

Archeologia e Calcolatori  
26, 2015, 233-243

## SISTEMI DIGITALI DI DOCUMENTAZIONE E ANALISI ARCHEOLOGICA. VERSO QUALE DIREZIONE?

### 1. PREMESSA: IL BACKGROUND TEORICO/METODOLOGICO

Seguendo l'*incipit* dato dal titolo, affronteremo le potenzialità e le criticità dei sistemi informatici in archeologia tentando di indicare alcune direzioni verso le quali indirizzarci nel futuro prossimo. Nel fare ciò, ci muoveremo dentro una cornice epistemologica unitaria che possiamo definire neo-processuale<sup>1</sup>. Crediamo sia importante sottolinearlo, visto che il rapporto-connubio fra ricerca archeologica e informatizzazione fa parte della discussione teorica e metodologica a pieno titolo e forse, allo stato attuale, ne rappresenta la punta più avanzata. Secondo la nostra impostazione il dato archeologico, per sua natura, deve essere misurabile dal punto di vista quantitativo e qualitativo quando si intenda utilizzarlo in modelli di narrazione storica confutabili. In buona sostanza, preferiamo lavorare su dati ed elaborazioni numeriche, il più possibile tratte da *corpora*. Proprio la misurabilità, che oggi non può che provenire da una documentazione digitale completa e mostrata al pubblico in progress, ci accosta al processualismo.

Tale via richiede la totale trasparenza del processo di produzione del dato che deve poter essere sottoposto a verifica. Non intendiamo però il frutto delle elaborazioni numeriche come la soluzione in sé (in stile New Archaeology), bensì come la base di partenza per riflessioni nelle quali l'archeologo con la sua esperienza, il suo intuito, la sua intelligenza, produce conoscenza storica. Così abbiamo sempre operato nel nostro gruppo di ricerca; ci siamo costantemente posti in questa terra di mezzo, nella quale i numeri vengono prima "scavati", poi "processati" e infine "pensati"; ovvero interpretati riconoscendone il sistema di appartenenza e conseguentemente elaborando quadri storici che saranno pur sempre incompleti, talvolta anche errati, ma verificabili negli elementi alla base della loro formulazione. Il nostro obiettivo di ricerca si riconosce quindi nella produzione di modelli, che potranno essere superati, ridiscussi e stravolti grazie al confronto con altri modelli, ma senza i quali non si percorre la strada della narrazione storica inerente la formazione e le vicende connesse alle società umane nella diacronia.

Proprio la natura selettiva della fonte archeologica ci porta a ragionare per macro categorie e per macro ricostruzioni, che costituiscono l'unico mezzo reale per comprendere formazioni e cambiamenti, quindi processi storici. L'ar-

<sup>1</sup> Le considerazioni che seguono riprendono, sintetizzandolo, un recente contributo di chi scrive (VALENTI 2012), al quale si rimanda per ulteriori contestualizzazioni degli aspetti qui trattati.

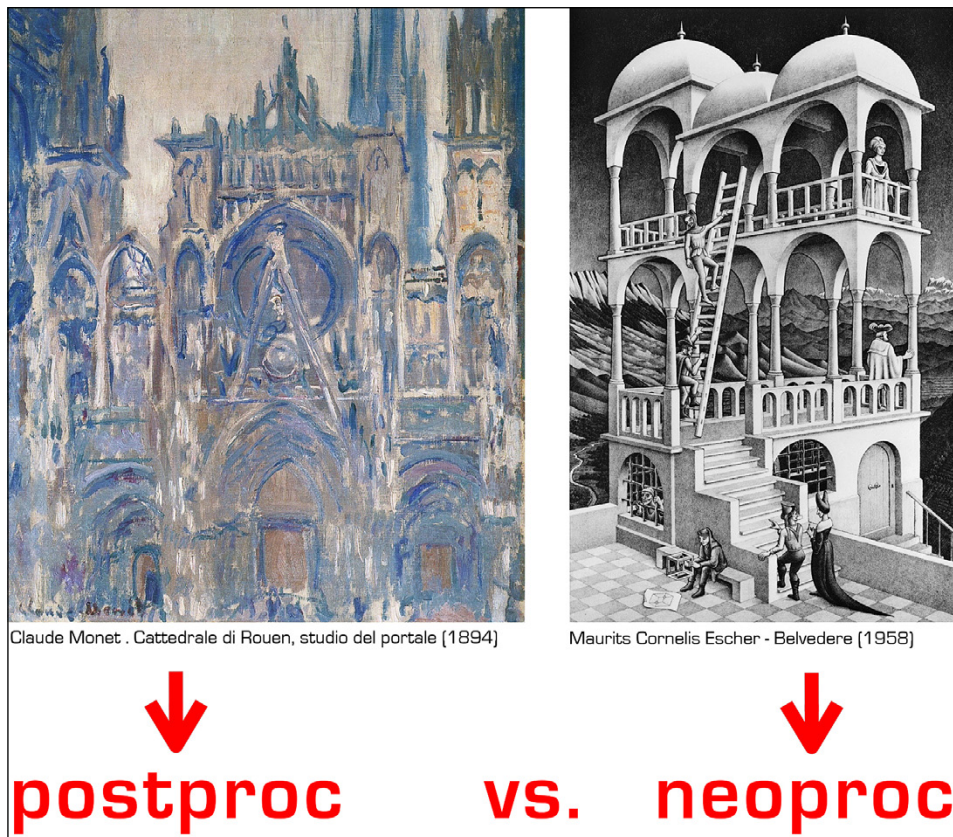


Fig. 1 – Postprocessualismo e neoprocessualismo: metafora artistica.

cheologia può arrivare a costruire dei quadri generali, anche particolareggiati, intercettando tendenze reali in atto e spesso fondamentali nello svolgimento del processo storico sotto esame, ma non crediamo possa tratteggiare singole figure vive, pensanti e con sangue pulsante nelle vene, ricostruendone le energie intellettuali, le credenze, le emozioni. Sono queste le nostre remore rispetto all'approccio teorico post-processuale; la dicotomia che si viene a creare con l'impostazione neo-processuale costituisce un terreno fertile di discussione teorica. Processualismo e post-processualismo: due diversi modi di raccogliere e leggere il dato, che possono essere sintetizzati con metafore artistiche attraverso il raffronto fra il maturo Escher e il più spinto dei Monet. In Escher il realismo è dominante per quanto spesso paradossale, volutamente e con coscienza deformato o incompleto; l'esempio illuminante del Belvedere è una metafora quasi perfetta dei nostri quadri interpretativi. In Monet, come nel

post-processualismo, la narrazione si basa su idee in pillole, bolle di sapone, sfumature e impressioni dalle quali verranno tratte altre impressioni (Fig. 1).

L'informatica, strumento imprescindibile dell'odierna società, vede connaturata in sé, nella sfera archeologica, la dimensione processuale; nelle sue attuali capacità di calcolo, di archiviazione, di diffusione e di interrelazione totale si ripeterpetua la «loss of innocence» di CLARKE (1973), facendo riemergere proprio quella prospettiva teorica che dopo gli anni '90 del secolo scorso tanta diffidenza ha incontrato nei fautori dell'impressionistico post-processualismo. Tutto ciò è alla base delle riflessioni che seguono.

M.V.

## 2. SOLUZIONI DIGITALI APERTE PER LA GESTIONE DEL DATO ARCHEOLOGICO

Partiamo dal presupposto, ormai scontato, che l'archeologia moderna è perfetta per il digitale (VALENTI 2000, 97); molte evidenze eterogenee implicano molte variabili che conducono inevitabilmente a molti numeri. C'è effettivamente stato, in Italia, un momento abbastanza esteso nel tempo, fra gli anni '80 e soprattutto '90 del secolo scorso, in cui l'informatica applicata all'archeologia si stava trasformando in disciplina. Occasione poi svanita in quanto troppo fortemente legata ad un'alfabetizzazione informatica spinta: molte tecnologie e molte categorie di software erano per pochi e fra questi gli archeologi erano ancor di meno; ne derivava un'aura pionieristica che ha lasciato tanti segni positivi nella metodologia archeologica, seppur troppo spesso confinati entro nicchie dorate. La definitiva massificazione delle tecnologie digitali ha spostato l'ago della bilancia dall'informatica all'archeologia. Poteva essere un'occasione d'oro; invece si sono moltiplicate le applicazioni, tutte simili le une alle altre (GIS, database, 3D, etc.), spesso di qualità discutibile e quasi mai portatrici di una spinta metodologica innovativa. È sostanzialmente mancata una cultura informatica.

Sono questi, crediamo, i temi che da archeologi interessati al digitale dovremmo affrontare: come la tecnologia influenza ed è influenzata dalla metodologia archeologica e la qualità del rapporto tecnologia/metodologia. Ma non è questa la sede adatta per discuterne a 360°; ci limiteremo quindi a sviscerare sinteticamente alcuni aspetti paradigmatici per lo sviluppo di sistemi informativi archeologici. Ad esempio, raramente riflettiamo sul fatto che nell'archiviazione del dato domina la teoria relazionale, uno strumento che nasce nel 1970 ad opera di E. Codd, rivoluzionando le tecniche di archiviazione digitale<sup>2</sup>. Da quasi 40 anni gli RDBMS costituiscono la tipologia

<sup>2</sup> Com'è noto, il modello si fonda su una logica formale molto astratta e strettamente matematica: in estrema sintesi, coniuga elementi della teoria degli insiemi con l'algebra booleana (o dei predicati logici), derivandone un modello universale per la gestione strutturata del dato.

di software più diffusa per la gestione di database (e geodatabase) grandi e piccoli: sono ere geologiche in termini informatici. Anche in archeologia sono utilizzati in modo quasi esclusivo. La domanda che sorge spontanea è: si tratta di un insostituibile strumento in grado di innalzare la qualità delle nostre ricerche o piuttosto, parafrasando un recente romanzo, di una tecnologia da «sdraiati» (SERRA 2013)?

In realtà entrambe le risposte sono corrette: è vincente perché monopolistica nel suo utilizzo avanzato (pochi la conoscono abbastanza a fondo da saper costruire sistemi di archiviazione realmente affidabili, fra questi pochissimi sono archeologi); è da “sdraiati” perché la stragrande maggioranza degli utenti la usa in modo passivo e inconsapevole semplicemente in quanto è la più direttamente accessibile sul mercato e ne sfrutta una minima parte del potenziale. In entrambi i casi si sottolinea un’evidente inadeguatezza del modello relazionale per la gestione di un dato archeologico che guardi alla complessità. Al contempo, volendo parlare a tutta la comunità scientifica e non ai soli archeoinformatici, si ripropone sempre più attuale il rapporto fra informatica e archeologia: il frequente paradosso di metodi che hanno una diffusione generalizzata, ma solo in pochi sanno applicare propriamente.

Spostandoci su un piano più astratto, meno prettamente tecnico, un aspetto ampiamente sottovalutato nella progettazione di sistemi informativi per l’archeologia riguarda la modellazione concettuale del dato; soprattutto perché da questa dipende in gran parte il potenziale analitico di una soluzione. Così, le ontologie in archeologia sono fatte poco e bene, trovando nel complesso una scarsa applicazione pratica (almeno quanto il correlato web semantico, gigante tecnologico ad oggi elitario e inafferrabile). Le poche ontologie sufficientemente mature e complete per il nostro dominio di conoscenza non vedono un’applicazione diffusa e risentono il fatto di essere strumenti sviluppati (imposti) da un gruppo ristretto di persone e non nati dal basso in seguito a specifiche esigenze archeologiche allargate: un ottimo esempio, in questo senso, è il CIDOC CRM (<http://cidoc-crm.org/>).

Più concreto, invece, è il metodo di sviluppo object-oriented, soprattutto se collocato nella prospettiva del domain driven design. Per il dominio archeologico, la modellazione object-oriented avrebbe più senso rispetto allo sviluppo di ontologie, soprattutto in quanto più facilmente intuibile da non-specialisti e quindi più aperta ad una costruzione partecipata. Una modellazione concettuale ad oggetti è stata, ad esempio, applicata alcuni anni fa, con buoni risultati, per l’adeguamento del SITAR di Roma alle “Linee Guida per la conservazione delle architetture di interesse archeologico. Conoscenza, prevenzione, manutenzione” (SERLORENZI *et al.* 2011) (Fig. 2). Ma, anche se inconsapevolmente è una strada che viene spesso percorsa (basti pensare alla gestione attraverso CMS di siti web dinamici), raramente gli archeologi hanno seguito dichiaratamente questo metodo progettuale.

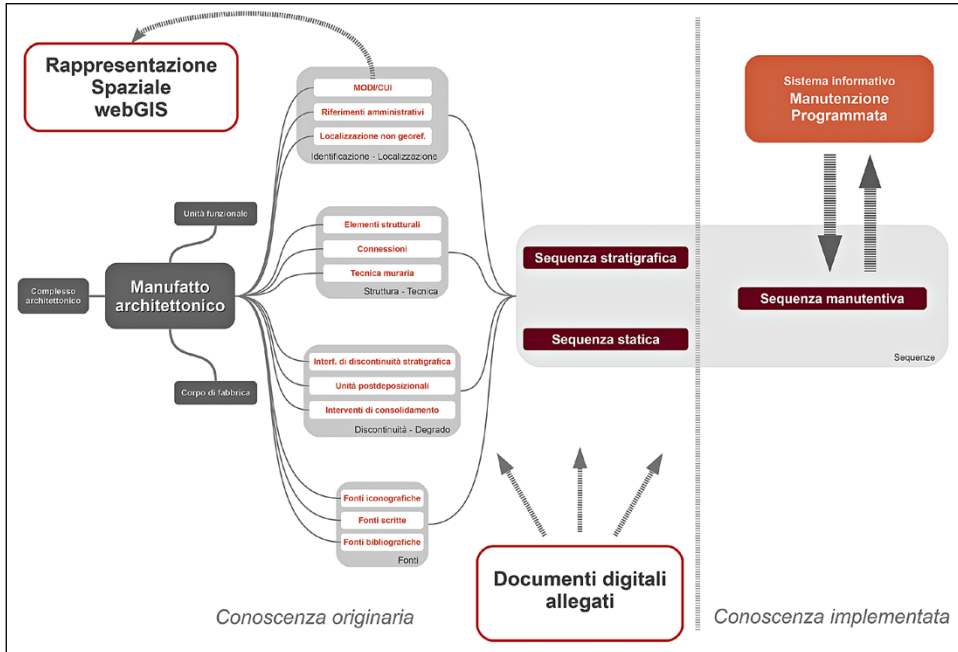


Fig. 2 – Linee guida per la conservazione delle architetture di interesse archeologico. Modello concettuale del sistema informativo.

In definitiva, la diffusione massificata della tecnologia digitale pone un grosso problema di consapevolezza e alfabetizzazione informatica, esponendo la produzione di conoscenza a incognite non indifferenti. La cattiva progettazione di sistemi di gestione implica a tutti gli effetti il rischio di effettuare un'osservazione scorretta dei dati, cui può seguire, nella peggiore delle ipotesi, la derivazione di conclusioni storico/archeologiche fuorvianti o addirittura errate. Lo *status quo* è quindi poco incoraggiante, con gli archeoinformatici sempre più identificabili come specialisti racchiusi nel loro bozzolo e gli archeologi *tout court* che in generale usano sempre peggio il mezzo informatico. Non crediamo vi siano molte possibilità di applicare correttivi a questa tendenza, se non suggerire attraverso l'esempio alcune possibili direzioni da seguire. Tre parole chiave (banali quanto disattese) dovrebbero, a nostro avviso, connotare i sistemi digitali di documentazione archeologica del prossimo futuro. Questi dovranno essere:

- pubblici, cioè rispondere ad un'istanza etica di archeologia pubblica per cui, essendo la conoscenza di tutti, non possiamo più permetterci di negare alla società un valore aggiunto imprescindibile;

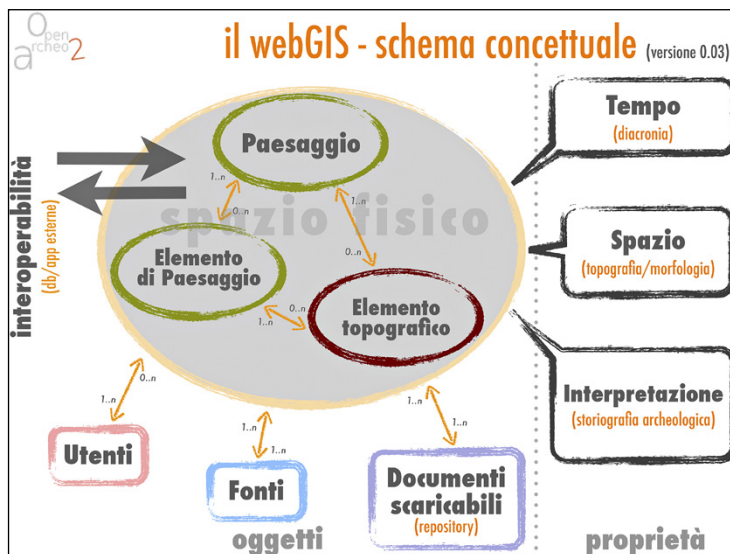


Fig. 3 – Modello concettuale di OpenArcheo2.

– condivisi, che seguano una logica bottom-up, siano astratti senza diventare generalisti in modo da favorirne sia una naturale condivisione allargata all'interno della comunità scientifica, sia una narrazione al grande pubblico;

– analitici, cioè mezzo per stimolare direttamente la produzione di nuova conoscenza, consentendo di portare a sintesi grandi quantità di dati (gli inflazionati big data) senza rischiare un overflow informativo.

In definitiva, di fronte ai moltissimi (e ogni tanto ottimi) sistemi di documentazione puntuale che vediamo ad ogni convegno di informatica applicata, manca allo stato attuale un sistema di documentazione che aiuti a fare sintesi facilmente condivisibili e comparabili, un fatto che non facilita la costruzione di modelli storiografici su base quantitativa. Proprio in questa direzione si muove il nostro più recente progetto (tutt'ora in corso), denominato OpenArcheo2 (Figg. 3, 4). Si tratta di una webapp concettualmente e tecnologicamente avanzata, con una modellazione del dato tarata sulla ricerca (domain driven design), in grado di passare da un concetto di base di dati (database) a un concetto di base della conoscenza (knowledge base)<sup>3</sup>. Secondo l'impostazione data al modello concettuale, l'oggetto centrale dei lavori che

<sup>3</sup> FRONZA c.s. OpenArcheo2 è sviluppato nell'ambito del progetto PRIN 2010-2011 "Storia e Archeologia globale dei paesaggi rurali in Italia tra Tardoantico e Medioevo. Sistemi integrati di fonti, metodi e tecnologie per uno sviluppo sostenibile" (coordinatore nazionale: G. Volpe).

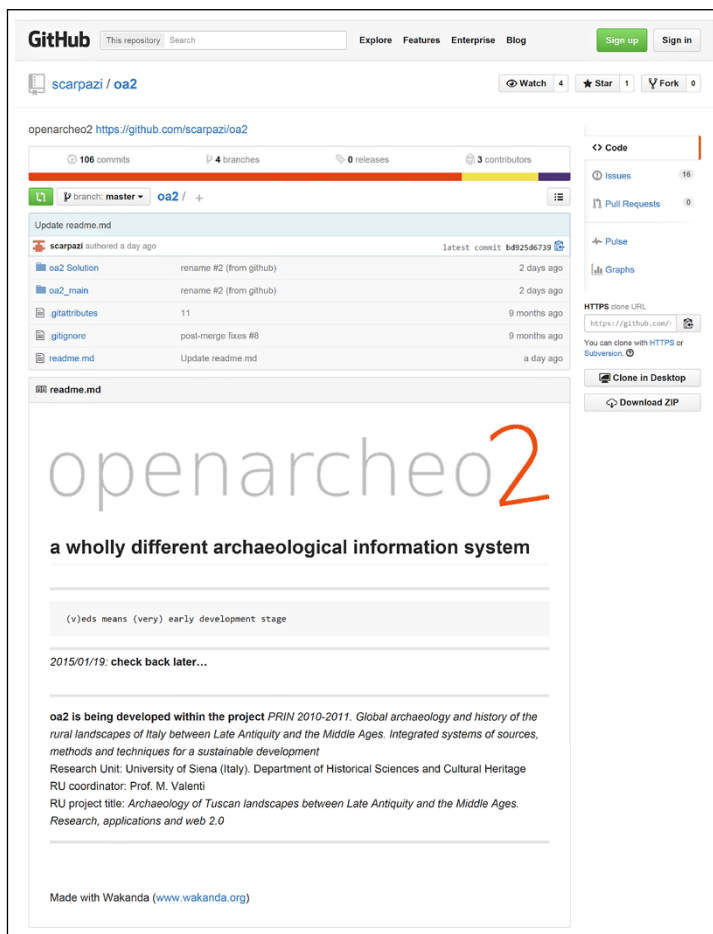


Fig. 4 – Progetto OpenArcheo2 su github (<https://github.com/scarpazi/oa2/>).

verranno riversati nel sistema è il paesaggio nella sua prospettiva diacronica. Sono due gli aspetti della webapp che qui ci interessano di più: la centralità della modellazione concettuale e la necessità di avere sistemi per gestire il dato interpretato, di alto livello (con un approccio più o meno semantico). Entrambi costituiscono corsie preferenziali verso le quali ci potremmo dirigere in futuro e hanno un riflesso netto e chiaro sul potenziale analitico che andremo a discutere di seguito.

V.F.

### 3. DETERMINISMO E TEORIA DEL CAOS: ANALISI PREDITTIVE IN ARCHEOLOGIA

Postuliamo l'esistenza di un universo in cui gli elementi siano connessi tra loro da fili conduttori: un mondo in cui il corso degli eventi è determinato solamente da fattori interni al sistema stesso (VON BERTALANFFY 1968). Un piccolo movimento, anche solo di un elemento, porterà a variazioni interne dell'intero schema. Il cambiamento sarà più grande con un movimento maggiore, oppure con il movimento di più elementi. Immaginiamo un mondo in cui le azioni dell'uomo siano regolate dalle proprie esperienze, dalle proprie necessità e da quelle degli altri esseri umani, dai fenomeni naturali (CLARKE 1968, 43-72). Il determinismo è la radice di questo mondo "ordinato", in cui nulla avviene a caso e quindi tutto è prevedibile. In realtà già nel determinismo stesso si ammette l'impossibilità di prevedere con esattezza gli avvenimenti futuri, considerato che anche solo la misurazione degli eventi è capace di influenzare il futuro. Ma l'archeologo che si ispira a posizioni positiviste e processualiste non può non essere (anche solo tacitamente) affascinato da tali prospettive.

In parte il determinismo può essere contemplato per lo studio della stratigrafia archeologica: ogni attività umana che abbia come risultato una traccia sulla terra risentirà delle azioni (e quindi delle deposizioni) che si sono precedentemente verificate. Oltre all'esempio della stratigrafia, che comunque non può essere sottovalutato, in archeologia molte dinamiche sembrano essere dettate da azioni ed eventi precedenti, fattori ambientali e antropici. È lecito supporre quindi che le scelte umane siano dettate, suggerite o veicolate dai vari elementi del sistema a cui appartengono. In campo archeologico, le analisi predittive, che hanno come obiettivo quello di prevedere fenomeni futuri, sono un tema di forte dibattito e sono viste come un grande bacino informativo. Per la verità, considerato il significato stesso del termine, se applicate in campo archeologico, sarebbe più giusto chiamarle analisi postdittive: non si tratta infatti di previsioni sul futuro, bensì su fatti già successi (CITTEY 2012). Tali tipi di analisi vengono usate sempre più spesso in sostituzione delle classiche tecniche archeologiche per la ricostruzione del paesaggio antico: in tempi di crisi è indispensabile trovare soluzioni per rendere i progetti di ricerca più snelli, veloci ed economici. In alcune circostanze, tali analisi sono state utilizzate con obiettivi di tutela, per costruire carte di potenziale archeologico.

Da molte direzioni sono arrivate critiche a questo approccio: queste critiche, in definitiva, possono essere riassunte in prima istanza nella diversità che intercorre tra la natura dei sistemi e il loro effettivo utilizzo e in seconda battuta nella mancanza del test della realtà. Le analisi predittive rientrano nella macro categoria del decision making (LU *et al.* 2007), ovvero un metodo in cui la macchina è educata sulla base di scale di valori correlate tra loro e arbitrariamente impostate dall'uomo, per poi prendere decisioni sfruttando



proprio i nostri criteri (DERAVIGNONE 2009, 187-192). Fondamentalmente quindi, questi strumenti sono stati concepiti non per ipotizzare ciò che già esisteva e che non possiamo leggere direttamente nel paesaggio, ma per automatizzare i criteri di scelta per nuove opere. In altri campi applicativi le analisi predittive vengono formulate su basi di dati pregressi e su criteri reputati attendibili: una volta che l'evento previsto si manifesta (o meno), i dati vengono arricchiti con gli avvenimenti e i criteri aggiornati. La mancanza di test della realtà rende di fatto la predittività perennemente in ostaggio della sensibilità del ricercatore e non affina le variabili con il procedere delle analisi.

Se si può passare sopra alla diversa natura del sistema, risulta invece più difficile accettare in bianco l'assenza di uno step fondamentale di tali analisi, come è appunto il test della realtà. Nell'ambito della ricerca, l'unico modo che abbiamo per affidare un minimo di credibilità ai dati ottenuti è quello di intraprendere altre strade che confermino i risultati. Il problema non può essere attualmente in nessun modo superato, quindi cerchiamo di aggirarlo. In ogni caso, il risultato di tali analisi non potrà essere paragonato ad un dato e nemmeno ad una prova, ma casomai ad un semplice indizio.

Riprendiamo adesso il postulato iniziale: avevamo accettato per vero un mondo razionale, organizzato, con elementi in connessione. Un mondo in cui la catena causa-effetto regola tutti gli aspetti della vita. Il nostro mondo è veramente tale? Ci addentriamo in temi di maggiore dimestichezza per teologi e filosofi, ma è necessario scrutare all'interno della meccanica delle cose per poter cogliere la loro essenza. Se è in parte accettabile una teoria deterministica che regola l'universo archeologico, più di una volta notiamo (sia in natura sia nella storia) che gli eventi hanno una straordinaria sensibilità rispetto alle condizioni originarie, quasi che esistesse una variabile casuale, impossibile per sua natura da cogliere, a muovere i fili.

Finché qualcuno non dimostra il contrario, dobbiamo accettare per vero che un sistema antropico dinamico somigli molto al tipo caotico: ad una variazione (anche minima) delle condizioni iniziali, può corrispondere un sistema finale diverso (BISCHI *et al.* 2004). Tale principio è riassumibile nella farfalla che, con un battito d'ali, provoca dall'altra parte del mondo un uragano. Esiste forse, all'interno di questo modello deterministico con caratteristiche caotiche, una variabile imponderabile e incalcolabile di cui non siamo in grado di tenere conto? In sintesi, esiste la casualità nelle scelte antropiche? Purtroppo non possiamo escludere con certezza la presenza del caso; anzi, questo può essere un vero e proprio attrattore strano (LORENZ 1963).

Nell'impossibilità di cogliere con chiarezza la natura del nostro sistema, potremmo anche disinteressarcene, cercando di modellizzare tramite processi bottom up. Potremmo forse costruire modelli e validarli? In questo caso però il problema deriva proprio dalla mancanza di test della realtà. Pur inserendo variabili complesse, casuali, indeterminate, sfumate, l'applicazione di analisi

predittive in archeologia continua ad avere problematiche concettuali, che da un lato ne relativizzano l'efficacia e dall'altra mettono in mostra i rischi di ricostruire un paesaggio che semplicemente non è mai esistito.

Nonostante la minor velocità e i maggiori costi, nonostante i dubbi interpretativi, la ricerca sul campo non può essere sostituita: la documentazione sul campo è ancora una volta la strada obbligata per l'archeologo, non solo per la conservazione delle informazioni, ma soprattutto per la loro analisi. Quello che deve essere definito con maggior esattezza sono le variabili: quanto, le strade, influenzano lo stanziamento umano? Quanto i villaggi e l'insediamento sparso? E poi, come si quantifica l'influenza di città, fiumi, risorse, etc.? Esiste una precisa tipologia insediativa assolutamente vincolata a degli attrattori?

Il sogno processualista di quantificare gli eventi non si è ancora compiuto, la farfalla continua a sbattere le ali e a provocare uragani, e forse non si fermerà mai. Ma gli attrattori e le variabili sono nel paesaggio, pronte per essere osservate, studiate e comprese, la connettività è pronta per essere accesa: solo così riusciremo a relativizzare la corrente d'aria generata dal variopinto insetto.

S.B.

STEFANO BERTOLDI, VITTORIO FRONZA, MARCO VALENTI

Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti

Università degli Studi di Siena

stefanobertoldi2002@gmail.com, fronza@unisi.it, marco.valenti@unisi.it

## BIBLIOGRAFIA

- BISCHI G.I., CARINI R., GARDINI L., TENTI P. 2004, *Sulle orme del caos. Comportamenti complessi in modelli matematici semplici*, Milano, Bruno Mondadori.
- CITTER C. 2012, *Modelli predittivi e archeologia postclassica: vecchi strumenti e nuove prospettive*, in A. FORGIONE, F. REDÌ (eds.), *VI Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (L'Aquila 2012)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 12-15.
- CLARKE D.L. 1968, *Analytical Archaeology*, London, Methuen Publishing (ed. it. *Archeologia analitica*, Milano, Mondadori Electa, 1998).
- CLARKE D.L. 1973, *Archaeology: The loss of innocence*, «Antiquity», 47, 6-18.
- DERAVIGNONE L. 2009, *Comprendere le dinamiche insediative con l'aiuto dell'intelligenza artificiale: un caso di studio*, in G. MACCHI JANICA (ed.), *Geografie del popolamento: casi di studio, metodi e teorie. Atti della Giornata di Studi (Grosseto 2008)*, Siena, Edizioni dell'Università, 187-192.
- FRONZA V. c.s., *OpenArcheo2. Da base di dati a base della conoscenza*, in P. ARTHUR, M.L. IMPERIALE (eds.), *VII Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (Lecce 2015)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, in corso di stampa.
- LORENZ E.N. 1963, *Deterministic non periodic flow*, «Journal of the Atmospheric Sciences», 20, 130-141.
- LU J., ZHANG G., RUAN D., WU F. 2007, *Multi-objective Group Decision Making. Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques*, London, Imperial College Press.

- SERLORENZI M., FRONZA V., DE TOMMASI A., VARAVALLO A., LOCHE M., SANTAMARIA M. 2011, *Un modello dati per la conoscenza delle architetture di interesse archeologico e la sua implementazione in SITAR*, in R. CECCHI (ed.), *Roma Archeologia. Interventi per la tutela e la fruizione del patrimonio archeologico. Terzo Rapporto*, Milano, Electa, 514-531.
- SERRA M. 2013, *Gli sdraiati*, Milano, Feltrinelli.
- VALENTI M. 2000, *La piattaforma GIS dello scavo. Filosofia di lavoro e provocazioni, modello dei dati e "soluzione GIS"*, «Archeologia e Calcolatori», 11, 93-109.
- VALENTI M. 2012, *Per un approccio neo processualista al dato archeologico*, in A. FORGIONE, F. REDD (eds.), *VI Congresso Nazionale di Archeologia Medievale (L'Aquila 2012)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 8-11.
- VON BERTALANFFY L. 1968, *General System Theory. Foundations, Development, Applications*, New York, George Braziller (ed. it. *Teoria generale dei Sistemi. Fondamenti, sviluppo, applicazioni*, Milano, Mondadori, 2004).

#### ABSTRACT

This paper explores some issues related to recording and analyzing archaeological datasets. After making our (neo-)processualist approach clear, some key digital technologies (relational databases) and methodologies (conceptual modelling) are discussed as examples to assess the actual state of archaeological information systems and reflect upon possible future directions. This brings us also to define the limits of quantitative (and especially predictive) analyses. Variability of parameters and, above all, the extensive lack of reality tests are heavy hindering factors. Precisely defining the variables and attractors based on specific questions can help us to relativize complex systems, bending the analyses to our needs.

