



Università degli Studi di Palermo
Dipartimento di Studi Storici e Artistici

Dottorato di Ricerca in Storia dell'Arte Medievale,
Moderna e Contemporanea in Sicilia
Ciclo XXII
L-Art/ 04

Patrimonio artistico e media digitali:
gestione della conoscenza e rappresentazione dell'informazione.

Nuovi approcci allo studio delle opere d'arte
della Cattedrale di Palermo

Coordinatore
Chiar.mo Prof. Maria Concetta Di Natale

Tutor
Chiar.mo Prof. Maria Concetta Di Natale

Co-tutor
Chiar.mo Prof. Pierfrancesco Palazzotto

Dottorando
Sergio Intorre

Anno Accademico 2010-2011

Introduzione

Gli studi condotti nei primi due anni di Dottorato hanno mirato alla schedatura di un gruppo di opere e alla realizzazione di un archivio on line ad esse dedicato contenente le schede dei singoli pezzi, al fine di sfruttare a pieno tutte le potenzialità fornite da un database relazionale. All'inizio la mia ricerca si è concentrata quindi sullo studio delle fonti bibliografiche e documentali, e sull'analisi stilistica volta a inquadrarne il contesto storico-artistico, tentando di individuarne, laddove non fosse noto, l'autore o il contesto in cui questi operava. In un secondo momento mi sono soffermato sull'individuazione del supporto tecnologico adeguato alla gestione del materiale derivato dall'analisi e dallo studio delle opere. Questo mi ha portato a valutare l'inserimento dei contenuti frutto dell'attività di studio e ricerca in una struttura di database relazionale a scopo di consultazione, studio scientifico ed approfondimento. Dopo avere individuato nel linguaggio MySQL la possibilità di realizzare la tipologia di database più adatta agli scopi del progetto, garantendo all'utente la possibilità di interrogare il database in base a chiavi di ricerca impostate dall'utente stesso, quindi di incrociare i dati relativi ad autore, epoca, materiale, etc., mi sono dedicato all'approfondimento degli aspetti tecnici legati all'uso di questo linguaggio. In

particolare, ho studiato la struttura dei record e dei campi e la possibilità di articolare le tabelle in modo da adattarle ai contenuti proposti nel modo più appropriato possibile. Successivamente, ho esaminato varie possibilità di collegamento del database a un'interfaccia utente attraverso l'uso di CMS OpenSource, opportunamente modificati per adattarsi meglio alle esigenze del progetto. Questo tipo di approccio mi ha indotto a considerare questioni legate alla natura dell'informazione, alle modalità di ricerca della stessa e alle metodologie di indagine, valutazione e analisi dell'opera d'arte in un contesto scientifico che preveda l'uso di tecnologie informatiche. Alla luce dei risultati di queste ricerche ho ritenuto quindi opportuno rimodulare il progetto, orientandolo a quelli che si sono rivelati essere i temi fondamentali per chi affronti lo studio della Storia dell'Arte con strumenti informatici, cioè la gestione della conoscenza e la rappresentazione dell'informazione. Ho ritenuto inoltre opportuno ridefinire l'orizzonte storico-artistico della mia ricerca, individuando nelle opere d'arte della Cattedrale di Palermo un'area di indagine mi desse modo di sperimentare nuove soluzioni per l'approccio allo studio e alla rappresentazione dell'informazione relativa alle opere stesse. Lo scopo ultimo di questo lavoro è quindi stabilire uno standard metodologico in materia di trattamento dell'informazione relativo all'opera d'arte, che consenta un accesso all'informazione stessa da diversi dispositivi in un arco duraturo di tempo. La presente tesi è quindi costituita da tre parti: nella prima vengono affrontati temi legati alla gestione della conoscenza e alla rappresentazione dell'informazione, come l'acquisizione e la digitalizzazione e le varie tipologie di dati, i metadati e gli strumenti e gli standard di archiviazione dei dati stessi, per poi passare a tematiche

inerenti alla rappresentazione dell'informazione, come i linguaggi di marcatura, la struttura dell'informazione, il web semantico e le ontologie, soffermandosi anche su un'analisi dei principali strumenti che ad oggi forniscono la possibilità di creare e gestire ontologie legate a raccolte e collezioni di opere d'arte. La seconda parte affronta lo studio storico-artistico delle opere presenti all'interno della Cattedrale di Palermo e del suo Tesoro, prima proponendo un discorso generale introduttivo sulla Cattedrale e sulle opere presenti in essa, poi attraverso una schedatura delle opere stesse, seguendo un ordine cronologico e contestualizzandole attraverso un'analisi completa, l'esame delle fonti documentali e i raffronti con opere coeve. Nella terza parte viene proposta un'ontologia relativa alle opere della Cattedrale, partendo dalle informazioni raccolte nell'ambito della ricerca storico-artistica, inserendo i dati ad esse relativi in una struttura logica che consenta di interfacciarsi con un database per quanto riguarda il lato server e con l'utente finale per quanto riguarda il lato client, fornendo all'utente stesso la possibilità di eseguire ricerche complesse che vadano oltre le potenzialità offerte dai tradizionali operatori booleani, basandosi piuttosto su variabili di contesto. Lo scopo ultimo della tesi è stabilire uno standard metodologico in materia di trattamento dell'informazione relativo all'opera d'arte, che consenta un accesso all'informazione stessa da diversi dispositivi in un arco duraturo di tempo.

Capitolo I

Gestione della conoscenza e rappresentazione dell'informazione

I Metadati

In un contesto come quello storico-artistico il concetto di informazione perimetra un ampio spettro di concetti, come la comunicazione scritta, quella verbale, quella che avviene via e-mail, il patrimonio in termini di opere e conoscenza delle stesse, tutti elementi che possono contribuire a creare confusione. In realtà, l'informazione è parte di un ciclo che partendo dai dati passa attraverso l'informazione stessa per arrivare alla conoscenza. Considerando i dati come materiale grezzo, derivante da osservazione o misurazione, essi vengono trasformati in informazione quando viene attribuito loro un significato, cioè quando vengono sottoposti ad interpretazione. Questo processo genera altri dati, che entrano a far parte dell'universo semantico dell'opera, arricchendone e completandone il significato, e che sono in continua evoluzione. La rappresentazione di questi dati è cruciale per la comunicazione dell'opera e della collezione o del museo che la contiene, essendo destinati a trasformarsi in conoscenza individuale nel pubblico, determinandone quindi la funzione e l'identità. Questi dati, che costituiscono il corredo immateriale del manufatto, rappresentano oggi la chiave della comunicazione dell'opera d'arte e vengono comunemente chiamati "metadati". Un primo tentativo di definizione del termine "metadati" può descriverli come dati che parlano di altri dati, fornendo informazioni su un determinato contenuto. Coniato alla fine degli anni Sessanta nell'ambiente dell'Information Technology americana, è diventato vocabolo di uso sempre più frequente con l'avanzare della tecnologia digitale. Nel contesto di un'opera d'arte, di un museo o di una collezione, possiamo definire i metadati come

informazioni, grazie ai significati delle quali speriamo non soltanto di identificare e descrivere, ma anche di controllare e continuare a mettere a frutto le nostre collezioni. Appare chiaro come questa definizione avvicini i metadati alla sfera della catalogazione, quasi sovrapponendosi ad essa; in realtà, sia i metadati che la catalogazione rientrano nel campo della gestione delle collezioni. Teoricamente, i metadati possono essere anche analogici; se vogliamo però garantirne l'utilizzo a un largo numero di persone in un ampio arco di tempo, è necessario che siano strutturati, semanticamente controllati e interpretabili da un computer: è necessario cioè che rispondano a requisiti di sintassi e organizzazione stabiliti da standard documentati e condivisi. L'esigenza di creare e condividere questi standard è stata determinata dall'avvento e dall'espansione del World Wide Web, che ha fornito a qualsiasi computer connesso alla rete la possibilità di accedere a informazioni adeguatamente formattate. La creazione di infrastrutture tecnologiche che rispondano a questi standard garantisce la durata e l'efficacia nel tempo di questo tipo di informazioni. I metadati possono essere diversamente connotati in base al loro contenuto e al contesto in cui sono operativi. Per quanto riguarda la sfera museale e del collezionismo, possiamo distinguerli in descrittivi, amministrativi, tecnici e relativi alla conservazione. Il metadati descrittivo è usato per descrivere o identificare fonti di informazione. Questa categoria è quella che più si avvicina al concetto tradizionale di catalogo, riguardando quello che un oggetto è e cosa rappresenta o significa. È grazie ai metadati descrittivi che gli utenti in rete oggi possono compiere ricerche su singoli manufatti, consultarne le schede e visualizzarne le riproduzioni digitali. Rendere i dati conformi a standard largamente condivisi è fondamentale per qualsiasi istituzione

museale, indipendentemente dalle dimensioni. Oltre ad offrire un migliore servizio al pubblico, infatti, i dati saranno facili da gestire anche in caso di migrazione a un altro ambiente software. In particolare, gli standard possono essere applicati alla struttura dei dati, al loro valore e al loro contenuto. Per quanto riguarda la struttura, aderire a standard largamente condivisi facilita l'ingresso in infrastrutture virtuali comuni, nelle quali confluiscono le collezioni di svariati musei di tutto il mondo, consultabili on line da un pubblico sicuramente più vasto di quello del singolo museo. Applicare degli standard al valore dei dati, invece, assolve a due compiti fondamentali: arricchire la gerarchia dei dati di una solida struttura logica ed eliminare le ambiguità che possono derivare dal contrasto tra il linguaggio tecnico degli addetti ai lavori e il linguaggio comune del pubblico appassionato ma non esperto. Per fare un esempio, l'utente medio che cercasse informazioni sulle paci in argento del Tesoro della Cattedrale di Palermo utilizzando "quadro" o "cornice" come parole chiave, non troverebbe niente di corrispondente a meno che non venisse previsto nei valori dei metadati l'uso del termine nel linguaggio comune per indicare la tipologia della pace. Un sistema di valori che preveda evenienze di questo tipo, *user-oriented*, comporta un ripensamento generale dell'approccio all'opera d'arte da parte dello specialista del museo, che ha il compito di assicurare l'accesso alle informazioni a qualsiasi tipo di pubblico, indipendentemente dal grado di preparazione del pubblico stesso. Anche in questo caso esistono vocabolari o thesauri standard largamente condivisi, come l'Art & Architecture Thesaurus (o AAT), i Library of Congress Standard Headings (LCSH), ICONCLASS, la Nomenclature for Museum Cataloging e molti altri, il cui scopo fondamentale è eliminare le ambiguità derivanti dalle differenze tra il

linguaggio comune e quello specialistico, consentendo l'accesso più ampio possibile alle informazioni a vantaggio dei non addetti ai lavori, pur preservando l'integrità delle informazioni inerenti l'opera. Per quanto riguarda gli standard applicati al contenuto dei dati, solo di recente ne è stato pubblicato uno, il Cataloging Cultural Objects (CCO), che soddisfa le esigenze delle istituzioni museali che possiedono collezioni legate a risorse multimediali, che fino ad ora avevano fatto riferimento a standard come l'Anglo-American Cataloging Rules (AACR), concepiti per il settore librario. Oltre ai metadati descrittivi, di cui abbiamo parlato finora, quelli amministrativi, tecnici e relativi alla conservazione rivestono un ruolo altrettanto importante nella gerarchia dell'informazione di un museo o di una collezione. Vengono infatti usati per definire aspetti dell'opera d'arte soggetti a continuo cambiamento, come gli atti di acquisizione o cessione, i prestiti, i diritti di proprietà, le copie che possono venire eseguite di un'opera, la sua digitalizzazione e l'eventuale migrazione da un formato digitale a un altro, i restauri a cui viene sottoposta, insomma tutto ciò che concerne l'evoluzione nel tempo di un manufatto musealizzato. Nel dettaglio, i metadati amministrativi riporteranno informazioni su acquisti, contratti, prestiti, etc.; quelli tecnici conterranno caratteristiche hardware e software o impostazioni di scanning o ripresa video di un oggetto; quelli legati alla conservazione del manufatto avranno a che fare con i restauri o con le procedure di sicurezza, etc.. Lo sviluppo e la gestione di un sistema di informazioni basato sull'utilizzo di metadati comporta però una serie di difficoltà legate fondamentalmente a due aspetti: la preservazione dei file su supporto digitale e il mantenimento del formato in cui i metadati stessi sono stati prodotti. Per quanto

riguarda il primo aspetto, inevitabilmente legato alla natura fisica dei supporti, è indispensabile che la manutenzione e la periodica sostituzione dei supporti stessi entrino a far parte stabilmente delle attività di ordinaria manutenzione del museo e delle sue collezioni, in modo da aggiornare con regolarità l'hardware di stoccaggio dei metadati, evitando così rischi di perdita dei dati. Il secondo aspetto, invece, è legato alla scelta del formato in cui i metadati vengono codificati. Il rischio della scelta di un software proprietario risiede nella possibilità che l'azienda produttrice cessi la sua attività, lasciando i dati sostanzialmente privi di assistenza. Questo fattore, di importanza non secondaria, orienta verso la scelta di un software open source, continuamente aggiornato da una comunità di utenti e a rischio decisamente minore di estinzione, per ciò che riguarda manutenzione e aggiornamenti. I software impiegati con queste finalità dovrebbero poter gestire quei metadati di natura tecnica automaticamente generati dal sistema in fase di gestione e salvataggio dei file, che nei sistemi operativi consumer contengono informazioni su data di creazione, dimensione, formato ed eventuali modifiche, ampliando lo spettro delle informazioni e (sarebbe auspicabile) fornendo la possibilità di salvare queste informazioni sia all'interno dei file che nel sistema di gestione. Alcuni di questi sistemi di gestione della conoscenza sono stati implementati per risorse di natura libraria, come METS, NEDLIB, CEDARS o OAIS. Anche i musei hanno prodotto interessanti soluzioni in questo senso, come i progetti InterPARES 1, 2 e 3 (International Research on Permanent Authentic Records in Electronic Systems), o il progetto Variable Media Network, frutto della collaborazione tra la Fondazione Daniel Langlois per l'Arte, la Scienza e la Tecnologia e la Fondazione Guggenheim, che propone standard

determinati dalle risposte degli artisti a un questionario riguardante le condizioni in cui vorrebbero fossero custodite le loro opere e si caratterizza per la proposta di rigenerare le informazioni, piuttosto che garantirne la migrazione verso sistemi tecnologici più aggiornati. Altri importanti contributi nel campo della gestione dei metadati sono arrivati da gruppi collegati alla realtà industriale come il Motion Picture Experts Group (<http://www.mpeg.org>), che ha implementato l'MPEG-21, uno standard il cui scopo è descrivere oggetti multimediali complessi, e il Joint Photographic Experts Group (<http://www.jpeg.org>), il cui standard è basato sull'inclusione di metadati all'interno dell'immagine digitale. È possibile combinare diversi sistemi di gestione dei metadati, come nel caso del CIDOC-CRM, il Conceptual Reference Model implementato dall'International Committee for Documentation dell'ICOM, che, usato in combinazione con l'MPEG-7, supplisce perfettamente alle sue carenze nella descrizione delle rappresentazioni digitali degli oggetti. Per quanto riguarda il formato dei metadati, la soluzione più efficace oggi sembra legata ai linguaggi Markup, o di marcatura, che forniscono come output semplici file di testo di facile accesso per la quasi totalità dei software e di facile interpretabilità da parte dei computer. In questi file i contenuti sono marcati da tags che ne definiscono la natura, garantendo ai metadati solidità e flessibilità al tempo stesso. In particolare l'XML (Extensible Markup Language, <http://www.w3.org/XML>) rappresenta attualmente la soluzione più efficace, essendo un linguaggio cross-platform, quindi leggibile non solo da software commerciali, ma anche da una serie di programmi open source, cosa che garantisce la sopravvivenza dei dati a lungo termine. Un'interessante alternativa a livello commerciale è

rappresentata da XMP (Extensible Metadata Platform), un sistema di marcatura XML-based implementato da Adobe Systems, che consente di incapsulare i metadati all'interno dei file, mettendoli in grado di migrare attraverso formati e supporti differenti. La gestione dei metadati all'interno di una collezione o di un'istituzione museale rappresenta oggi la sfida fondamentale per ciò che riguarda la comunicazione pubblica del museo stesso, il cui obiettivo diventa, come accennavamo all'inizio, la trasformazione dell'informazione interna in conoscenza veicolabile all'esterno, verso il singolo e quindi verso la società. La gestione dei metadati e la loro comunicazione vanno dunque visti in un'ottica sociale, come medium diretto alla collettività, alla sua cultura, al suo immaginario. Il trattamento dei metadati sta alla base del nostro discorso sulla gestione della conoscenza.

Gestione della conoscenza e ricerca delle informazioni

Di recente si è sviluppato un notevole interesse intorno al tema dell'utilizzo di metodologie e strumenti di gestione della conoscenza (Knowledge Management - KM) nel settore degli studi storico-artistici, sebbene termini come rappresentazione della conoscenza (Knowledge Representation-KR), metadati, modellazione concettuale, interoperabilità sintattica, interoperabilità semantica, linguaggi di marcatura, ontologie non facciano esattamente parte del vocabolario standard di uno storico dell'arte. Il settore di applicazione di questo tipo di strumenti è prevalentemente il web, che richiede strumenti e tecnologie che consentano una reale "interoperabilità" delle applicazioni (un aspetto non esclusivamente tecnologico, ma

soprattutto semantico). La gestione della conoscenza è caratterizzata da due aspetti fondamentali: reperire le informazioni richieste dall'utente e identificare le modalità più appropriate per fornire queste informazioni all'utente stesso. Questo processo può essere scandito in cinque fasi fondamentali: acquisizione, rappresentazione, elaborazione, condivisione e utilizzo della conoscenza. Il web è l'ambiente naturale per l'attuazione di processi di questo tipo e ancora di più lo è il web semantico, evoluzione del web attuale. Nel web semantico, infatti, le informazioni sono rappresentate in maniera da poter essere sottoposte a processi di elaborazione dal computer, attraverso l'impiego di componenti automatizzati, chiamati anche "agenti software". L'impiego di questi strumenti consente di superare i limiti nella ricerca legata a meccanismi di indicizzazione dei dati attraverso parole chiave (come quelle spesso contenute all'interno di tag Meta) o alla combinazione di operatori di contesto (Autore + Data), dando modo all'utente di comprendere la semantica della strutturazione delle informazioni. Proposizioni più ricche dal punto di vista espressivo permettono all'utente di ritrovare in maniera più facile ed efficace le informazioni richieste, e consentono di indicizzare le risorse esistenti sul web in maniera più ricca rispetto al metodo tradizionale di associare alle risorse parole chiave o concetti. Tutto ciò rende possibile formulare richieste più sofisticate, migliorando sia la precisione delle risposte ottenute che il richiamo dei documenti pertinenti. Grazie ad una documentazione strutturata, l'utente potrebbe effettuare una ricerca più precisa indicando che i termini ricercati devono comparire in specifiche parti del documento (per esempio, nel campo Ubicazione o Tecnica). Questo richiede però che l'utente sia a conoscenza della struttura dell'informazione, e che questa

struttura sia comprensibile indipendentemente dalla sua lingua madre o cultura. Nell'infrastruttura del web semantico, i concetti sono identificati in maniera univoca e indipendente dalla lingua, e agenti software sono in grado di realizzare le associazioni e identificare le equivalenze terminologiche, grazie a una rappresentazione formalizzata della conoscenza e alla capacità di eseguire dei ragionamenti.

Le ontologie

Il termine ontologia, che l'informatica ha mutuato dalla filosofia, indica una rappresentazione formale, condivisa ed esplicita di una concettualizzazione di un dominio di interesse attraverso un modello concettuale. Questo modello può esistere nella mente di qualcuno o essere annidato in un sistema software o di informazione, in un oggetto o in un processo. Il compito di un creatore di ontologie è identificare il modello e renderlo esplicito. Questo consente al modello di essere accessibile o comunicabile per un ampio spettro di utenti potenziali, siano essi persone fisiche, organizzazioni o agenti software. Rispetto ad un thesaurus, orientato alla descrizione di termini, un'ontologia descrive concetti e le relazioni che li interconnettono, mentre una Base di Conoscenza (Knowledge Base o KB) oltre ai concetti include anche oggetti del mondo reale. Nell'affrontare il problema dell'organizzazione dell'informazione, la soluzione applicata più frequente è la classificazione, che può però presentare problemi legati a differenze di dominio, terminologia, scelta e significato delle varie caratteristiche ritenute importanti, e a differenze tra le relazioni

più significative. Le classificazioni sono focalizzate sulle esigenze di accesso all'informazione e si basano su criteri predefiniti codificati mediante elementi "sintattici"; le ontologie presentano parecchi vantaggi rispetto a questo sistema, concentrandosi sul "significato" dei termini e sulla "natura" e "struttura" di un dominio. Ne deriva che il problema essenziale è sostanzialmente quello della corrispondenza semantica. Diventa quindi fondamentale per l'efficacia di un'ontologia il modo in cui è in grado di esprimere i concetti in maniera non ambigua e con un buon grado di copertura e di precisione rispetto al modello inteso. Il settore degli studi storico-artistici ha una lunghissima tradizione nel campo della classificazione delle opere d'arte, e nel tempo sono stati realizzati strumenti di grande validità, come glossari, cataloghi, etc., fino ad arrivare a tassonomie come IconClass o a vocabolari controllati strutturati in modo da evidenziare le relazioni semantiche tra termini e concetti, come AAT della Getty Foundation o a teorie assiomatizzate come DigiCult 2003. Tutti questi strumenti, per quanto ben concepiti ed efficaci, non si prestano tuttavia a mettere in relazione strutture concettuali diverse. Ci sono già strumenti, come il CIDOC CRM, che permettono di rappresentare la conoscenza in modo da poter supportare ragionamento e deduzioni. In un contesto ampio e decentralizzato come quello del patrimonio culturale e del web, assume una particolare importanza l'integrazione dell'informazione. In questo processo risulta essenziale il ruolo giocato da una *core ontology*, il cui obiettivo è fornire un modello globale ed estensibile in cui possono essere messi in corrispondenza ed integrati i dati provenienti da fonti eterogenee. Questa forma canonica è in grado di fornire una singola base di conoscenza per strumenti e servizi *cross-domain* (*resource discovery*,

browsing, data mining), riducendo la complessità combinatoria che deriverebbe dal tentativo di mettere in corrispondenza a due a due i singoli formati di metadati o le ontologie. È importante la distinzione tra *core metadata* e *core ontology*. Mentre i primi sono prevalentemente scritti e letti da esseri umani, la seconda è un modello formale utilizzato da strumenti che provvedono all'integrazione di varie fonti di dati e svolgono varie altre funzioni. Di conseguenza, mentre i fattori umani, e principalmente la leggibilità, costituiscono un elemento cardine nella definizione dei *core metadata*, una *core ontology* può accettare un livello di complessità maggiore, privilegiando la completezza e la correttezza logica rispetto alla comprensibilità umana. Un interessante esempio di *core ontology* è CIDOC CRM, cui abbiamo accennato prima, costituita da circa 80 classi e 130 proprietà, che si pone come modello di riferimento per il patrimonio culturale e per altri contesti, e consente di supportare il ragionamento spaziale e temporale.

Il web semantico

La comunità scientifica internazionale sta investendo mezzi e risorse nella realizzazione del cosiddetto web 3.0 o web semantico. Secondo una definizione ormai largamente condivisa con questo termine si intende la trasformazione del World Wide Web in un ambiente dove i documenti pubblicati (pagine HTML, file, immagini, e così via) siano associati ad informazioni e dati (metadati) che ne specificano il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione, all'interpretazione e, più in generale, all'elaborazione automatica. Con

l'interpretazione del contenuto dei documenti che il Web semantico propugna, saranno possibili ricerche molto più evolute delle attuali, basate sulla presenza nel documento di parole chiave, e altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e connessioni tra documenti secondo logiche più elaborate del semplice collegamento ipertestuale. Si è già arrivati a definire quella che è la struttura di dati caratteristica del web semantico (Fig. 1).

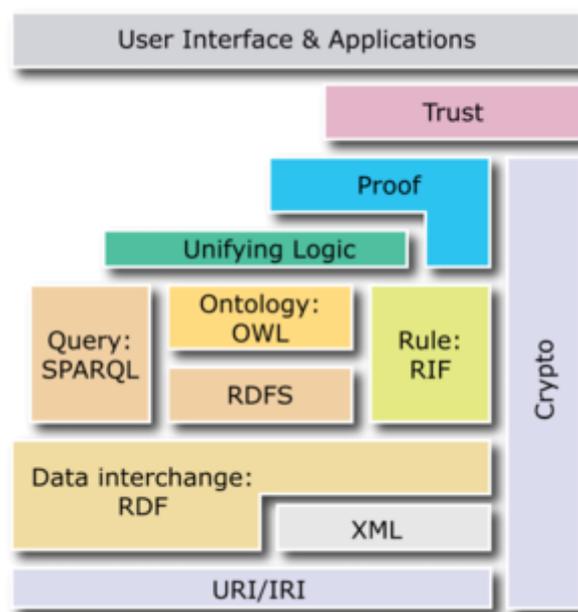


Fig. 1 - L'architettura di dati del web semantico

In questo contesto, il termine “semantico” va inteso come “elaborabile dalla macchina”. La semantica dei dati consiste nelle informazioni utili perché la macchina possa utilizzarli nel modo corretto. Alla base dell’idea di web semantico sta la possibilità da parte delle macchine di accedere ad un “insieme strutturato di informazioni” e a un “insieme di regole di inferenza” da utilizzare per il ragionamento automatico. La sfida del Semantic Web, quindi, è fornire un linguaggio

per esprimere “dati” e “regole” per ragionare sui dati, che consenta l’“esportazione” sul web delle regole da qualunque sistema di rappresentazione della conoscenza.

Per quanto riguarda gli elementi principali raffigurati in Figura 1 e che costituiscono l’architettura del web semantico, partendo dalla base, che è il livello più vicino all’utente finale:

- L’URI (Uniform Resource Identifier) è il generico insieme di tutti i nomi/indirizzi che costituiscono le brevi sequenze di caratteri che fanno riferimento ad una risorsa (ad es., www.unipa.it)
- L’XML (eXtensible Markup Language) è un metalinguaggio di markup, ovvero un linguaggio marcatore che definisce un meccanismo sintattico che consente di estendere o controllare il significato di altri linguaggi marcatori. Ha un ruolo fondamentale nella struttura, consentendo di dare ai documenti una “struttura” arbitraria.
- Il Resource Description Framework (RDF) è lo strumento base proposto da W3C (World Wide Web Consortium) per la codifica, lo scambio e il riutilizzo di metadati strutturati e consente l’interoperabilità tra applicazioni che si scambiano informazioni sul Web e può essere usato per esprimere il “significato”, asserendo che alcuni particolari elementi hanno delle proprietà (per es. *autore-di*).
- L’ontologia (o “livello ontologico”), che è il contenitore che definisce in modo formale le relazioni fra i termini e che permette di descrivere le relazioni tra i tipi di elementi (per es. la transitività di alcune proprietà), senza però fornire informazioni su come utilizzare queste relazioni dal punto di vista

computazionale. Il linguaggio definito dal W3C per definire ontologie strutturate, in architettura web, e per consentire una migliore integrazione dei dati tra applicazioni in settori diversi è OWL (Web Ontology Language).

- Al “livello logico”, le asserzioni esistenti sul web possono essere utilizzate per derivare nuova conoscenza. Dato che i sistemi deduttivi non sono normalmente interoperabili, si può pensare di definire un linguaggio universale per rappresentare le dimostrazioni. I sistemi potrebbero quindi autenticare con la firma digitale queste dimostrazioni ed esportarle ad altri sistemi che le potrebbero incorporare nel Semantic Web.
- La crittografia, infine, viene applicata in diversi strati nel modello astratto del Semantic Web, in particolare in quelle sezioni in cui si ritiene necessaria una infrastruttura in cui le parti possano essere riconosciute e accettate come credibili in specifici domini.

Una caratteristica importante del Semantic Web è, coerentemente con i principi del web, la sua totale “decentralizzazione”, e l’“interoperabilità” tra applicazioni, macchine, ontologie diverse. In questa visione, l’opera di armonizzazione delle ontologie e degli schemi descrittivi viene affidata ad agenti software che, disponendo di una rappresentazione della conoscenza e di regole di deduzione espresse con un linguaggio interoperabile, operano per armonizzare conoscenze diverse. Per l’interoperabilità semantica, un problema rilevante è l’armonizzazione degli schemi descrittivi e delle ontologie, due aspetti fortemente interconnessi. Infatti, va tenuto presente che l’organizzazione dei concetti (aspetto ontologico) non può essere considerato a sé stante, scorrelato dallo schema adottato per rappresentare le

informazioni. In altri termini, la complessità derivante, per esempio, dalla specializzazione degli oggetti per funzione o tipo (ad es. calice, turibolo, cartagloria) deve necessariamente trovar posto o in un sistema di classificazione (thesaurus) o in una articolazione della scheda descrittiva (quindi campo, sottocampo, attributo). Ne consegue che l'interoperabilità semantica tra collezioni non può essere affrontata semplicemente trovando degli equivalenti terminologici, impresa peraltro già non semplice, ma deve tener conto di come una determinata organizzazione dei concetti può essere tradotta verso uno specifico schema di rappresentazione. Due delle caratteristiche fondamentali di Internet sono la decentralizzazione e l'interoperabilità. Non è infatti accettabile che esista un'autorità centrale che stabilisca strutture di dati, standard e terminologie, mentre è necessario che possa avvenire liberamente lo scambio di informazioni tra tipi e strutture di dati differenti. Finora si è creduto che la definizione di uno schema di rappresentazione dell'informazione e una codifica che ne permetta la fruizione su qualunque piattaforma, siano la soluzione ottimale. L'evoluzione della rete e il continuo aumento delle esigenze e delle modalità di comunicazione rende però necessaria l'attuazione di standard che si ispirino non soltanto all'interoperabilità tecnologica, ma anche a quella semantica. L'interoperabilità tecnologica viene garantita da standard come l'XML, cui abbiamo già accennato, che rende compatibili elementi diversi su diverse piattaforme di comunicazione. Per quanto riguarda invece l'interoperabilità semantica, abbiamo già detto quanto importante sia il ruolo svolto dai metadati; in questo senso appare di grande importanza il ruolo svolto dal Resource Description Framework, che è lo strumento base per la codifica, lo scambio e il riutilizzo di metadati strutturati e

consente l'interoperabilità tra applicazioni che si scambiano sul web informazioni. Il web semantico deve però essere supportato da ontologie, che definiscono i concetti e le relazioni utilizzate per descrivere e rappresentare uno specifico dominio di conoscenza. In altri termini, occorre disporre di un linguaggio che consenta di definire la terminologia usata, le caratteristiche logiche e i vincoli delle proprietà, l'equivalenza dei termini, le cardinalità delle associazioni, etc. Un'ulteriore complessità deriva dal fatto che il web è intrinsecamente distribuito, e

di conseguenza applicazioni diverse possono usare ontologie diverse, o le stesse ontologie, ma espresse in lingue diverse. Il W3C, sfruttando anche i risultati di altri progetti, quali DAML e OIL, ha definito un linguaggio, denominato OWL¹⁵, che permette di esportare le ontologie in modo interoperabile. OWL offre tre sottolinguaggi, di crescente potere espressivo: OWL Lite (per rappresentare classificazioni gerarchiche e vincoli semplici), OWL DL (per una maggiore potenza espressiva, garantendo comunque che tutte le conclusioni siano computabili e concluse in un tempo finito), OWL Full (che offre la massima potenza espressiva, ma non fornisce garanzie sui tempi di computazione, e difficilmente sarà supportato nella sua interezza da software che implementano il ragionamento). Ognuno di questi linguaggi è un'estensione del precedente, sia in termini di ciò che può essere espresso che in termini della validità delle conclusioni.

Capitolo II

Le opere d'arte della Cattedrale di Palermo

Le opere d'arte della Cattedrale di Palermo

L'impianto tecnologico fin qui descritto Trova una sua applicazione nel contesto di questo progetto, come è stato detto, nell'analisi dei dati relativi alle opere d'arte presenti nella Cattedrale di Palermo e nel suo Tesoro. Per quanto riguarda la Cattedrale, l'attenzione si focalizzerà quindi sulle tombe reali, ubicate a sinistra dell'ingresso della Cattedrale, di Federico II, Ruggero, Arrigo VI e Costanza d'Altavilla e sui sarcofagi di Costanza d'Aragona e Guglielmo Duca d'Atene. Oltre a queste, verranno presi in esame il fonte battesimale del 1801 di Filippo e Gaetano Pennino e i rilievi dei Gagini della cappella di S. Maria degli Angeli; il dipinto di Giuseppe Velasco nella cappella di S. Cristina; il dipinto di Pietro Martorana raffigurante il *Martirio di S. Agata* nella cappella intitolata alla santa; la statua della Vergine di F. Laurana nella cappella della Madonna Libera Inferni; il Crocifisso trecentesco su croce in agata del '700 con ai piedi la *Madonna* e la *Maddalena* di Gaspare Serpotta; il ciborio in lapislazzuli eseguito nel 1663 su disegno di Cosimo Fanzago nella cappella del SS. Sacramento; i resti della tribuna marmorea di Antonello Gagini presenti in Cattedrale e quelli conservati presso il Museo Diocesano; gli stalli lignei del 1466; il candelabro per il cero pasquale; il trono episcopale; l'urna d'argento con le reliquie di Santa Rosalia; il dipinto di Pietro Novelli con l'*Apparizione della Vergine ai SS. Ignazio e Francesco Saverio* nella cappella di S. Ignazio; il dipinto con *S. Geremia* di A. Manno nell'omonima cappella; i bassorilievi di Antonello e Fazio Gagini e il dipinto di Giuseppe Velasco nella cappella dell'Assunta; i due portali della Sacrestia dei Canonici attribuiti a Vincenzo

Gagini e le imposte in legno intarsiato di Vincenzo Pernaci; la *Madonna della Scala* di Antonello Gagini nella Sacrestia Nuova.

Per quanto riguarda invece il Tesoro della Cattedrale, facendo riferimento soprattutto ai recenti studi condotti su di esso da Maria Concetta Di Natale e Maurizio Vitella, si prenderanno in esame, oltre naturalmente ad opere come la Corona di Costanza, le suppellettili liturgiche che lo compongono, come il reliquiario dei SS. Cosma e Damiano del XIV secolo; il reliquiario della cintura della Madonna della seconda metà del XV secolo; le Paci in argento; i calici; il reliquiario architettonico del legno della croce della fine del XVI secolo; il reliquiario architettonico della fine del XVI – inizi del XVII; le pissidi; le opere di Don Camillo Barbavara, come il calice del canonico La Rosa Spatafora e la Mitria del Cardinale Giannettino Doria; la mazza del capitolo restaurata nel 1638 e quella di argenteo palermitano del 1648; la statuina dell'Immacolata del 1699 e del 1709; la teca portaparticole dell'Arcivescovo Ferdinando Bazan e la sua fibula in oro e smeraldi della fine del XVII secolo; i reliquiari di S. Rosalia; i reliquiari a busto di S. Carlo Borromeo e S. Filippo Neri; gli ostensori; le ampolline; la gioia del Santo Costato di Francesco Burgarello; il vaso con frasche dell'inizio del XIX secolo.

Navata sinistra

- Acquasantiera di Giuseppe Spadafora e Antonio Ferraro

- Acquasantiera di Domenico Gagini

- Fonte battesimale di Filippo e Gaetano Pennino (1801)

- Rilievi del Gagini nella cappella di Santa Maria degli Angeli

- Dipinto di Giuseppe Velasco nella cappella di S. Cristina

- Il Martirio di S. Agata di Pietro Martorana nella cappella della Santa (XVIII sec.)

- Statua della vergine di F. Laurana nella cappella della Madonna Libera Inferni

- Crocifisso trecentesco su croce in agata del '700

- Bassorilievi dell'altare della Cappella del Crocifisso di Fazio e Vincenzo Gagini

- Madonna di Gaspare Serpotta

- San Giovanni di Gaspare Guercio

- Maddalena di Gaspare Serpotta

- Ciborio in lapislazzuli su disegno di Cosimo Fanzago (1663)

Presbiterio

1. Cristo risorto dal retablo di Gagini → Bernini e Zanca (tribuna)

2. Stalli lignei gotico-catalani (1466)

3. Candelabro per il cero pasquale

4. Trono episcopale

5. Affreschi absidali di Mariano Rossi (1802)

Navata destra

1. Tombe reali

2. Urna argentea di Santa Rosalia

3. Apparizione della Vergine ai SS. Ignazio e Francesco Saverio di Pietro Novelli (1633-34)

4. S. Geremia di A. Manno (1785)

5. Bassorilievi di Antonello e Fazio Gagini nella cappella dell'Assunta (1535)

6. Dipinto di Giuseppe Velasco nella cappella dell'Assunta

I monili dell'imperatrice Costanza

- Orafi del regio ergasterium di Palermo, *Corona dell'imperatrice Costanza*, 1220, oro, filigrana d'oro, perle, gemme e smalti.

- Orafi del regio ergasterium di Palermo, *Anelli dell'imperatrice Costanza*, ante 1222, oro e gemme.

- Manifattura siciliana, *Pisside cilindrica*, seconda metà del XIII sec. - prima metà del XIV sec., avorio.

Suppellettili liturgiche

6. Orafo toscano, *Reliquiario dei Santi Cosma e Damiano*, XIV sec., argento e argento dorato, sbalzato, cesellato, fuso e smalto.

7. Maestri bizantini e siciliani, *Pace con icona della Madonna orante*, XII, XIV, e XVI secc., tempera su tavola e argento, argento dorato, sbalzato e cesellato.

8. Argentiere palermitano, *Calice*, fine del XV sec., argento sbalzato e cesellato.

9. Argentiere palermitano, *Reliquiario della cintura della Madonna*, fine del XV sec., argento dorato.

10. Argentiere lombardo, *Pace con Pietà*, inizio XVI sec., oro, argento sbalzato, cesellato e fuso, diaspro.

11. Argentiere catalano o siciliano spagnoleggiante, *Pace con Incoronazione della Vergine*, 1490-1511, argento, argento dorato, sbalzato e cesellato.

12. Paolo e Giovanni Gili, Battista Ramundo e argentiere siciliano, *Reliquiario a braccio di S. Agata*, 1532 e inizi del XVII sec., argento e argento dorato.

13. Battista Ramundo (?), *Reliquiario a braccio*, inizi del XVI sec., argento e legno.

14. Paolo Gili, Andrea Di Peri e Scipione Caselli, *Urna reliquiaria di S. Cristina*, 1556, argento sbalzato, cesellato e fuso, legno.

15. Argentiere spagnolo, *Calice*, fine XVI sec., argento e rame dorato, sbalzato e cesellato, smalto.

16. Argentiere siciliano, *Stauroteca*, fine XVI sec., argento sbalzato, cesellato e traforato, cristallo di rocca.

17. Argentiere siciliano, *Reliquiario architettonico*, fine XVI - inizi XVII sec., argento sbalzato e cesellato.

18. Argentiere palermitano, *Calice*, 1719 e 1750, argento sbalzato e cesellato.

19. Antonino La Motta, *Calice*, 1658, argento sbalzato e cesellato.

20. Argentiere palermitano, *Pace con Immacolata*, inizio XVII sec., argento sbalzato e cesellato.

21. Argentiere palermitano, *Pace con Pietà*, inizio XVII sec., argento sbalzato e cesellato.

22. Argentiere palermitano, *Pace con Sacra Famiglia*, inizio XVII sec., argento sbalzato e cesellato.

23. Michele Ricca, *Pisside*, 1633 - 1650, argento dorato, sbalzato e cesellato.

24. Giovanni Duro, *Pisside*, 1734, argento sbalzato e cesellato.

25. Apollonio Mancuso, Nicola Viviano, Desiderio Pillitteri, Giovanni Di Pietro e Francesco Licco, *Urna di S. Rosalia*, 1625, legno, cristallo e argento.

26. Giuseppe Oliveri, Francesco Ruvolo, Giancola Viviano, Matteo Lo Castro, Michele Ferruccio, *Vara di S. Rosalia*, 1637, argento sbalzato, cesellato e fuso.

27. Don Camillo Barbavara, *Calice*, ante 1637, oro, argento, smalti e gemme.

28. Argentiere siciliano, *Pisside*, ante 1637, argento dorato, sbalzato e cesellato.

29. Don Camillo Barbavara e maestri siciliani, *Mitria*, 1608 - 1642, oro, argento, smalti, gemme e perle.

30. Argentiere palermitano, *Stauroteca*, 1642, argento, argento dorato, sbalzato e cesellato, cristallo.

31. Argentiere palermitano, *Reliquiario a statua di S. Pietro*, 1638, argento sbalzato, cesellato e fuso.

32. Argentiere palermitano, *Mazza capitolare*, 1648, argento sbalzato, cesellato e fuso.

33. Argentiere palermitano, *Repositorio*, 1683 - 1684, argento sbalzato, cesellato e fuso.

34. Argentiere spagnolo, *Calice*, seconda metà del XVII sec., argento, rame dorato e smalti.

35. Argentiere palermitano e Antonino Mollo, *Immacolata*, 1699 e 1709, argento sbalzato, cesellato e fuso.

36. Argentiere palermitano, *Teca porta particole*, 1688, argento sbalzato, cesellato e inciso.

37. Orafo palermitano, *Fibula di piviale*, fine XVII sec., oro e smeraldi.

38. Orafo palermitano, *Croce pettorale*, 1776 - 1793, oro, brillanti e zaffiri.

39. Argentiere palermitano, *Reliquiario di S. Rosalia*, ante 1715, argento sbalzato, cesellato e fuso.

40. Didaco Guttadauro, *Reliquiario di S. Rosalia*, 1730 - 1731, argento sbalzato, cesellato e fuso, brillanti.

41. Argentiere palermitano, *Reliquiario a statua di S. Rosalia*, 1724, argento sbalzato, cesellato e fuso.

42. Argentiere palermitano, *Reliquiario di S. Rosalia*, 1802, argento sbalzato e cesellato.

43. Argentiere romano, *Reliquiario a busto di S. Carlo Borromeo*, 1718 c., argento dorato, sbalzato, cesellato e fuso.

44. Argentiere romano, *Reliquiario a busto di S. Filippo Neri*, 1718 c., argento dorato, sbalzato, cesellato e fuso.

45. Giuseppe Muscolino, *Ostensorio*, fine XVII - inizi XVIII sec., argento dorato e filigrana d'argento, pietre policrome.

46. Argentiere siciliano, *Ampolline*, inizi XVIII sec., argento dorato e filigrana d'argento, pietre policrome.

47. Argentiere siciliano, *Fibula*, inizi XVIII sec., filigrana d'argento e pietre policrome.

48. Argentiere palermitano, *Ostensorio*, 1735, argento sbalzato e cesellato.

49. Argentiere palermitano, *Ostensorio*, 1738, argento sbalzato e cesellato.

50. Argentiere palermitano, *Calice*, fine XVII sec., argento sbalzato, cesellato e fuso.

51. Argentiere palermitano, *Calice*, 1769, argento sbalzato, cesellato e fuso.

52. Argentiere siciliano, *Ostensorio*, XVIII sec., argento dorato, sbalzato, cesellato e fuso, diamanti e rubini.

53. Argentiere palermitano, *Calice*, 1748 - 1753, argento sbalzato, cesellato e pietre policrome.

54. Argentiere palermitano, *Copertina di testo liturgico*, 1748 - 1753, argento sbalzato e cesellato, velluto.

55. Antonino Nicchi e Salvatore Mercurio, *Ostensorio*, 1774, oro, argento sbalzato e cesellato, smalti, rubini e diamanti.

56. Francesco Bulgarello, *Gioia del Santo Costato*, ante 1782, oro, rubino e diamanti.

57. Antonio Barrile, *Copertina di testo liturgico*, 1778, argento sbalzato e cesellato, velluto.

58. Argentiere palermitano, *Copertina di testo liturgico*, 1807, argento sbalzato e cesellato.

59. Argentiere catanese, *Calice*, 1820, argento sbalzato, cesellato e fuso.

60.Argentiere palermitano, *Ostensorio*, inizi XIX sec., argento dorato, smalti e diamanti.

Conclusioni

Capitolo III

Per un'ontologia delle opere d'arte della Cattedrale di Palermo

Conclusioni

Bibliografia

MANOSCRITTI

A. GALLO, *Parte seconda delle notizie di pittori e mosaicisti siciliani ed esteri che operarono in Sicilia, ms. XIX sec., Palermo, Biblioteca Centrale della Regione Siciliana, XV H 19.*

Inventario della Magior [sic] Chiesa, in Archivio di Stato di Palermo, Miscellanea archivistica, vol. 443, anno 1848.

Inventari della Cattedrale, in Archivio Storico Diocesano di Palermo, Capitolo, nn. 250-251, anni 1848-1851 con aggiornamenti successivi.

MONGITORE A., *Storia sacra di tutte le chiese, conventi, monasteri, ospedali ed altri luoghi pii della città . La Cattedrale di Palermo, ms. della prima metà del XVIII secolo presso la Biblioteca Comunale di Palermo ai segni QqE3.*

TESTI A STAMPA

G.M. AMATO, *De principe templo panormitano, libri XIII, Panormi 1728.*

G. BOZZO, *Le lodi dei più illustri siciliani trapassati nei primi quarantacinque anni del secolo XIX, Palermo 1852.*

A. GALLO, *Vita di Giuseppe Velasques palermitano, egregio dipintore, scritta da Agostino Gallo, suo amico, Palermo 1845.*

G. DI MARZO, *I Gagini e la scultura in Sicilia nei secoli XV e XVI, Memorie storiche e documenti, Palermo 1880-83.*

G. FILANGIERI, *Indice degli artefici delle arti maggiori e minori la piu parte ignoti o poco noti si napoletani e siciliani si delle altre regioni d'Italia o stranieri che operarono tra noi con notizia delle loro opere e del tempo del loro esercizio da studii e nuovi documenti raccolti e pubblicati per cura di Gaetano Filangieri*, Napoli 1891.

N. BASILE, *La Cattedrale di Palermo: l'opera di Ferdinando Fuga e la verita sulla distruzione della tribuna di Antonello Gagini*, Firenze 1926.

A. ZANCA, *La cattedrale di Palermo: 1170 - 1946*, Palermo 1952.

H.W. KRUF, *Domenico Gagini und seine Werkstatt*, Monaco 1972.

G. BELLAFFIORE, *La cattedrale di Palermo*, Flaccovio Editore, Palermo, 1976

G. BRESCH BAUTIER, *La Maramma de la cathedrale de Palerme aux XIV^e et XV^e siècles*, in *Commentari* , nn. 1 e 2, 1977

A.G. MARCHESE, *I Ferraro da Giuliana*, Palermo - Sao Paulo, 1982.

M.C. DI NATALE, *Il corallo da mito a simbolo nelle espressioni pittoriche e decorative della Sicilia*, in *L'arte del corallo in Sicilia*, catalogo della Mostra a cura di C. Maltese e M.C. Di Natale, Palermo 1986, pp. 79 – 107.

G. KAFTAL, *Iconography of the saints in central and south Italian painting* , Firenze 1986.

L'arte del corallo in Sicilia, catalogo della Mostra a cura di C. Maltese e M.C. Di Natale, Palermo 1986.

C. SIRACUSANO, *La pittura del Settecento in Sicilia*, Roma 1986.

G. BARBERA, *Galleria di Palazzo Bellomo*, Siracusa, Milano 1989.

Ori e argenti di Sicilia dal Quattrocento al Settecento, catalogo della Mostra a cura di M.C. Di Natale, Milano 1989.

P. SENGE, *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, New York 1990.

M.C. DI NATALE, *Santa Rosalia nelle arti decorative*, Introduzione di A. Buttitta, contributi di P. Collura e M.C. Ruggieri Tricoli, Palermo 1991.

D. BERNINI, *Gagini padre e figlio scultori in Sicilia - Un contributo al quinto centenario della morte di Domenico*, in *Gagini*, supplemento a "Kalós", n. 4-5, a. IV, luglio-ottobre 1992.

M.C. DI NATALE, *Le croci dipinte in Sicilia. L'area occidentale dal XIV al XVI secolo*, Palermo 1992.

P. COLLURA, *Per una storia della Cattedrale*, in *La Cattedrale di Palermo*, Studi per l'ottavo centenario della fondazione a cura di L. Urbani, Palermo 1993

M.L. FOBELLI, *Vitalità dei motivi ornamentali dello scriptorium di Palermo e un inedito disegno tardo-normanno*, in *La Cattedrale di Palermo*, Studi per l'ottavo centenario della fondazione a cura di L. Urbani, Palermo 1993, pp. 221-229, 466-468.

GUASTELLA C., *Per l'edizione critica della corona di Costanza*, in *La Cattedrale di Palermo*, Studi per l'ottavo centenario della fondazione a cura di L. Urbani, Palermo 1993, pp. 265-286.

Le Confraternite dell'Arcidiocesi di Palermo. Storia e Arte, catalogo della Mostra a cura di M. C. Di Natale, Palermo 1993.

T. ORLANDI, *Discipline umanistiche e informatica 1. Il problema dell'integrazione*, Atti del Seminario (Roma 1991), Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare "Beniamino Segre", 87, Roma 1993.

M.C. DI NATALE, *S. Rosaliae Patriae Servatrici*, con contributi di M. Vitella, Palermo 1994.

A.C. DI STEFANO, *Indagini archeologiche nella cattedrale di Palermo*, in *La cattedrale di Palermo*, Firenze 1994, pp. 29-41.

G. MELI, *Il restauro della cattedrale di Palermo*, in *La cattedrale di Palermo*, Firenze 1994, pp. 43-96.

F. POMARICI, *L'oreficeria*, in *I Normanni popolo d'Europa 1030-1200*, catalogo della Mostra a cura di M. D'Onofrio, Roma 1994.

M. VITELLA, *Il Primo Festino*, in M. C. Di Natale, *S. Rosaliae Patriae Servatrici*, Palermo 1994, pp. 81 - 124.

M. ANDALORO, *Federico e la Sicilia fra continuità e discontinuità*, in *Federico e la Sicilia dalla terra alla corona. Arti figurative e arti sontuarie*, catalogo della Mostra (Palermo, Real Albergo dei Poveri, 16 dicembre 1994 – 30 maggio 1995) a cura di M. Andaloro, Palermo 1995, pp. 3-30.

E. BASSAN, *I sarcofagi di porfido della Cattedrale, Il sarcofago di Federico II*, in *Federico e la Sicilia dalla terra alla corona. Arti figurative e arti sontuarie*, catalogo della Mostra (Palermo, Real Albergo dei Poveri, 16 dicembre 1994 – 30 maggio

1995) a cura di M. Andaloro, Palermo-Siracusa 1995, pp. 33-35, 39-42.

G. DAVÌ, *Cofanetto*, in *Federico e la Sicilia dalla terra alla corona. Arti figurative e arti sontuarie*, catalogo della Mostra (Palermo, Real Albergo dei Poveri, 16 dicembre 1994 – 30 maggio 1995) a cura di M. Andaloro, Palermo-Siracusa 1995, pp. 179-181.

M.C. DI NATALE, *Coll'entrar di Maria entrarono tutti i beni nella città*, in *Il tesoro nascosto, Gioie e argenti per la Madonna di Trapani*, catalogo della Mostra (Trapani, Museo Regionale A. Pepoli, 2 dicembre 1995 – 3 marzo 1996), a cura di V. Abbate e M.C. Di Natale, Palermo 1995, pp. 11-45.

M.C. DI NATALE, *I codici latini, L'Epistolario di Messina, L'Evangelario di Messina*, in *Federico e la Sicilia dalla terra alla corona. Arti figurative e arti sontuarie*, catalogo della Mostra (Palermo, Real Albergo dei Poveri, 16 dicembre 1994 – 30 maggio 1995) a cura di M. Andaloro, Palermo 1995, pp. 357-362.

M.C. DI NATALE, *I tesori della Contea dei Ventimiglia. Oreficeria a Geraci Siculo*, Caltanissetta-Roma 1995, II ed. 2006.

Federico e la Sicilia dalla terra alla corona. Arti figurative e arti sontuarie, catalogo della Mostra (Palermo, Real Albergo dei Poveri, 16 dicembre 1994 – 30 maggio 1995) a cura di M. Andaloro, Palermo 1995.

Il Tesoro Nascosto. Gioie e argenti per la Madonna di Trapani, catalogo della Mostra (Trapani, Museo Regionale A. Pepoli, 2 dicembre 1995 – 3 marzo 1996), a cura di V. Abbate e M.C. Di Natale, Palermo 1995.

I. NONAKA, H. TAKEUCHI, *The Knowledge-Creating Company*, Oxford, 1995.

S. BARRAJA, *I marchi degli argentieri e orafi di Palermo*, saggio introduttivo di

M.C. Di Natale, Milano 1996.

M.C. DI NATALE, *I monili della Madonna della Visitazione di Enna*, con un contributo di S. Barraja, appendice documentaria di R. Lombardo e O. Trovato, Enna 1996.

M. USCHOLD, M. GRUNINGER, *Ontologies: Principles, Methods and Applications*, in «The Knowledge Engineering Review», 11/1996, 2, pp. 93-155.

T. BERNERS-LEE, *Metadata Architecture*
(<http://www.w3.org/DesignIssues/Metadata.html>), 1997.

M.C. DI NATALE, *Arte a Geraci Siculo tra decorazione e devozione*, in *Forme d'arte a Geraci Siculo dalla pietra al decoro*, catalogo della Mostra, Geraci Siculo 1997.

T. ORLANDI, *Discipline umanistiche e informatica 2. Il problema della formalizzazione*, Atti dei Seminari (Roma 1994), Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare "Beniamino Segre", 96, Roma 1997.

T. BERNERS-LEE, *Semantic Web Road Map*
(<http://www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html>), 1998

Capolavori d'arte del Museo Diocesano. Ex sacris imaginibus magnum fructum..., catalogo della Mostra (Palermo, 27 aprile – 31 maggio 1998), a cura di M.C. Di Natale, Palermo 1998.

P. CHECKLAND - S. HOWELL, *Information, systems and information systems: Making sense of the field*, Chichester, 1998.

M.C. DI NATALE, *Le suppellettili liturgiche d'argento del tesoro della Cappella Palatina di Palermo*, Prolusione all'Accademia Nazionale di Scienze Lettere ed Arti

già del Buon Gusto di Palermo, Inaugurazione dell'Anno Accademico 1998-1999, 281° della fondazione, Palermo 1998.

T. BERNERS-LEE, *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*, San Francisco 1999.

M.C. DI NATALE, *La raccolta di argenteria sacra nel Museo Diocesano di Palermo*, in *Arti decorative nel Museo Diocesano di Palermo. Dalla città al museo dal museo alla città*, catalogo della Mostra (Palermo, Palazzo Arcivescovile, 29 ottobre – 8 dicembre 1999) a cura di M.C. Di Natale, Palermo 1999.

M.C. DI NATALE, *Le arti decorative in Sicilia dal Quattrocento al Seicento*, in *Storia della Sicilia*, vol. IX, Catania-Roma 1999.

M.C. DI NATALE, *Oreficeria e argenteria nella Sicilia occidentale al tempo di Carlo V*, in *Vincenzo degli Azani da Pavia e la cultura figurativa in Sicilia nell'età di Carlo V*, catalogo della Mostra a cura di T. Viscuso, Palermo 1999.

O. LASSILA, R. SWICK, *Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification*, W3C Recommendation 22 February 1999 (<http://www.w3.org/TR/REC-rdfsyntax/>).

E. MILLER, *An Introduction to the Resource Description Framework*, in «D-Lib Magazine», Maggio 1998, (<http://www.dlib.org/dlib/may98/miller/05miller.html>).

TAMER-OZSU, P. VALDURIEZ, *Principles of Distributed Database Systems*, Upper Saddle River, 1999.

M.C. DI NATALE, *Gioielli di Sicilia*, Palermo 2000, II ed. 2008.

A.J. GILLILAND-SWETLAND, *Setting the stage*,

http://www.getty.edu/research/conducting_research/standards/intrometadata/2_article_s/index.html, 2000.

T. BERNERS-LEE, J. HENDLER, O. LASSILA, *The Semantic Web*, in «Scientific American» (<http://www.scientificamerican.com/2001/0501issue/0501berners-lee.html>), 2001.

M.C. DI NATALE, *Il Tesoro della Cattedrale di Palermo dal Rinascimento al Neoclassicismo*, Accademia Nazionale di Scienze Lettere e Arti già del Buon Gusto di Palermo, Palermo 2001.

O. SIGNORE, *Il ruolo centrale di XML nell'evoluzione del Web*, in XML Day Milan Conference Proceedings (<http://www.w3c.it/papers/>), Milano 2001.

Splendori di Sicilia. Arti decorative dal Rinascimento al Barocco, catalogo della Mostra (Palermo, Real Albergo dei Poveri, 10 dicembre 2000 – 30 aprile 2001) a cura di M.C. Di Natale, Milano 2001.

G. VILLARI - G. MELI, *Il tempio dei re con la ristampa anastatica compattata del De Principe templo panormitano (1728) di G.M. Amato*, traduzione a fronte di A. Morreale, contributi di R. Di Natale, A. Lombardo e G.M. Spanò, Palermo 2001.

I. BRUNO, *1781-1801: dall'apertura dei sarcofagi imperiali alla loro ricollocazione nella Cattedrale rinnovata. Cronache e cronisti*, in *Il sarcofago dell'Imperatore. Studi, ricerche e indagini sulla tomba di Federico II nella Cattedrale di Palermo. 1994-1999*, Palermo 2002.

J. HUNTER, *Combining the CIDOC CRM and MPEG-7 to describe multimedia in museums*, in D. BEARMAN & J. TRANT (Eds.), *Museums and the Web 2002: Selected*

papers from an international conference, Pittsburgh 2002.

M. PARODI, A. FERRARA, *XML, Semantic Web e rappresentazione della conoscenza*, in «Mondo digitale», 3/2002, pp. 42-51.

ATZENI, CERI, FRATERNALI, PARABOSCHI, TORLONE, *Basi Di Dati (Architetture e Linee Di Evoluzione)*, Milano 2003.

ATZENI, CERI, FRATERNALI, PARABOSCHI, TORLONE, *Basi Di Dati (Modelli e Linguaggi di Interrogazione)*, Milano 2003.

M.C. DI NATALE, *Ave Maria. La Madonna in Sicilia immagini e devozione*, introduzione di M. Luzi, Palermo 2003.

M.C. DI NATALE, *Montalbano, Barbavara e la produzione orafa a Palermo nella prima metà del Seicento*, in *La sfera d'oro. Il recupero di un capolavoro dell'oreficeria palermitana*, catalogo della Mostra a cura di V. Abbate e C. Innocenti, Napoli 2003, pp. 61-75.

DigiCULT. Towards a Semantic Web for Heritage Resources. Thematic Issue 3, (http://www.digicult.info/downloads/ti3_high.pdf), Maggio 2003.

M. DOERR, J. HUNTER, C. LAGOZE, *Towards a Core Ontology for Information Integration*, in «Journal of Digital Information», 4, 1 (<http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v04/i01/Doerr/>), 2003.

R. ELMASRI, S.B. NAVATHE, *Fundamentals of Database Systems*, Fourth Edition, Old Tappan 2003.

Materiali preziosi dalla terra e dal mare nell'arte trapanese e della Sicilia occidentale tra il XVIII e il XIX secolo, catalogo della mostra a cura di M.C. Di Natale, Palermo 2003.

T. ORLANDI, R. MORDENTI, Lo status accademico dell'Informatica umanistica, in «Archeologia e Calcolatori», 14/2003, pp. 7-32.

A SHETH. - C. RAMAKRISHNAN, *Semantic (Web) technology in action: ontology driven information systems for search, integration and analysis*, in U. DAYAL, H. KUNO, K. WILKINSON (eds.), *Special Issue on Making the Semantic Web Real*, «IEEE Data Engineering Bulletin», 26/2003, pp. 40-48.

O. SIGNORE, *Strutturare la conoscenza: XML, RDF, Semantic Web*, in *1st Clinical Knowledge 2003*, Udine 2003 (<http://www.w3c.it/papers/ck2003.pdf>; <http://www.w3c.it/talks/ck2003/>).

Bella come la luna pura come il sole. L'Immacolata nell'arte in Sicilia, catalogo della Mostra a cura di M.C. Di Natale e M. Vitella, Palermo 2004.

P. PALAZZOTTO, *Palermo: guida agli oratori*, Palermo 2004.

O. SIGNORE, *Representing Knowledge in Semantic Cultural Web*, in *EVA 2004 Jerusalem Conference on the Digitisation of Cultural Heritage*, Gerusalemme 2004 (<http://www.w3c.it/talks/eva2004Jerusalem/>).

WORKSHOP SW 2004, *I Workshop "Rappresentazione della conoscenza nel Semantic Web culturale"*, Progetto Minerva, Roma 2004 (<http://www.w3c.it/events/minerva20040706/>).

O. SIGNORE, *Ontology Driven Access to Museum Information*, in *CIDOC2005*

Documentation & Users, Proceedings of the CIDOC Annual Conference, Zagreb 2005 (<http://www.w3c.it/papers/cidoc2005.pdf>).

I. BRUNO, *La pittura dell'Ottocento nella Sicilia Occidentale - Artisti e Mecenati*, in *La pittura dell'Ottocento in Sicilia*, a cura di M.C. Di Natale, Palermo 2005.

M.C. DI NATALE, *il tesoro della Matrice Nuova di Castelbuono nella Contea dei Ventimiglia*, "Quaderni di Museologia e Storia del Collezionismo", collana di studi diretta da M.C. Di Natale, n. 1, premessa di R. Cioffi, Caltanissetta 2005.

M. BACA, *Introduction to metadata: Pathways to digital information*, Los Angeles 2006, Online Edition:
http://www.getty.edu/research/conducting_research/standards/intrometadata/index.html.

M.C. DI NATALE, *Il museo diocesano di Palermo*, Palermo 2006.

M.C. DI NATALE, *I Tesori nella Contea dei Ventimiglia. Oreficeria a Geraci Siculo*, Geraci Siculo-Caltanissetta 1995, II ed. agg., Caltanissetta 2006.

C. GUASTELLA, *Corona di Costanza d'Aragona*, in *Nobiles officinae. Perle, filigrane e trame di seta dal Palazzo Reale di Palermo*, catalogo della Mostra (Palermo, Palazzo dei Normanni, 17 dicembre 2003 – 10 marzo 2004) a cura di M. Andaloro, Catania 2006, pp. 371-377.

O. SIGNORE, *The Semantic Web and cultural heritage: ontologies and technologies help in accessing Museum information*, in *Information Technology for the Virtual Museum*, Sønderborg 2006 (<http://www.weblab.isti.cnr.it/talks/2006/ITVM2006/>).

S. BARRAJA, *I marchi di bottega degli argentieri palermitani*, in *Storia, critica e*

tutela dell'arte nel Novecento. Un'esperienza siciliana a confronto con il dibattito nazionale, Atti del Convegno Internazionale di Studi (Palermo-Erice, 14-17 giugno 2006) in onore di Maria Accascina, a cura di M.C. Di Natale, Caltanissetta 2007, pp. 521-524.

M.C. DI NATALE, *I gioielli dell'imperatrice Costanza e la nuova esposizione della corona nel tesoro della Cattedrale di Palermo*, in *L'oreficeria d'Oltralpe in Italia*, Atti della giornata di studio (Trento, 18 aprile 2005) a cura di D. Floris, Trento 2007.

The Digital Museum - A Think Guide, a cura di H. DIN - P. HECHT, introduzione di S. THOMAS, Washington DC, 2007

Theorizing Digital Cultural Heritage - A Critical Discourse, a cura di F. CAMERON - S. KENDERDINE, Cambridge MA - London, 2007.

M. BACA - E. COBURN - S. HUBBARD, *Metadata and Museum Information*, in P.F. MARTY - K.B. JONES, *Museum Informatics - People, Information and Technology in Museums*, New York, 2008

Digital technologies and the museum experience, a cura di L. TALLON - K. WALKER, Lanham 2008.

M.C. DI NATALE, *Oreficeria siciliana dal Rinascimento al Barocco*, in *Il tesoro dell'isola. Capolavori siciliani in argento e corallo dal XV AL XVIII secolo*, Catalogo della Mostra a cura di S. Rizzo, vol. I, Catania 2008.

Il tesoro dell'isola. Capolavori siciliani in argento e corallo dal XV AL XVIII secolo, Catalogo della Mostra a cura di S. Rizzo, vol. I, Catania 2008.

Museum Informatics - People, Information, and Technology in Museums, a cura di P.F. MARTY - K. BURTON JONES, New York - Oxon, 2008

S. ANSELMO, *Influenze spagnole nelle suppellettili liturgiche siciliane del Quattro e del Cinquecento*, in *Estudios de Platería. San Eloy 2009*, a cura di J. Rivas Carmona, Murcia 2009, pp. 83-104.

M.C. DI NATALE, *Don Camillo Barbavara e gli orafi e smaltatori nella Sicilia barocca*, in *La Madonna delle Vittorie a Piazza Armerina dal Gran Conte Ruggero al Settecento*, catalogo della Mostra a cura di M.K. Guida, Napoli 2009, pp. 124-125.

W.B. CROW - H.DIN, *Unbound by place or time - Museums and Online Learning*, Washington DC, 2009.

TRAVAGLIATO G., *Appendice documentaria. Nuovi documenti a completamento della biografia di don Camillo Barbavara*, in *La Madonna delle Vittorie a Piazza Armerina dal Gran Conte Ruggero al Settecento*, catalogo della Mostra a cura di M.K. Guida, Napoli 2009, pp. 130-132.

S. ANSELMO, *Pietro Bencivinni “magister civitatis Politii” e la scultura lignea nelle Madonie*, Palermo 2010.

M.C. DI NATALE, *“Cammini” mariani per i tesori di Sicilia, Parte I*, in «“Oadi” Rivista dell’Osservatorio per le Arti Decorative in Italia» (www.unipa.it/oadi/rivista), n. 1, 2010.

M.C. DI NATALE, *Il Crocifisso del Museo Diocesano di Palermo. Una singolarità tecnica nel panorama siciliano tra croci dipinte e lignee*, in M.C. Di Natale - M. Sebastianelli, *Il restauro del cinquecentesco Crocifisso in cartapesta del Museo*

Diocesano di Palermo, “Museo Diocesano di Palermo. Studi e restauri”, n. 3, collana diretta da P. Palazzotto, Palermo 2010.

M.C. DI NATALE - M. VITELLA, *Il Tesoro della Cattedrale di Palermo*, Palermo 2010

M.C. DI NATALE – M. VITELLA, *Il Tesoro della Chiesa Madre di Sutera*, Caltanissetta 2010.

M.C. DI NATALE - R. VADALÀ, *Il tesoro di Sant’Anna nel Museo del Castello di Castelbuono*, appendice documentaria di R.F. Margiotta, “Collana Vigintimilia”, “Quaderni del Museo Civico di Castelbuono”, collana a cura di A. Scancarello, n. 1, Palermo 2010.

Museums in a digital age, a cura di R. PERRY, New York 2010.