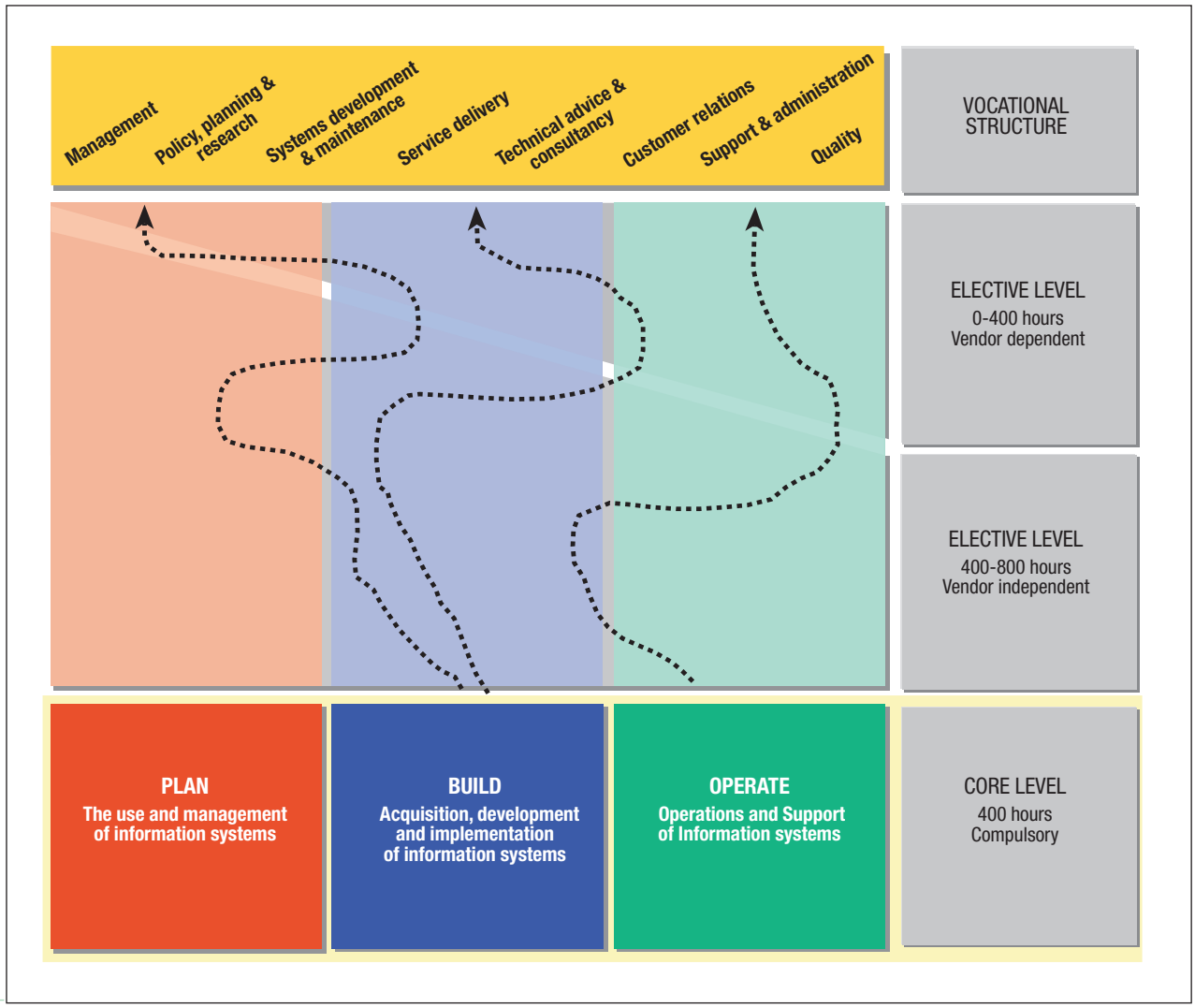
Si valuta che fra 10 anni l'80% delle tecnologie **ICT** oggi operative sia diventato obsoleto e debba essere rimpiazzato. Per quell'epoca l'80% dei **professionisti** del settore lavoreranno sulla base di una formazione scolastica risalente a più di 10 anni addietro. In sostanza, la forza lavoro invecchia mentre la tecnologia ringiovanisce e questo mai è stato tanto vero come nel caso delle ICT.

affidatogli. È tenendo conto di questo problema, che il CEPIS ha deciso di avviare, nel 1999, un programma di certificazione europea di quelle conoscenze ICT che sono ritenute indispensabili per esercitare la professione. Il programma, detto EUCIP (*European Certification for Informatics Professionals*), è costituito da un *Syllabus* e da un *QTB*, secondo il modello ormai consolidato dei sistemi di certificazione.

La struttura del sistema EUCIP è illustrata nella figura 3; come si vede, sono individuati (in verticale) tre percorsi professionali, definiti come *plan*, *build* e *operate*. Il primo riguarda compiti quali la definizione degli obiettivi e la pianificazione di un sistema informativo; il secondo concerne l'attività ingegneristica di progettazione e sviluppo; il terzo, infine, è relativo alla gestione operativa del sistema, con particolare riferimento al supporto agli utenti.

Per ciascun percorso professionale, sono previste tre successive fasi di formazione e certificazione. Si parte da un livello core obbligatorio e comune a tutti e tre i percorsi, per un totale di 400 h di studio/esercitazioni. Successivamente, a seconda del percorso, il candidato può comporre il suo programma scegliendo tra una molteplicità di moduli quelli che meglio si adattano al suo obiettivo professionale. Si tratta dei livelli *elective*, che comportano un totale di 800 h, di cui la metà può essere costituita da corsi erogati dai fornitori ICT. È intuitivo il fatto che il peso di questi ultimi aumenti man mano che ci si sposta dalle attività manageriali verso quelle di tipo operativo, come sta ad indicare la linea trasversale tracciata in figura.

FIGURA 3
Struttura del sistema di certificazioni EUCIP



Nella parte superiore della stessa figura, sono indicate, a titolo esemplificativo, alcune delle tipiche figure professionali cui sono finalizzati i vari percorsi formativi e di certificazione.

7. CONCLUSIONI

La certificazione delle competenze in un settore strategico come l'ICT non è una opzione ma una necessità. Ciò è ormai ampiamente riconosciuto e ha dato origine ai programmi a livello europeo delineati nell'articolo.
Il ruolo delle certificazioni riguarda egualmente il mondo delle imprese e quello della Pubblica Amministrazione. Dalla modernizzazione di quest'ultima dipende, infatti, la modernizzazione di un Paese e ciò significa oggi un adeguamento delle infrastrutture informatiche e del livello di competenza del personale.
Va sottolineato che, lungi dall'essere un aspetto formale, la certificazione - ossia l'accertamento oggettivo delle competenze - ha concreti riscontri pratici. Ciò vale non solo per i professionisti, da cui dipende la corretta impostazione e gestione dei sistemi informativi, ma si applica anche al vasto ed eterogeneo mondo degli utenti, la cui scarsa competenza nell'uso degli strumenti informatici ha un costo affatto trascurabile.

Proprio per misurare quantitativamente questa correlazione, l'AICA e la Scuola di Direzione Aziendale (SDA) dell'Università Bocconi hanno in corso una ricerca, finalizzata, per il momento, al mondo delle imprese, i cui risultati verranno presentati il prossimo dicembre in una conferenza, sponsorizzata dal Ministero dell'Innovazione e delle Tecnologie, dal titolo "*Il costo dell'incompetenza informatica*".

Bibliografia

[1] Camussone PF, Biffi A: *I nuovi lavoratori*. SDA-Bocconi, ed. edipi, Milano, 1998.

[2] Filippazzi F, Occhini G: *La patente europea per l'uso del computer*. Annali della Pubblica Istruzione, n. 1-2, 2000, ed. Le Monnier.

[3] *ICT: le figure professionali*. Rapporti Federcomin 2000 e 2001.

[4] *Information Technology Pratictioner Skills in Europe*. CEPIS, Frankfurt, May 2002.

[5] *Linee guida del Governo per lo sviluppo della Società dell'Informazione*. Ministero per l'Innovazione e le Tecnologie, giugno 2002.

[6] Provedel R: Carenza di competenze: "skills shortage" nel settore ICT. *Mondo Digitale*, n. 1, marzo 2002, p. 37-46.

[7] *Società post-industriale: il problema dell'alfabetizzazione di massa*. Atti del convegno AICA-SMAU, Milano, ottobre 1998.

Franco Filippazzi ha fatto parte del ristretto gruppo di ricercatori che progettò il primo elaboratore italiano ("Elea"). Ha dato contributi originali alle tecnologie informatiche, documentati in pubblicazioni e brevetti. Responsabile di ricerca in ambito industriale con incarichi di docenza universitaria. È stato presidente dell'ANIPLA. Attualmente è il coordinatore nazionale del programma di certificazione europea ECDL, da lui introdotto in Italia nel 1997 su incarico dell'AICA. È autore o coautore di diversi volumi su vari aspetti dell'informatica.
e-mail: filippazzi@aicanet.it

Giulio Occhini ha sviluppato la sua carriera professionale nel settore delle Tecnologie dell'Informazione in cui è entrato come progettista di software, per assumere successivamente vari ruoli manageriali nelle aziende del settore. Ha collaborato con le università milanesi (Bocconi e Politecnico) per attività di docenza e di sviluppo di progetti di ricerca applicata.
È autore e coautore di numerosi testi e di articoli sulla utilizzazione delle tecnologie ICT nel mondo economico. Dopo essere stato presidente del CEPIS, è, attualmente, presidente dell'AICA.
e-mail: g.occhini@aicanet.it