

DALLE BASE DATI ALLA RETE: L'EVOLUZIONE DEL TRATTAMENTO DEI DATI ARCHEOLOGICI

1. INTRODUZIONE

Gli anniversari sono fatalmente occasioni di bilancio e dieci anni, in un settore come il nostro caratterizzato da rapidissime trasformazioni tecnologiche, sarebbero già più che sufficienti a definire delle curve di evoluzione sia nel campo metodologico che in quello tecnologico. Per la verità «Archeologia e Calcolatori» ha già ospitato in passato momenti di riflessione e ricapitolazione sulle tematiche trattate: a questo proposito ricordiamo soprattutto i due numeri monografici del 1994 e del 1998 dedicati, il primo, al problema della scelta, rappresentazione e strutturazione delle informazioni archeologiche, e, il secondo, ai Geographical Information Systems.

L'excurus che segue, nella sua inevitabile manchevolezza, si riallaccia idealmente a questi importanti contributi, nel tentativo di fornire alcuni spunti di riflessione a partire dall'evoluzione tecnologica informatica per verificarne la sua influenza sul trattamento del dato archeologico.

All'interno di questo macroargomento si è selezionato quel settore che partendo dalle basi di dati sta trovando uno dei suoi ultimi approdi in Internet; si è quindi volutamente trascurato il filone dell'archeologia quantitativa, ormai tradizionalmente considerato, nonostante gli indubbi "sconfinamenti" di tanti progetti di ricerca, come un filone parallelo e autonomo e per il quale le problematiche connesse al trattamento dei dati seguono metodologie più consolidate e in qualche modo meno influenzabili rispetto alle evoluzioni delle tecnologie informatiche.

2. IN PRINCIPIO ERANO LE BANCHE DATI

In una delle pubblicazioni italiane che costituiscono uno dei punti di riferimento nel settore (MOSCATI 1987) le banche dati orientate alla ricerca documentaria e la gestione dati di scavo costituiscono, assieme alle analisi matematico-statistiche, uno dei due filoni portanti dell'insieme delle applicazioni. Si può dire che il testo rappresenta, in questo senso, la sintesi della ricerca così come si era andata sviluppando dagli inizi degli anni Settanta.

Si è trattato di un periodo di grandi entusiasmi metodologici durante il quale, soprattutto ad opera della scuola francese¹, l'accento è stato posto principalmente sul problema della normalizzazione del dato finalizzato al

¹ Ricordiamo in questa sede solo alcuni fra i principali testi di riferimento: GINOUVÈS 1971; BORILLO, GARDIN 1974; GINOUVÈS, GUIMIER-SORBETS 1978; GUIMIER-SORBETS 1990.

susseguente trattamento informatico. L'assunto di base è che il dato archeologico per poter diventare informazione significativa debba essere comunque trattato preventivamente in modo da assumere una forma normalizzata. Del resto uno di quelli che possono essere considerati i libri fondamentali del settore, *Une archéologie théorique* di Jean-Claude Gardin, può essere definito come un affascinante tentativo di riforma del linguaggio archeologico in senso scientifico, nel quale la componente descrittiva andava ridefinita e disambiguata per la costruzione di un linguaggio, *le discours savant*, finalmente scientifico e quindi suscettibile di successivi trattamenti informatici.

Dal punto di vista tecnologico queste imprese hanno visto la luce in un momento in cui, per quanto riguarda l'hardware, le macchine capaci di supportare banche dati di una certa complessità appartenevano ancora alla categoria dei mainframes e, soprattutto, il software di gestione caratterizzato dai primi strumenti DBMS non aveva ancora abbracciato la filosofia relazionale. I database utilizzati adottavano quindi una strutturazione gerarchica o tutt'al più reticolare che si è ben presto dimostrata alquanto rigida. Tali sistemi software imponevano poi un'altrettanto rigida formalizzazione del dato archeologico che mal si adattava alle complessità e spesso alle ambiguità del discorso archeologico. Da qui, come sopra ricordavamo, è nata la spinta verso una standardizzazione e normalizzazione del linguaggio che ha portato, come conseguenza, alla creazione di numerosi strumenti lessicali e linguistici quali dizionari di termini controllati e thesauri.

3. LA FRAMMENTAZIONE

L'arrivo dei micro computers, seguiti dai PC, ha determinato negli anni Ottanta (DJINDJIAN 1998), oltre a una esponenziale diffusione di questi strumenti nel mondo archeologico, anche una gestione più facilitata delle basi dati determinata dalla contemporanea evoluzione del software. L'introduzione del modello relazionale dei dati come applicazione dello schema teorico entità-relazione impostato da Chen (CHEN 1976) ha indubbiamente apportato una migliore eleganza logica nella struttura dei database² e costituisce il tentativo di formalizzare un modello logico indipendentemente da influenze fisiche, comportando la necessità di una solida base teorica e l'introduzione di concetti precisi, oltre che di una terminologia nuova e univoca³.

² Nonostante il modello relazionale sia stato formalmente definito da E.F. Codd agli inizi degli anni Settanta (CODD 1971), basandosi sulla nozione algebrica di relazione, esso è stato acquisito in maniera massiccia a livello di software solo molti anni più tardi.

³ Non altrettanto successo ha invece ottenuto, almeno sino a questo momento, sia nel campo delle applicazioni archeologiche che più in generale in quello informatico, l'introduzione del modello OODB (Object Oriented Data Base), salutato da alcuni quale un vero e proprio mutamento di paradigma (ma il termine appare del tutto improprio), che però non sembra ancora in grado di soppiantare il modello relazionale

Tutti gli archeologi che in quegli anni si sono cimentati in queste imprese ricordano lo schema delle fasi necessarie per una corretta progettazione di database: analisi concettuale – analisi logica – progettazione fisica – implementazione fisica (BATINI *et al.* 1986). Lo schema concettuale riflette le caratteristiche proprie dei dati del sistema senza alcun riferimento a quella che sarà la loro implementazione fisica. All'interno di questo schema l'intervento dell'archeologo è riservato, con ruolo determinante, alle prime due fasi.

In verità nonostante i teorici dell'informatica abbiano continuato a sbandierare la tanto decantata indipendenza non solo fisica ma anche logica dei dati rispetto alle soluzioni software adottate, noi archeologi ricordiamo bene come, al momento della progettazione, la scelta del prodotto software non abbia mai mancato di influenzare l'architettura del sistema con gli inevitabili compromessi conseguenti: già a livello di modello logico la presenza del tecnico informatico ha sempre assunto un ruolo preponderante.

Da un lato quindi la totale indipendenza concettuale è risultata una chimera irraggiungibile e comunque le banche dati progettate hanno dovuto adattarsi ai software disponibili (e, d'altro canto, anche le rare esperienze di software dedicati non hanno prodotto risultati apprezzabili né dal punto di vista archeologico né ancor meno da quello tecnologico). Nonostante quindi il modello di Chen fosse di grande eleganza formale e mirasse a costruire una visione unificata dei dati gestiti da basi dati, la sua applicazione a livello di software disponibili sul mercato è stata, come spesso accade, viziata quasi sempre da numerosi compromessi logici che ne hanno minato le caratteristiche di totale indipendenza del modello concettuale dei dati. Ciò è accaduto, ad esempio, anche per quel che riguarda uno dei pacchetti DBMS di maggior successo in quegli anni, alludo al DBase della Ashton-Tate, soprattutto nelle versioni II e III.

A questo si aggiunga che il trattamento preventivo dei dati e la loro normalizzazione ha continuato ad essere una necessità imprescindibile. Questi fattori hanno quindi determinato, come dato negativo macroscopico, una sostanziale incomunicabilità e mancanza di interoperabilità dei vari progetti di banche dati dovuta, sicuramente, a un diverso trattamento dei dati in partenza, ma anche e soprattutto ai limiti tecnologici insiti nei cosiddetti sistemi proprietari, di fatto nati come sistemi incomunicabili.

D'altro lato la diffusione dei progetti di basi dati ha portato, come conseguenza, a una forte frammentazione della ricerca e all'elaborazione di sistemi "usa e getta". Tale fenomeno risulta evidente soprattutto per quel che riguarda i prototipi nati per la gestione dei dati di scavo: quasi mai un sistema ha superato i limiti di una singola ricerca. Questo meccanismo è esemplarmente descritto, nella teoria generale dei sistemi, dalla legge di spe-

(più probabilmente l'evoluzione tecnologica condurrà verso una ibridazione dei due modelli). Cfr. su queste tematiche RAMSAY 1992.

cializzazione, la quale afferma che quanto più un organismo si è adattato a un ambiente specifico, tanto più difficile risulterà per esso adattarsi a un ambiente diverso.

Un altro problema che ha caratterizzato la storia delle banche dati archeologiche è rappresentato dall'antitesi fra l'elaborazione di sistemi nei quali la scelta delle variabili e la definizione dei requisiti fossero strettamente conseguenti a obiettivi di indagine e di utenza predefiniti e circoscritti, e la progettazione di sistemi più ampi ed esaustivi, che potremmo definire *multipurpose* (MOSCATI 1994, 11). Questi ultimi si sono dimostrati efficaci, però, solo in taluni settori circoscritti della disciplina, quali epigrafia e numismatica (AA.VV. 1984; BRESSON, ETIENNE 1989), nei quali è risultato più semplice identificare l'insieme di attributi ritenuti necessari e sufficienti per molteplici esigenze di ricerca. Al contrario, nel caso di altri "oggetti" archeologici, ci si è spesso dovuti arrendere all'evidenza secondo la quale solo l'oggetto nella sua fisicità possiede la totalità dei suoi attributi che nessuna descrizione riuscirà mai a riprodurre interamente. Questa constatazione ha rappresentato uno dei punti deboli di quei progetti che hanno proposto sistemi da un lato troppo onerosi dal punto di vista della descrizione dei dati e nello stesso tempo insufficienti a comprendere non solo tutte le esigenze delle ricerche, ma anche, a volte, quelle amministrative e di tutela⁴.

In realtà il processo di adattamento della realtà archeologica al modello entità-relazione, pur con i compromessi derivati da applicativi software non strettamente conseguenti al modello, sottointendeva pur sempre la necessità di una solida base teorica e l'introduzione di concetti precisi, oltre che di una terminologia nuova e univoca attraverso l'individuazione e la classificazione delle entità, l'analisi delle relazioni tra entità e la definizione degli attributi e i seguenti processi di normalizzazione.

In generale, quindi, la fase di elaborazione delle banche dati ha contribuito in maniera decisiva, almeno nelle realizzazioni migliori, a una standardizzazione notevole dei dati, in generale, a una normalizzazione del lessico descrittivo, in particolare.

Anche i fallimenti e gli errori ci hanno insegnato qualcosa, nel senso che si è compreso che se una documentazione la più vasta possibile è fortemente auspicabile per il carattere distruttivo e di non ripetibilità dello scavo archeologico, non ha però senso informatizzare tutto ciò che si documenta, e che la fase di analisi e interpretazione comincia anche ed è connaturata alla fase di impostazione del database.

⁴ Esempio classico è quello, su scala più ampia, dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), i cui tentativi di catalogazione rivolti all'intero patrimonio culturale italiano non sono riusciti per anni a decollare. Cfr. GUERMANDI 1993.

4. I GIS

L'introduzione dei GIS in campo archeologico risale alla fine degli anni Ottanta, ma soprattutto in quest'ultimo lustro la loro diffusione si è ampliata a dismisura⁵. Anche in questo caso l'evoluzione degli strumenti hardware (soprattutto per quel che riguarda interfacce, processori e capacità di memoria) e software ha contribuito in maniera decisiva a questa espansione. Per quanto riguarda i pacchetti GIS, l'avvento di una nuova generazione di software operanti su PC⁶ ha contribuito da un lato alla loro diffusione ma anche, come sopra ricordato per le banche dati, a una certa frammentazione dei progetti.

D'altro canto, come afferma François Djindjian (DJINDJIAN 1998, 22), il GIS rappresenta in un certo senso l'evoluzione delle basi dati. Nella sua forma attuale questo è vero nel senso che in molti progetti la cartografia ottenuta tramite l'applicazione di software GIS, sia in forma vettoriale che in forma raster, è intesa semplicemente come espansione della base dati, e quindi come un'integrazione, seppure spesso decisiva⁷, all'analisi dei dati.

È innegabile, però, che la dimensione spaziale, da sempre presente nella ricerca archeologica, venga esaltata con questi strumenti per le infinite possibilità di elaborazione che consentono e soprattutto perché essi rendono estremamente più semplici quelle analisi di cui la *spatial archaeology* aveva rilevato l'importanza ormai molti anni orsono. In realtà ci sembra che nella maggior parte dei casi quest'ultimo livello della ricerca non abbia ancora prodotto se non pochi esempi validi dal punto di vista scientifico. Per il resto, soprattutto in campo italiano, si può affermare che ci si trovi ancora in una fase di sperimentazione.

Dal punto di vista del trattamento dei dati l'uso dei GIS comporta, pur nelle indubbie potenzialità che rappresenta, numerosi rischi⁸. Al problema della normalizzazione dei dati che continua a essere presente in quanto,

⁵ La bibliografia di riferimento in questo settore è ormai sterminata: si veda, fra i contributi organici più recenti, MOSCATI 1998. Nel settore bibliografico uno degli strumenti più efficaci, per le possibilità di aggiornamento che consente, è Internet: per quanto riguarda, ad esempio, le applicazioni GIS in ambito archeologico si veda la bibliografia *on-line* curata dall'Università di Sidney all'indirizzo: http://felix.antiquity.arts.su.edu.au/resources/databases/gis_biblio/index.html.

⁶ Si pensi soprattutto ad ArcView di Esri che rappresenta, semplificando, la versione per PC del più complesso e sofisticato ArcInfo; ma su PC di media potenza sono oggi molto diffusi, seppure con altre potenzialità e soprattutto nel mondo universitario anglosassone, MapInfo e Idrisi. Per una illustrazione dei diversi software utilizzabili in campo archeologico si veda DJINDJIAN 1998.

⁷ In questo senso lo stesso autore ritiene che in campo archeologico più che di GIS si debba parlare di AMIS (Archaeological Multimedia Information System), ovvero di sistemi in grado di integrare tutti i tipi di applicazione grafica per la descrizione e analisi del dato archeologico: cfr. DJINDJIAN 1998, 28.

⁸ Sui rischi dell'uso dei GIS in archeologia cfr. VOORRIPS 1998; l'autore ribadisce la centralità del data base relazionale in ogni sistema informativo gestito in forma elettronica a scapito del GIS vero e proprio, e soprattutto BAMPTON 1997.

come si sa, ogni entità geografica è accompagnata da una serie di attributi descrittivi, viene ad aggiungersi il problema della qualità del dato spaziale caratterizzato da attributi di georeferenziazione e topologici: il dato spaziale, per il solo fatto di dover riprodurre una realtà tridimensionale in una rappresentazione simbolica bidimensionale, contiene sempre un 'errore' di cui occorre tenere conto nell'analisi dei risultati.

Ma soprattutto bisogna ricordare che ogni rappresentazione cartografica (cartacea o digitale) è pur sempre una semplificazione della realtà in cui il cartografo (geografo o archeologo che sia) seleziona degli elementi a scapito di altri e a volte in maniera implicita. Come nella descrizione di un oggetto, nella quale si selezionano solo taluni attributi rispetto ad altri, così nella rappresentazione di uno spazio fisico si compie una selezione che può influenzare pesantemente l'interpretazione finale. Nella costruzione di un Sistema Informativo Territoriale si vengono così a sovrapporre le selezioni e quindi le inevitabili "distorsioni" determinate sia dalla descrizione alfanumerica dei dati di interesse che dalla loro rappresentazione cartografica. Per di più quest'ultima viene a essere inserita in uno spazio, quello cartografico, che è frutto di un'altra serie complessa di semplificazioni dello spazio fisico reale, oltre tutto compiuta quasi sempre da un altro ricercatore, secondo parametri e obiettivi di indagine diversi e spesso ignorati dall'archeologo.

Questi problemi caratterizzano in realtà qualsiasi tipo di indagine spaziale archeologica, anche quella compiuta attraverso strumenti cartografici tradizionali, ma il rischio attuale nelle applicazioni dei GIS è di una loro sistematica sottovalutazione. A questi elementi si devono inoltre aggiungere quegli aspetti insiti nelle tecnologie GIS che, ad esempio secondo Matthew Bampton, ci stanno conducendo a una *transformation of the metaphors of space and time* (BAMPTON 1997, 21). Questo fenomeno è innanzitutto imputabile al carattere di atemporalità introdotto dai GIS nella produzione cartografica, nel senso che quest'ultima non è legata a un preciso momento di osservazione, ma per il suo carattere dinamico e di continua trasformazione è diversa a seconda delle scelte momentanee dell'utilizzatore e quindi esiste solo in un rapporto interattivo con quest'ultimo e le sue selezioni.

Quest'ultima caratteristica di assoluta dinamicità costituisce anche, al di là delle riserve fin qui espresse, una delle potenzialità più evidenti di questi strumenti. Se quindi l'incredibile quantità e varietà di informazioni oggi disponibili per l'indagine archeologica, grazie alle possibilità dei GIS di importare dati (urbanistici, geologici, ecc.) di differente origine e di sovrapporli secondo selezioni pressoché infinite, deve portare a una verifica ancora più accurata sull'attendibilità dei dati stessi, dall'altro lato ciò significa la possibilità di introdurre nell'analisi archeologica una quantità di variabili fino a questo momento impensabile.

5. FIAT INTERNET

Dal punto di vista del trattamento dei dati le tecnologie connesse alle *networking communications* rappresentano un progresso decisivo sulla strada del superamento della necessità della normalizzazione e della comunicabilità fra sistemi diversi.

Un'evoluzione decisiva verso la reale comunicabilità dei sistemi si è ottenuta, inoltre, con il passaggio dai sistemi proprietari ai sistemi aperti, costituiti spesso da un mosaico di 'oggetti' veramente interoperabili e aderenti a tecnologie standard⁹.

Per quanto riguarda hardware e software, le tecnologie di rete rappresentano l'esito finale delle architetture di sistema che, a partire da quelle *time-sharing* degli anni Sessanta che comportavano la condivisione del grande elaboratore o meglio della sua CPU in termini di tempo, sono passate attraverso il *resource sharing*, che comportava una condivisione di risorse, fino a giungere all'attuale *cooperative processing* dell'architettura *client-server* (WHITE 1992), secondo la quale ogni singolo utente può accedere a più CPU contemporaneamente e ottimizzare in questo modo la propria potenza di calcolo. Il modello *client-server* consente quindi l'utilizzo ottimale e cooperativo di tutti i livelli di elaboratori oggi disponibili. Questo modello ha permesso di passare da una logica dell'elaborazione dati a una logica di distribuzione di servizi, ovvero funzioni e interfacce che rendono fruibile all'utente finale una determinata funzione nascondendone i dati e la logica.

I progressi del software di rete stanno conoscendo un immediato riscontro in campo archeologico soprattutto per quanto riguarda i sistemi distribuiti, ovvero sia la possibilità di consultare e interrogare database disomogenei tramite un *middleware*, cioè un tipo di programma che rende trasparente, e quindi ininfluenza per l'applicazione, la disomogeneità degli strati di software¹⁰, consentendo all'utente di interagire con differenti sistemi operativi, RDMS e protocolli. Si tratta di uno strumento decisivo verso una reale integrazione dei dati: uno degli obiettivi sui quali negli ultimi anni si era incentrata la ricerca anche nel nostro ambito, all'inseguimento di un metalinguaggio in grado di integrare dati provenienti da fonti diverse e non omogenei dal punto di vista del software (ORLANDI 1993; CHARTRAND, MILLER 1994).

Un altro degli strumenti decisivi verso il raggiungimento di questo obiettivo è rappresentato, a nostro avviso, dall'avvento dello SGML (Standard

⁹ Si pensi, ad esempio a livello hardware, alla progressiva affermazione di standard di fatto per quanto riguarda CPU, BUS e periferiche, mentre a livello software, all'affermarsi di standard nel settore dei sistemi operativi, dei SW d'ambiente, fino a giungere a taluni applicativi.

¹⁰ Esempi di *middleware* sono ODBC di Microsoft e SQL net di Oracle.

Generalized Markup Language)¹¹: un vero e proprio metalinguaggio che consente la descrizione di qualsiasi documento. Lo SGML definisce le regole attraverso le quali ogni documento può essere rappresentato a partire dalla sua struttura piuttosto che dalle sue caratteristiche grafiche. Ancora più efficace come strumento per l'integrazione dei dati appare poi lo XML (Extensible Markup Language), derivato dallo SGML, in grado di definire la descrizione di insiemi di dati e che sembra rappresentare lo standard futuro.

L'applicazione di maggiore successo del modello *client-server* è senz'altro Internet, la cui enorme espansione si deve anche alla semplicità e gratuità dei linguaggi e dei protocolli di comunicazione¹², fra i quali l'HTML (derivato dallo SGML) ha di certo contribuito all'affermazione del Web.

La rete, con gli sviluppi software ad essa connessi e sopra ricordati, ha indubbiamente rivoluzionato anche le problematiche relative al trattamento dei dati archeologici: l'utilizzo dei *markup languages* consente di descrivere e rappresentare i dati per ricerche molteplici, indipendentemente dalle modalità o finalità con cui erano stati raccolti in origine e spesso così come compaiono nelle fonti. Queste opportunità potranno liberare il ricercatore del campo umanistico dalla necessità di una standardizzazione globale e preventiva all'elaborazione dei dati.

Dal punto di vista concettuale, però, tale metodologia sta probabilmente trasformando le tecnologie dell'informazione, che si trovano a essere non più solo tecnologie dell'elaborazione dati ma, principalmente, tecnologie della comunicazione.

6. CONCLUSIONI

Come considerazione finale si può affermare che lo sviluppo tecnologico ha spesso influenzato la storia delle applicazioni archeologiche all'informatica almeno nel settore che si è cercato di delineare. Nonostante le reiterate affermazioni ed esortazioni a una supremazia del momento teorico metodologico rispetto a quello tecnologico, dobbiamo ammettere che, anche per le proprie *naïvetés* metodologiche di fondo, la nostra disciplina si è spesso adeguata agli sviluppi della *computer science* piuttosto che il contrario. Questo dipende innanzi tutto, come detto, da carenze che ancora persistono a livello del *corpus* teorico della disciplina e che l'impatto della *Information Technology* (IT) ha in qualche modo esaltato.

Ma se il percorso metodologico ci ha visti più spesso al seguito dell'evoluzione informatica, e non certo in funzione di traino, non per questo il

¹¹ Sullo SGML v. <http://www.w3.org/Markup/SGML>, una lista di risorse offerte in linea dal World Wide Web Consortium.

¹² Sull'architettura OSI (Open Systems Interconnection) v. <http://www.whatis.com/> s.v. OSI.

bilancio complessivo di questi trenta anni di applicazioni può essere definito negativo. Così nel campo che più ci interessa da vicino, se taluni modelli pensati dagli scienziati del software hanno finito per essere ereditati dagli archeologi in maniera a volte acritica, non per questo tali acquisizioni hanno mancato di produrre notevoli risultati sia dal punto di vista delle singole ricerche che dal punto di vista strettamente metodologico.

Certo in quest'ultimo ambito molto resta ancora da fare soprattutto nella direzione di una più compiuta esplicitazione delle potenzialità insite nelle tecnologie oggi disponibili. Mi riferisco soprattutto al settore dei GIS, nell'uso dei quali varrebbe la pena trovare più ampi spazi di confronto a livello squisitamente teorico, proprio perché si tratta di un settore estremamente promettente per lo sviluppo complessivo dell'intera disciplina e nel quale le banalizzazioni e le superficialità metodologiche si possono pagare a caro prezzo dal punto di vista dell'affidabilità scientifica.

Al contrario il settore delle banche dati, da un lato, e quello legato all'uso della rete, dall'altro, sembrano porre minori problemi da questo punto di vista: nel primo caso perché si tratta di un campo che ha già conquistato, nel bene e nel male, una propria maturità metodologica; nel secondo, invece, le specificità proprie delle tecnologie di rete sembrano avere obliterato alcuni dei problemi del passato legati alla definizione di architetture rigide e totalmente predefinite. Inoltre tali strumenti, e Internet in particolare, esplicano per il momento il loro potenziale a livello di comunicazione più che di interpretazione: è evidente che una corretta strategia di comunicazione si basa anch'essa su una metodologia corretta, ma la definizione di quest'ultima deve essere, ancora una volta, precedente rispetto allo strumento tecnologico che la supporta.

Prendendo a prestito il lessico delle scienze cognitive (ANTINUCCI 1998) potremmo affermare che il percorso che la disciplina archeologica sta compiendo nel campo delle applicazioni informatiche si sta indirizzando da un livello "simbolico-ricostruttivo", nel quale l'operare cognitivo dell'archeologo era basato esclusivamente su processi simbolici di tipo linguistico-testuale (le banche dati alfanumeriche), a un livello percettivo-motorio, nel quale il processo cognitivo utilizza in maniera fondamentale la percezione sensoriale, soprattutto visiva.

Quale esempio di quest'ultima modalità si possono citare alcuni siti Web o realizzazioni multimediali nei quali l'uso dell'immagine (cartografica, tridimensionale o in movimento) consente una lettura e quindi anche un'interpretazione del dato archeologico tanto più efficace in quanto esaltata dalle opportunità dell'interazione.

MARIA PIA GUERMANDI
Istituto Beni Culturali
Regione Emilia Romagna

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. 1984, *La numismatica e il computer*, Atti del I Incontro Internazionale (Milano, 1984), «Bollettino di Numismatica», Suppl. 1.
- ANTINUCCI F. 1998, *Musei e nuove tecnologie: dov'è il problema?*, «Sistemi Intelligenti», 10, 2, 281-306.
- BAMPTON M. 1997, *Archaeology and GIS: the view from outside*, «Archeologia e Calcolatori», 8, 9-26.
- BATINI et al. 1986, *La progettazione concettuale dei dati*, Milano, Franco Angeli.
- BORILLO M., GARDIN J.-C. (eds.) 1974, *Les banques de données archéologiques*, Paris, CNRS.
- BRESSON A., ETIENNE R. 1989, *PETRAE: système de traitement automatique et base de données des inscriptions grecques et latines*, in AA.VV., *Actes du Colloque sur Epigraphie et Informatique*, Lausanne, 69 sgg.
- CHARTRAND J., MILLER P. 1994, *Concordance in rural and urban database structure: the York experience*, «Archeologia e Calcolatori», 5, 203-217.
- CHEN P.P.S. 1976, *The entity-relationship model. Toward a unified view of data*, «ACM Transactions on database systems», vol. 1, n. 1.
- CODD E.F. 1971, *A Data Base Sublanguage Founded on the Relational Calculus*, San José, IBM Research.
- DJINDJIAN F. 1998, *GIS usage in worldwide archaeology*, «Archeologia e Calcolatori», 9, 19-29.
- GARDIN J.-C. 1979, *Une archéologie théorique*, Paris, Hachette.
- GINOUVÈS R. 1971, *Archéographie, archéométrie, archéologie. Pour une informatique de l'archéologie gréco-romaine*, «Revue Archéologique», 93-126.
- GINOUVÈS R., GUIMIER-SORBETS A.-M. 1978, *La constitution des données en archéologie classique*, Paris, CNRS.
- GUERMANDI M.P. 1993, *Strumento o tormento? La catalogazione dei beni culturali: il ruolo dell'informatica e i progetti a cui partecipa l'IBC*, «IBC. Informazioni, commenti, inchieste sui beni culturali», 1/5, 20-24.
- GUIMIER-SORBETS A.-M. 1990, *Les bases de données en archéologie. Conceptions et mise en oeuvre*, Paris, CNRS.
- MOSCATI P. 1987, *Archeologia e Calcolatori*, Firenze, Giunti.
- MOSCATI P. 1994, *Choice, representation and structuring of archaeological information: a current problem*, «Archeologia e Calcolatori», 5, 9-21.
- MOSCATI P. (ed.) 1998, *Methodological trends and future perspectives in the application of GIS in archaeology*, «Archeologia e Calcolatori», 9, 9-270.
- ORLANDI T. 1990, *L'ambiente Unix e le applicazioni umanistiche*, «Archeologia e Calcolatori», 1, 237-251.
- ORLANDI T. (ed.) 1993, *Discipline umanistiche e informatica. Il problema dell'integrazione*, Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare "Beniamino Segre", n. 87, Roma, Accademia Nazionale dei Lincei.
- RAMSAY A. 1992, *Modelli o paradigmi?* «Punto Erre Documenti», Suppl., 3, 11, 70-78.
- VOORRIPS A. 1998, *Electronic Information Systems in archaeology. Some notes and comments*, «Archeologia e Calcolatori», 9, 251-267.
- WHITE C.J. 1992, *Elaborazione client-server: architettura e utilizzo*, «Punto Erre Documenti», Suppl., 3, 11, 64-69.

ABSTRACT

This article is a short review of the history of representation and structuring of archaeological information in computer applications as from HW/SW growing technical development. In the seventies and eighties databases were the most popular and widespread application of computer technology to archaeology. In the eighties micro and personal computers have incredibly increased databases research projects. If this uncoordinated growth led to a plethora of disparate systems incapable of information exchange, on the other hand this phenomenon has considerably increased the normalization and standardization of archaeological data. Beginning from the end of the eighties GIS application to archaeology became more and more popular and the number of research projects GIS based quickly increased. In the adoption of GIS technologies, however, the archaeologist must be aware of problems connected with specific nature of the spatial data (a cartography is always a simplification of the real world) and of their accuracy.

In the last five years communication networking, and Internet above all, have assumed a central role in archaeological research and the communication standard protocols derived from SGML will be a central tool for improving public access to the archaeological heritage and for enabling teaching and research.