

Archeologia e Calcolatori
30, 2019, 21-38

INFORMATICA ARCHEOLOGICA E ARCHEOLOGIA DIGITALE LE RISPOSTE DALLA RETE

1. INTRODUZIONE

Le applicazioni informatiche hanno da anni conquistato una posizione di rilievo sia nei metodi della ricerca archeologica sia nella gestione, tutela e valorizzazione del patrimonio archeologico. Nel mondo odierno, in cui si va affermando un'archeologia pubblica al servizio della comunità, l'informatica riveste un ruolo strategico anche per la comunicazione e la trasmissione della conoscenza delle civiltà del passato. Grazie ad anni di sperimentazione e alla presenza di specialisti del settore e di luoghi deputati alla sua diffusione scientifica si può parlare oggi di una disciplina, l'informatica archeologica, caratterizzata dal convergere tra umanesimo, scienza e tecnologie, con un bagaglio teorico che ha origine negli anni Cinquanta del XX secolo, un ben definito campo di ricerca, propri metodi e strumenti d'indagine e di documentazione.

Più complesso è indicare una denominazione univoca per questo settore della ricerca in continuo divenire, per giungere a un corretto inquadramento della disciplina nella sua autonomia e nella sua evoluzione teorica e metodologica. La risposta può venire da quanto emerge sia dal panorama internazionale, con particolare riferimento alla lingua inglese che in questo settore è senz'altro dominante, sia dalla situazione attuale in Italia, grazie a un'analisi basata su fonti diversificate, tratte per la maggior parte dalla produzione tecnico-scientifica e dalle informazioni veicolate dai canali di diffusione propri della rete.

L'orientamento qui seguito s'inserisce in una precisa scuola di pensiero che si basa su una visione teorica e non semplicemente operativa dell'interazione tra discipline umanistiche e cultura informatica (ORLANDI 2009). Pur nella sua specificità, l'informatica archeologica è una branca dell'informatica umanistica i cui tratti distintivi traggono origine da una felice integrazione tra metodi archeologici e procedure computazionali. Secondo quest'ottica, la cultura informatica interagisce con quella archeologica per costruire l'oggetto dell'analisi; programmare la ricerca sin dall'impostazione, mediante operazioni di codifica e strutturazione dei dati; giungere infine a produrre nuove informazioni e interagire proficuamente con esse.

2. LA DEFINIZIONE: INFORMATICA ARCHEOLOGICA O ARCHEOLOGIA DIGITALE

La scelta dell'espressione "informatica archeologica" è il frutto di una riflessione consapevole sulle modalità di rappresentazione formalizzata della

conoscenza archeologica, che si avvalgono dei metodi e delle tecniche dell'informatica per archiviare, elaborare e trasmettere i dati. Tale scelta si mantiene nel solco della tradizione e si distingue dalla tendenza diffusasi in tempi più recenti a coniare termini o locuzioni diversificati (archeologia computazionale, archeoinformatica, archeologia digitale e, più di recente, archeomatica e cyberarcheologia), che sono stati letti in un primo momento come il riflesso di una coscienza accademica non ancora pronta a riconoscere l'autonomia e lo status della nuova disciplina (MOSCATI 2009a), e successivamente, soprattutto nel caso del termine archeologia digitale, come un internazionalismo che adotta e ricalca il termine anglosassone ormai dominante (MOSCATI 2015).

Tale lettura richiede oggi un approfondimento più articolato, perché le testimonianze di quanti hanno operato da anni per favorire l'interazione tra archeologia e informatica evidenziano un senso di disagio di fronte al prevalere della tendenza tecnologica sulla visione teorico-metodologica dell'approccio computerizzato alla ricerca archeologica. Un'analisi di carattere terminologico costituisce dunque una via privilegiata per descrivere l'evoluzione di questo settore specialistico del sapere, a cui va aggiunta una ricognizione sui laboratori di ricerca, fucina di progetti e di attività formativa, e sulle riviste, linfa vitale di ogni ambito di ricerca. Tale analisi non può che essere condotta nel panorama internazionale, dove l'Italia da anni ricopre una posizione di rilievo.

Una delle prime occorrenze del termine *digital archaeology* risale al 1999, quando Seamus Ross e Ann Gow lo utilizzarono con il significato di «investigate the rescue of digital materials», e quindi con l'intento di porre in luce la necessità di conservare e salvaguardare le risorse culturali create o convertite in formato digitale al fine di garantirne l'accessibilità nel tempo (ROSS, GOWN 1999). La diffusione del termine per indicare la disciplina nel suo complesso è sancita nel 2006 con il volume *Digital Archaeology: Bridging Method and Theory* (EVANS, DALY 2006), nel cui articolo introduttivo E.B.W. Zubrow sostiene che l'archeologia digitale «is not strictly methodological; it enables and impacts particular theoretical positions» (ZUBROW 2006, 22).

Lo studioso che di recente ha maggiormente approfondito le questioni terminologiche legate alla definizione dell'informatica archeologica è senz'altro Jeremy Huggett, che in parte opera nel solco del dibattito promosso nel settore dell'informatica umanistica (cfr. ad esempio SVENSSON 2009). In occasione della quarantesima edizione del Convegno *Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (d'ora in seguito CAA), Huggett rileva nel grande corpus dei dati di Google, analizzati tramite Google Ngram Viewer, il declino delle occorrenze dei termini *archaeological computing* e *computer archaeology* a favore di *digital archaeology* e lo considera il sintomo di un punto d'inflessione, in cui l'abbandono delle denominazioni tradizionali può a buon diritto indicare nuovi settori emergenti (HUGGETT 2013).

Nel blog *Introspective Digital Archaeology* da lui fondato (<http://introspectivedigitalarchaeology.com/>), Huggett ripropone la questione traendo spunto dall'editoriale di A. Costopoulos pubblicato nella rivista «Frontiers in Digital Humanities» a inaugurazione della sezione “Digital Archaeology”, in cui l'autore dichiara pragmaticamente e provocatoriamente: «I want to stop talking about digital archeology. I want to continue doing archeology digitally», adottando un approccio alla ricerca consolidato, perché in essere da oltre vent'anni, e che ha segnato la comunità archeologica da oltre quaranta (COSTOPOULOS 2016). Certo, in quei primi anni di sperimentazione era sufficiente usare il termine “calcolatori” per indicare ricerche basate su un approccio computazionale, come dimostrano i titoli delle prime sintesi sulle ricerche archeologiche computerizzate (GARDIN 1965; COWGILL 1967; CHENHALL 1968; GARDIN 1971; WHALLON 1972), del primo manuale di informatica archeologica (DORAN, HODSON 1975) e di uno dei primi convegni internazionali organizzati in Francia a Marsiglia (GARDIN 1970).

Nel tempo, anche Huggett, in linea con l'uso più diffuso, adotta il termine *digital archaeology* o addirittura *post-digital archaeology*. Egli però rimane fedele a un approccio che deve andare oltre la semplice tecnologia, cioè *beyond technology* (HUGGETT, ROSS 2004), secondo un'espressione che in parte ricorda il *beyond representation* delle discipline umanistiche (UNSWORTH 2004). Poiché l'informatica archeologica non è una disciplina *practice-based* né tanto meno una scienza sussidiaria dell'archeologia, ne deriva una definizione di *digital archaeology* e *introspective digital archaeology* che tende a evidenziare sia il ruolo dell'informatica nel ripensare i metodi dell'archeologia sia quello delle tecnologie digitali nel modificare ciò che fa l'archeologo e come lo fa, come lo rappresenta e come lo comunica (HUGGETT 2015a, 2015b, 2017). Al concetto di un'archeologia digitale “introspettiva” si richiamano anche i curatori del volume *Mobilizing the Past for a Digital Future: The Potential of Digital Archaeology*, che propongono di favorire un approccio consapevole e critico all'archeologia digitale e, dopo decenni di frenetica innovazione tecnologica, di «slow down, step back, and think reflexively about how new technologies can alter – or have altered – archaeological practices, interpretation, and ethics» (AVERETT, GORDON, COUNTS 2016, 3).

In sintesi, gli esperti percepiscono il rapidissimo cambiamento di questo settore della ricerca in direzione prettamente tecnologica e s'interrogano preoccupati sulle sfide del futuro, che s'incentrano sulla creazione, gestione e diffusione di un «digitally mediated knowledge» (HUGGETT, REILLY, LOCK 2018, 42). Raramente, però, la questione terminologica viene teorizzata e investita di un valore semantico, come avviene invece per l'informatica umanistica. Ne è un esempio la lucida sintesi di Tito Orlandi nei documenti per la redazione dello Statuto della nuova International Academy of Humanities Computing and Digital Humanities: «In a general way we can say that procedures based

on the use of *computation* to process (interpret) historical data fall under the category of HC; procedures based on the use of *digital machines* to store, share, and disseminate historical data of any kind and their interpretation fall under the category of DH» (http://www.cmcl.it/humanities_computing/; cfr. da ultimo anche BUZZETTI 2019).

Possiamo dunque concludere che l'adozione sempre più frequente del termine *digital archaeology* – più semplice, più diretto e anche più accattivante – per definire la disciplina e l'introduzione di una serie infinita di sfaccettature ancora più settoriali (basti citare, ad esempio, la *laser archaeology*) appaiono connesse alla pervasività di sofisticati strumenti e dispositivi tecnologici di acquisizione, analisi e trasmissione dei dati archeologici e sono sicuramente indicative delle nuove modalità operative che caratterizzano il processo di digitalizzazione dei dati in tutte le fasi della ricerca archeologica (DJINDJIAN 2015). Una definizione, dunque, che risponde all'evoluzione tecnologica legata ai tempi, anche in linea con le richieste dell'Unione Europea soprattutto in relazione al settore del Digital Cultural Heritage a cui dedicheremo un paragrafo a sé stante.

3. I LABORATORI DI RICERCA E LE RIVISTE DI SETTORE

Questa situazione è confermata anche dalla denominazione dei laboratori di ricerca, oggi sempre più impegnati nel trattamento d'ingenti insiemi di dati digitali, come evidenzia anche il titolo di una sessione del Convegno CAA del 2017 dedicato ai *Big Data Labs* (MASCHNER, LEVY, OPITZ in press). È oggi impossibile offrire una qualsivoglia lista esaustiva dei laboratori esistenti, ma alcuni esempi di riferimento sono utili per mostrare che quelli di più antica tradizione tendono a mantenere nella loro denominazione l'espressione *archaeological computing* (ad esempio l'Archaeological Computing Research Group dell'Università di Southampton, attivo dalla fine degli anni Ottanta del Novecento) o ad arricchirla con nuove specifiche (ad esempio il Computational and Digital Archaeology Laboratory dell'Università di Cambridge, altra sede prestigiosa di discussioni teorico-metodologiche, che si definisce un hub per promuovere l'applicazione di metodi digitali, computazionali e quantitativi in archeologia). Nei laboratori di più recente formazione si tende invece ad adottare il termine "digitale". Tra i più attivi possiamo citare il Cologne Digital Archaeology Laboratory – che in tedesco però privilegia il termine ArchäoInformatik – o il Digital Archaeology Group-DAG dell'Università di Leiden o ancora il Digital Archaeology-DARK Lab di Lund. Interessante è il caso dell'Università di York, sede dell'Archaeology Data Service, dove il cluster di ricerca del Department of Archaeology dedicato alla "Digital Archaeology" è strettamente legato al Centre for Digital Heritage, diretto da Julian Richards, seguendo una prospettiva ancora più ampia su cui torneremo a breve.

Uno sguardo, infine, anche agli Stati Uniti, dove numerosi laboratori sono dedicati alle applicazioni informatiche negli studi archeologici e antropologici. Tra quelli fondati dopo il 2010, segnaliamo ad esempio il Digital Archaeology Research Laboratory-DigAR Lab, presso il Department of Anthropology, University of Washington in Seattle, il Digital Archaeology Lab, presso lo UCLA Cotsen Institute of Archaeology e il Digital Digging Laboratory-DIG@Lab, presso il Department of Art, Art History & Visual Studies, Duke University. Merita una citazione anche l'Institute for Digital Archaeology-IDA, una joint venture tra le Università di Harvard e di Oxford e il governo degli Emirati Arabi Uniti fondata nel 2012 con il fine di promuovere l'uso delle tecnologie digitali per la conservazione (ad esempio il Million Image Database) e la fruizione (ad esempio la riproduzione del celebre Arco di Trionfo di Palmira) di documenti e monumenti che potrebbero andare o che sono già irrimediabilmente perduti. Diverso è il fine del Center for Digital Antiquity, con sede presso l'Arizona State University, che ha il compito di preservare e facilitare l'accesso alla documentazione archeologica, grazie all'implementazione del repository internazionale the Digital Archaeological Record (tDAR) e alla ricognizione delle più recenti sfide dell'archeologia contemporanea (MCMANAMON *et al.* 2017).

Anche in Italia, i laboratori di ricerca di più antica fondazione mantengono una denominazione più tradizionale, come il Laboratorio di informatica per l'archeologia dell'Università del Salento o il Laboratorio di informatica applicata all'archeologia medievale dell'Università di Siena. Una novità viene introdotta nel 2005 con la fondazione del Laboratorio di Archeologia Digitale presso il Dipartimento di Scienze Umane dell'Università di Foggia, a cui fa seguito una serie di iniziative di carattere formativo, tra cui possiamo ricordare il primo Master universitario di II livello in Archeologia Digitale, promosso nel 2012 dall'Università IUAV di Venezia. Un'alta specializzazione è stata poi raggiunta da alcuni laboratori degli istituti del CNR di più antica tradizione per gli studi archeologici e per le tecnologie applicate ai beni culturali, afferenti al Dipartimento Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale e oggi riuniti nel nuovo Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (ISPC). Essi propongono metodologie integrate per la conoscenza, la documentazione e la valorizzazione delle evidenze archeologiche e la loro denominazione cambia in base all'approccio proposto, da quello storico-disciplinare (Archeologia e società dell'informazione dell'Istituto di Studi sul Mediterraneo Antico-ISMA) a quello tecnologico, orientato più in generale verso i beni culturali (ad esempio, l'Information Technologies Lab dell'Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali-IBAM e il Virtual Heritage Lab dell'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali-ITABC).

Più complesso è il discorso che concerne le riviste. Fino alla prima decade del nuovo Millennio la rivista «Archeologia e Calcolatori», fondata nel

1990, era un caso isolato a livello mondiale (HUGGETT 2013, 16) e costituiva dunque, insieme alla pubblicazione annuale degli Atti del Convegno CAA, l'unico strumento di aggiornamento sistematico sulla materia. Nell'arco di pochi anni, le riviste si sono moltiplicate, segno da un lato della diffusione pervasiva dell'informatica nella ricerca archeologica, ma sintomo dall'altro della specializzazione e della conseguente parcellizzazione delle competenze in filoni sempre più diversificati.

Se si escludono le riviste che hanno fatto della rete la loro caratteristica editoriale, prima fra tutte «Internet Archaeology», fondata nel 1996 e spesso sede di numeri tematici dedicati all'informatica archeologica, e più di recente «Open Archaeology», che è stata inaugurata nel 2015 con una sezione dedicata al tema *Challenging Digital Archaeology*, possiamo citare «Virtual Archaeology Review», promossa in Spagna dall'Universitat Politècnica de València nel 2010, e «Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage», fondata da Bernard Frischer nel 2014. C'è poi la sezione «Digital Archaeology» della rivista «Frontiers in Digital Humanities», che abbiamo già ricordato. Nel 2017 sono infine da segnalare la nascita della rivista francese «Archéologies numériques-Digital Archaeology», inserita nell'iniziativa ISTE OpenScience, e la fondazione del nuovo «Journal of Computer Applications in Archaeology» promossa dalla stessa Associazione CAA.

La tradizione delle newsletter, che ha segnato la storia dell'informatica archeologica fin dagli anni Sessanta e l'ultima delle quali, «Archaeological Computing Newsletter», è cessata nel 2007 dopo essere stata ereditata per alcuni anni come Supplemento di «Archeologia e Calcolatori», è oggi ripresa da blog e news in cui le informazioni inevitabilmente tendono a disperdersi nella rete. Interessante è il caso italiano di «Archeomatica», rivista trimestrale nata nel 2009 su iniziativa della società mediaGEO, che ricorda per impostazione editoriale le newsletter (brevi articoli e rubriche informative sulle tecnologie applicate all'archeologia e al patrimonio culturale).

4. LA CLASSIFICAZIONE: L'INTERAZIONE DEI SAPERI POSITIVI

Già dagli anni Novanta, la rivista «Archeologia e Calcolatori» aveva compreso che una classificazione dell'informatica archeologica solo per tipologie applicative sarebbe stata insufficiente per descrivere la materia nel suo complesso e per effettuare una più approfondita analisi disciplinare. Si è così proceduto tenendo conto dell'elemento caratterizzante dei contenuti da esaminare, cioè l'interdisciplinarietà, un aspetto della ricerca che sembra tornare ciclicamente in auge (cfr. ad esempio la seconda edizione dell'*Oxford Handbook of Interdisciplinarity* del 2017 e il numero speciale *Interdisciplinarity* della rivista «Nature» del 2015), ma che per noi rimane ancorato alle premesse di Beniamino Segre nel promuovere la fondazione nel 1971 del

Centro linceo interdisciplinare di scienze matematiche e loro applicazioni. Si è pertanto scelto un duplice sistema di classificazione: la “tipologia informatica” (10 soggetti), per descrivere i metodi di trattamento informatico dei dati, e l’“ambito disciplinare”, per descrivere i settori della ricerca archeologica coinvolti nella rivoluzione informatica (9 soggetti). Ciò ha consentito nel corso degli anni, con poche e semplici integrazioni, di offrire alcune sintesi aggiornate sui settori della ricerca più direttamente interessati dall’uso degli strumenti informatici e al contempo di evidenziare le applicazioni più utilizzate, delinearne lo sviluppo e verificarne la diffusione nella prassi della ricerca (MOSCATI 1999, 2011; cfr. anche CARVALE, CANTONE e CARVALE, CECCARELLI in questo volume).

La tendenza generale degli ultimi anni, invece, appare andare in direzione opposta: piuttosto che optare per una sintesi metodologica, si tende oggi ad ampliare le tematiche senza specifiche linee direttive causando una frammentazione piuttosto che un’interazione dei saperi, la sola che può dare una visione d’insieme. Ad esempio nei Convegni dedicati all’informatica archeologica, e in particolare nella Conferenza CAA che continua a essere una delle sedi di incontro principali e di più lunga tradizione, la programmazione si basa su “call for sessions”, che sono in genere anche più di quaranta, e “call for papers”, che giustamente danno spazio alle innovazioni tecnologiche e alle tendenze metodologiche più aggiornate, ma che al contempo sfuggono a ogni tentativo di classificazione sistematica della disciplina. Se si esclude l’edizione del 2014, dove si nota uno sforzo di razionalizzazione delle esperienze di ricerca (GILIGNY *et al.* 2015), nelle ultime edizioni, dalla quarantesima in poi, i diversi modelli e strumenti dell’era postdigitale e l’aumento esponenziale dei dati da analizzare, con il relativo fenomeno dei “big data” – che da “data lakes” sono ora passati a “oceans of data” – sono le tematiche che hanno attratto maggiormente l’attenzione dei partecipanti.

Preferiamo, dunque, affrontare la questione della classificazione di questo settore disciplinare sulla base dei dati che abbiamo raccolto in trent’anni di attività editoriale tramite la pubblicazione della rivista internazionale «Archeologia e Calcolatori». Tale attività ben s’inserisce anche nel dibattito sull’accesso aperto ai risultati della ricerca scientifica grazie all’adesione della rivista, sin dal 2005, all’Open Archives Initiative (BARCHESI 2006 e in questo volume) e alla pubblicazione di articoli e Supplementi sulla diffusione dei contenuti scientifici online e sulla definizione di norme e linee guida per l’attuazione a livello nazionale e internazionale di politiche open access (cfr. da ultimo CARVALE, PIERGROSSI 2012; SERLORENZI 2013; SERLORENZI, LEONI 2015; BASSO, CARVALE, GROSSI 2016; CARVALE 2017; SERLORENZI, JOVINE 2017; ARIZZA *et al.* 2018; per una sintesi cfr. anche PIERGROSSI, ROSSI in questo volume). Il repository digitale della rivista, conforme al protocollo

OAI-PMH, contiene oggi circa 900 articoli a nome di più di 1300 autori, per un totale di 15.000 pagine¹.

A premessa va detto che le applicazioni informatiche sono da tempo radicate nelle tre aree fondamentali della pratica archeologica: le ricerche sul campo, le analisi di laboratorio e la gestione, la tutela e la valorizzazione del patrimonio culturale. Questa tripartizione, che per anni ha dominato le trattazioni sugli oggetti di studio, sui metodi e sulle interpretazioni della ricerca archeologica, appare oggi insufficiente per descrivere l'evoluzione dei caratteri e degli obiettivi dell'archeologia e il ruolo che essa ricopre nella società contemporanea. Lo sviluppo di sistemi, processi, protocolli e strumenti informatici sempre più efficaci e flessibili ha contribuito sicuramente al raggiungimento di un'archeologia globale, o meglio di un approccio globale all'archeologia, che intende operare pervasivamente sul terreno della ricerca per alimentarla, orientarla, verificarla e comunicarla (MANACORDA 2014; DJINDJIAN 2015).

I singoli metodi, come le analisi statistiche, le banche dati, la grafica computerizzata e il trattamento delle immagini, affermatasi progressivamente dagli anni Sessanta in poi, costituiscono ormai un consolidato modello di documentazione, gestione e analisi dei dati (*I modelli nella ricerca archeologica* 2003). Per tale motivo è più opportuno soffermarsi sugli sviluppi più recenti, e in particolare sulle nuove piattaforme tecnologiche idonee a trattare dati attribuibili a scale spaziali diverse in un modello concettuale unitario. L'archeologo, infatti, chiede oggi all'informatica un ambiente integrato in cui riprodurre le proprie attività e gestire simultaneamente metodi e risorse che concorrono a ricostruire, salvaguardare e comunicare le testimonianze del passato in linea con molteplici indirizzi di ricerca – archeologia ambientale, archeologia del paesaggio, archeologia urbana, archeologia dell'architettura – che convergono nel settore più ampio dei beni culturali dove gli esiti delle ricerche si coniugano con le esigenze della tutela e della valorizzazione.

5. PIATTAFORME INFORMATICHE E SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI

La risposta informatica a questa esigenza di ridefinire obiettivi e strategie d'intervento viene da un lato dai Sistemi Informativi Geografici, nervatura strategica dell'informatica archeologica sin dagli anni Novanta (MOSCATI 1998), e dall'altro dall'avvento di Internet e dalle conquiste dell'Information and Communication Technology. I GIS rispondono a una specifica esigenza

¹ La sintesi che segue si basa essenzialmente sull'esame degli articoli pubblicati nella rivista e nei suoi Supplementi. Non è qui possibile inserire tutti i relativi rimandi bibliografici, ma applicazioni e contesti di riferimento possono essere facilmente reperiti grazie alla pagina "Search" del sito web della rivista (<http://www.archcalc.cnr.it/pages/search.php>), oggi in fase di riprogettazione (cfr. FIORINO in questo volume), che consente di analizzare i contenuti grazie a tre modalità di interrogazione: Autori, Classificazione e Ricerca libera nei titoli e negli abstract.

dell'archeologia, che la distingue da altri settori dell'informatica umanistica: consolidare il ruolo centrale del dato spaziale, che è parte integrante della ricerca (BODENHAMER, CORRIGAN, HARRIS 2010). Il modello di organizzazione dei dati di tipo georelazionale, trasposizione pratica del processo teorico di «spatial thinking» (LOCK, POUNCETT 2017), e la generazione di Modelli Digitali del Terreno coniugano l'applicazione di nuove tecnologie per l'acquisizione e la rappresentazione del dato archeologico con i processi di analisi dello spazio tridimensionale, potenziando il calcolo delle distanze, del movimento e della visibilità per favorire lo studio delle modalità di spostamento nello spazio e motivare le scelte insediative, urbanistiche e architettoniche.

Nei sistemi GIS viene anche individuato il punto di convergenza tra le attività di acquisizione, rappresentazione, analisi e interpretazione dei dati archeologici e quelle di trasmissione e condivisione delle informazioni (FORTE, CAMPANA 2016). Grazie a tecnologie di webmapping e cloud computing, la rete propone un ambiente virtuale che consente di unificare procedure d'indagine che nella prassi della ricerca erano rimaste distinte, come le operazioni sul campo, l'elaborazione dei dati in laboratorio, gli interventi di tutela e di valorizzazione (DJINDJIAN *et al.* 2008; KANSA, KANSA, WATRALL 2011; esemplare il caso dell'Atlante di Hierapolis di Frigia: SCARDOZZI 2015, <http://hierapolis.ibam.cnr.it/>).

Ne consegue che non c'è progetto d'informatica archeologica che non utilizzi oggi le piattaforme GIS (per una visione d'insieme, con particolare riferimento allo studio delle città antiche e del loro territorio, cfr. da ultimo GAUCCI, GARAGNANI 2017). L'archeologia del paesaggio, che si giova sempre più di dati telerilevati aerei e satellitari e di strumenti di Spatial Data Science, trova supporto nella georeferenziazione dei dati e propone nuovi percorsi esplorativi in cui, grazie a tecniche di realtà virtuale, emergono sistemi viari, città, monumenti. Nello scavo archeologico si aprono nuovi interrogativi sul rapporto tra metodo stratigrafico e topologia per l'analisi delle relazioni spaziali tra oggetti o insiemi di oggetti, la cui classificazione si lega al contesto di ritrovamento e all'uso dello spazio in una prospettiva funzionale. L'archeologia dell'architettura trova un ambiente in cui registrare ed elaborare congiuntamente il dato planimetrico e la lettura stratigrafica degli alzati e in cui sviluppare modelli digitali integrati (HBIM: Heritage Building Information Modeling) che hanno un impatto interpretativo sulle attività di ricostruzione e restauro.

Il settore della tutela, strettamente legato ai metodi e alle priorità dell'archeologia preventiva e alla valutazione dell'impatto ambientale, si avvale di modelli predittivi per valutare le potenziali minacce al territorio e alle città, anche in contesti archeologici complessi come Roma (cfr. in particolare il progetto SITAR-Sistema Informativo Territoriale Archeologico di Roma: SERLORENZI, LEONI 2015; SERLORENZI, JOVINE 2017) e Pompei (cfr. in particolare il Grande Progetto Pompei: FICHERA, MALNATI, MANCINELLI 2015

e, da ultimo, OSANNA, PICONE 2018). Il settore della valorizzazione, che pone il dato visivo al centro dei suoi obiettivi comunicativi, si arricchisce grazie alle tecniche di realtà virtuale e all'animazione di modelli tridimensionali di spazi e oggetti la cui elaborazione si avvale spesso di piattaforme informatiche basate su tecnologie GIS.

6. ICT E CONDIVISIONE IN RETE DEL SAPERE ARCHEOLOGICO

La sempre più pressante necessità di trasmettere attraverso la rete gli esiti delle ricerche anche a un pubblico non specializzato, secondo le esigenze di un'archeologia pubblica (o *community archaeology*) che ha tra i suoi obiettivi l'interazione tra ricerca storico-archeologica e contemporaneità (cfr. da ultimo GUERMANDI 2019), induce gli studiosi a rivolgersi verso le innovazioni delle tecnologie della visione e della multimedialità, che caratterizzano i processi di comunicazione del nuovo millennio e in cui operano nuove figure professionali che indicano nella ricostruzione/rievocazione la nuova via per potenziare la conoscenza e nello storytelling una nuova forma di esperienza emotiva (PALLECCHI 2017; ROUSSOU, RIPANTI, SERVI 2017; VALENTI 2017; cfr. anche POMPILI in questo volume). Oltre alle ricostruzioni virtuali, ormai entrate nel repertorio delle soluzioni di restituzione e musealizzazione delle testimonianze archeologiche (MOSCATI 2007), le applicazioni riguardano la visualizzazione interattiva a supporto della visita dei siti turistici, dei monumenti e dei musei, attraverso diversi dispositivi tecnologici e molteplici modalità di fruizione, che spostano l'asse dall'obiettivo del "seeing" della realtà virtuale a quello del "playing" della cyberarcheologia (FORTE 2010).

L'ICT esplica un'azione di supporto anche in altri settori di ricerca tradizionali dell'archeologia, come la catalogazione del patrimonio archeologico, materiale e immateriale. Consolidato il modello di archiviazione e gestione informatizzate dei dati all'interno di database relazionali, la rete viene utilizzata come ambiente per consultare i dati e condividere le conoscenze, facilitando così sia l'opera dei diversi enti preposti alla salvaguardia dei beni sia la fruizione da parte di un pubblico più ampio. A livello nazionale è esemplificativa la piattaforma di gestione del Catalogo generale dei beni culturali (SIGECweb), realizzata dall'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (MORO, MANCINELLI, NEGRI 2017): un sistema integrato, risultato di un'attività pluridecennale, inteso alla gestione unitaria dei flussi di dati catalografici e alla loro consultazione e condivisione, anche grazie al portale dei linked open data (<http://www.iccd.beniculturali.it/it/per-condividere/dati-aperti>) e alla recente iniziativa ArCo, una rete di ontologie per la strutturazione della conoscenza per i beni culturali. Sempre a livello ministeriale, l'Istituto Centrale per l'Archeologia, in accordo con l'Istituto Centrale per il Catalogo Unico, sta dando vita al Geoportale Nazionale dell'Archeologia, una piattaforma

digitale online di accesso e di interscambio per l'archiviazione, la ricerca e la conoscenza dei dati relativi al patrimonio archeologico sul territorio italiano (CALANDRA 2018; CALANDRA, BOI 2018).

I grandi *corpora* archeologici, solido fondamento per ogni ricerca di tipo comparativo, che sono stati tra i primi a confluire in banche dati informatizzate, vengono arricchiti grazie a strumenti multimediali e a sistemi telematici. Le iniziative di ampio respiro internazionale, tra cui spiccano per continuità il Beazley Archive Computer Project, le iniziative legate al *Corpus Vasorum Antiquorum* e al *Lexicon Iconographicum Mythologiae Classicae*, il network EAGLE (Europeana network of Ancient Greek and Latin Epigraphy), s'interrogano sulla normalizzazione e l'interoperabilità dei contenuti, sugli standard di rappresentazione e, grazie all'intensificarsi dello scambio di informazioni in rete, sui protocolli di trasmissione, anche in relazione a un accesso aperto ai dati che spesso avviene grazie a piattaforme GIS e a mappe e database geografici online per il mondo antico, come nel caso del progetto PATHS (Tracking Papyrus and Parchment Paths. An Archaeological Atlas of Coptic Literature: BOGDANI 2019).

7. INFRASTRUTTURE, DIGITAL CULTURAL HERITAGE E HERITAGE SCIENCE

A partire dagli anni iniziali del nuovo Millennio, e con un picco di innalzamento che si data nell'ultimo quinquennio, l'archeologia digitale confluisce nei più ampi settori del Digital Cultural Heritage e dell'Heritage Science. Se da un lato i metodi sviluppati dall'informatica archeologica trovano ovvia applicazione nel campo dei beni culturali, dall'altro essi perdono in qualche modo il loro valore intrinseco di fronte al generale intento di avvalersi di basi metodologiche comuni per predisporre i contenuti digitali e definire norme per acquisire le risorse, procedure per archiviare e gestire i depositi dei dati, tecnologie e piattaforme applicative per scambiare e trasmettere le informazioni. Nello Heritage Science (*Science and Heritage* 2006), inoltre, l'obiettivo è la definizione di un sistema comune di protocolli per la diagnostica strumentale e la realizzazione di una piattaforma comune sia di dati, in formati omogenei e aperti, sia di strumenti digitali.

In linea con quanto promosso dalla Carta sulla conservazione del patrimonio digitale dell'UNESCO e con quanto disposto dall'Agenda Digitale per l'Europa, l'archeologia si orienta verso le soluzioni che più si addicono alle norme per la digitalizzazione del patrimonio culturale e per la sua conservazione, seguendo l'intento di raggiungere obiettivi comuni e porre in atto una politica di coordinamento che superi il carattere di emergenza per giungere a un intervento programmato di censimento e salvaguardia. Così facendo, l'informatica archeologica perde la sua specificità metodologica e si uniforma agli indirizzi tecnologici di una politica sostanzialmente monoculturale.

Al contempo, però, gli archeologi, con il loro bagaglio di dati digitali, sono protagonisti di questa trasformazione che promuove una nuova filosofia di gestione delle risorse di tipo “infrastrutturale”, basata su sistemi integrati di risorse umane e tecnologiche (BENARDOU *et al.* 2017) e su strategie di gestione etica e responsabile delle risorse comuni (modello “stewardship”) che superino il concetto tradizionale di archiviazione dei dati per giungere alla condivisione e al “riuso” dell’informazione (*beyond archives*: KANSA, KANSA 2018). Essi partecipano attivamente a iniziative europee di coordinamento, come DARIAH (Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities) e PARTHENOS (Pooling Activities, Resources and Tools for Heritage E-research Networking, Optimization and Synergies), o danno vita a proprie reti come ARIADNE (ALOIA *et al.* 2017; NICCOLUCCI 2017a; per le infrastrutture digitali per l’archeologia cfr. anche DE SANTO, NICCOLUCCI, RICHARDS 2017 e WRIGHT, RICHARDS 2018). Per meglio comprendere questo slittamento dall’approccio epistemologico dell’informatica archeologica a quello gestionale e strumentale dell’archeologia digitale è interessante soffermarsi sugli scopi di ARIADNE (oggi ARIADNEplus: <https://ariadne-infrastructure.eu/>): utilizzare standard internazionalmente riconosciuti, come il CIDOC-CRM, o crearne di appositi, come il CRMarcheo, per “mappare” le informazioni raccolte in repository digitali e rendere le risorse accessibili secondo i principi FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Re-usable) attraverso un portale, cioè un ambiente digitale unico e in continuo divenire (NICCOLUCCI 2017b).

Reti di informazioni e sistemi intelligenti sono alla base anche del nuovo progetto europeo ArchAIDE (Archaeological Automatic Interpretation and Documentation of cEramics), che si prospetta come un sistema rivoluzionario rispetto ai metodi tradizionali di classificazione della ceramica (cfr. da ultimo GATTIGLIA 2018). Lo scopo, a lungo agognato dagli archeologi, è quello di sviluppare un sistema di riconoscimento basato su un approccio Deep Learning, che permette di classificare i frammenti ceramici in base al riconoscimento automatico sia della forma sia della decorazione partendo da una fotografia effettuata dall’utente tramite un device mobile (smartphone, tablet, etc.) e di creare un database contenente le informazioni sulle diverse tipologie ceramiche in uso nell’antichità, in grado di autoaggiornarsi automaticamente grazie a un sistema intelligente.

L’archeologia riveste un ruolo importante anche nei laboratori e nelle infrastrutture rivolte allo sviluppo della “scienza del patrimonio”, un settore in cui l’Italia coordina con il CNR l’infrastruttura E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science). Il CNR partecipa attivamente anche al Centro di Eccellenza del DTC Lazio, un centro di aggregazione e integrazione di competenze tecnologiche per la conservazione, valorizzazione e promozione del patrimonio storico-artistico e culturale della regione Lazio. Tra le risorse legate al settore del digital cultural heritage, spiccano le riviste,

anche in questo caso in aumento esponenziale. Per rimanere nell'ambito delle attività editoriali coordinate da istituzioni italiane, e in particolare dal CNR che eccelle in questo settore, si può citare il «Journal of Cultural Heritage», rivista fondata nel 2000 per iniziativa di Angelo Guarino per coprire aspetti multidisciplinari connessi con l'uso di tecnologie innovative per la salvaguardia, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio culturale.

8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'informatica archeologica compie oggi oltre sessant'anni e nel 2013 ha perso uno dei suoi rappresentanti più raffinati e all'avanguardia, Jean-Claude Gardin, che dagli anni Cinquanta ha promosso un vivace dibattito sulla teoria e sui metodi di ricerca da adottare nell'incontro tra archeologia e informatica (MOSCATI 2013; DJINDJIAN, MOSCATI 2016). Se è ovvio che in un settore interdisciplinare che si basa sullo sviluppo dei metodi e delle tecniche per l'elaborazione automatica e la trasmissione dei dati i risultati più immediati ed eclatanti provengano dall'evoluzione della scienza e della tecnica, è necessario del pari non disperdere un patrimonio teorico di metodi e di conoscenze messi a punto con l'obiettivo finale della ricostruzione storica e dell'interpretazione del passato.

Con questo obiettivo, il CNR e l'Accademia Nazionale dei Lincei hanno promosso congiuntamente un progetto di ricerca internazionale su "La storia dell'informatica archeologica", con l'intento di ripercorrere le principali tappe teoriche e metodologiche dello sviluppo di questa disciplina, a partire dagli anni Cinquanta del XX secolo. Il Museo virtuale dell'informatica archeologica costituisce l'aspetto comunicativo del progetto (<http://archaeologicalcomputing.lincei.it/>). La sua visita consente di seguire la storia evolutiva della disciplina, di documentarsi grazie alla pubblicazione in rete di numerose risorse bibliografiche e di archivio, e di consultare itinerari multimediali dedicati ad aspetti e momenti del fecondo incontro tra due discipline diverse, con le implicazioni teoriche e le ricadute metodologiche che ne sono derivate (MOSCATI 2019).

PAOLA MOSCATI

Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale – CNR
paola.moscatti@cnr.it

BIBLIOGRAFIA

- ALOIA N., BINDING C., CUY S. *et al.* 2017, *Enabling European archaeological research: The ARIADNE e-infrastructure*, «Internet Archaeology», 43 (<https://doi.org/10.11141/ia.43.11>).
- ARIZZA M., BOI V., CARAVALE A., PALOMBINI A., PIERGROSSI A. (eds.) 2018, *I dati archeologici accessibilità, proprietà, disseminazione (Roma 2017)*, «Archeologia e Calcolatori», 29 (<http://www.archcalc.cnr.it/journal/idyear.php?IDyear=2018-01-01>).

- AVERETT E.W., GORDON J.M., COUNTS D.B. (eds.) 2016, *Mobilizing the Past for a Digital Future: The Potential of Digital Archaeology*, Grand Forks, ND, The Digital Press at the University of North Dakota (<https://thedigitalpress.org/mobilizing-the-past-for-a-digital-future/>).
- BARCHESI C. 2006, "Archeologia e Calcolatori": nuove strategie per la diffusione di contenuti in rete sulla base dell'OAI-PMH, «Archeologia e Calcolatori», 16, 225-241 (http://www.archcalc.cnr.it/indice/PDF16/Barchesi_16_2005.pdf).
- BASSO P., CARAVALE A., GROSSI P. (eds.) 2016, *ArcheoFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del IX Workshop (Verona 2014)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 7 (http://www.archcalc.cnr.it/supplements/idear_sup.php?IDyear=2015-01-01).
- BENARDOU A., CHAMPION E., DALLAS C., HUGHES L. (eds.) 2018, *Cultural Heritage Infrastructures in Digital Humanities*, London-New York, Routledge.
- BODENHAMER D.J., CORRIGAN J., HARRIS T.M. (eds.) 2010, *The Spatial Humanities. GIS and the Future of Humanities Scholarship*, Bloomington, Indiana University Press.
- BOGDANI J. 2019, *PATHs: sulla creazione di un geo-database aperto dedicato all'Egitto tardoantico e medievale*, in P. GROSSI (con la collaborazione di S. Costa, A. Jaia, S.G. Malatesta, F.R. Stasolla), *ArcheoFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del XII Workshop (Roma 2018)*, «Archeologia e Calcolatori», 30, 471-474.
- BUZZETTI D. 2019, *Alle origini dell'Informatica Umanistica: Humanities Computing e/o Digital Humanities?*, in MOSCATI, ORLANDI 2019, 71-103.
- CALANDRA E. 2018, *L'Istituto Centrale per l'Archeologia. Ricerca archeologica e tutela oggi*, in MALFITANA 2018, 229-238.
- CALANDRA E., BOI V. 2018, *Tra riproduzione e condivisione dei beni culturali: il ruolo dell'Istituto Centrale per l'Archeologia*, in ARIZZA et al. 2018, 63-72 (<https://doi.org/10.19282/ac.29.2018.08>).
- CARAVALE A. 2017, *Le risorse bibliografiche di archeologia in rete. Un panorama in evoluzione*, «Archeologia e Calcolatori», 28.1, 257-270 (<https://doi.org/10.19282/AC.28.1.2017.15>).
- CARAVALE A., PIERGROSSI A. 2012, *Archeologia in rete. Le riviste open access: risorse e prospettive*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 187-207 (http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF23/11_Caravale_Piergrossi.pdf).
- CHENHALL R.G. 1968, *The Impact of Computers on Archaeological Theory: An Appraisal and Projection*, «Computers and the Humanities», 3, 1, 15-24 (https://www.jstor.org/stable/30203971?seq=1#page_scan_tab_contents).
- COSTOPOULOS A. 2016, *Digital Archeology Is Here (and Has Been for a While)*, «Frontiers in Digital Humanities», 3, n. 4 (<https://doi.org/10.3389/fdigh.2016.00004>).
- COWGILL G. L. 1967, *Computer applications in archaeology*, «Computers and the Humanities», 2, 1, 17-23 (<http://www.jstor.org/stable/30203945>).
- DE SANTO M., NICCOLUCCI F., RICHARDS J. 2017, *Special Issue on Digital Infrastructures for Cultural Heritage*, «Journal on Computing and Cultural Heritage», 10, 1, 3.
- DJINDJIAN F. 2015, *Computers and Mathematics in Archaeology, Anatomy of an Ineluctable Success!*, in GILIGNY et al. 2015, 1-6.
- DJINDJIAN F., MOSCATI P. (eds.) 2016, *Dossier: Jean-Claude Gardin (1925-2015)*, «Les nouvelles de l'archéologie», 144 (<https://journals.openedition.org/nda/3448>).
- DJINDJIAN F., NOIZET H., COSTA L., POUGET F. (eds.) 2008, *Webmapping dans les sciences historiques et archéologiques, Actes du Colloque international (Paris 2008)*, «Archeologia e Calcolatori», 19 (<http://www.archcalc.cnr.it/journal/idear.php?IDyear=2008-01-01>).
- DORAN J.E., HODSON F.R. 1975, *Mathematics and Computers in Archaeology*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- EVANS T.L., DALY P. (eds.) 2006, *Digital Archaeology: Bridging Method and Theory*, London, Routledge (<https://enciklopediamoderne.files.wordpress.com/2014/09/patrick-daly-thomas-l-evans-digital-archaeology.pdf>).

- FICHERA M.G., MALNATI L., MANCINELLI M.L. 2015, *Grande Progetto Pompei: la Direzione Generale per le Antichità e il piano della conoscenza*, in SERLORENZI, LEONI 2015, 25-31 (http://www.archcalc.cnr.it/indice/Suppl_7/03_Fichera_et_al.pdf).
- FORTE M. (ed.) 2010, *Cyber-Archaeology*, BAR International Series 2177, Oxford, Archaeopress.
- FORTE M., CAMPANA S. (eds.) 2016, *Digital Methods and Remote Sensing in Archaeology. Archaeology in the Age of Sensing*, Springer International Publishing Switzerland.
- GARDIN J.-C. 1965, *A Typology of Computer Uses in Anthropology*, in D. HYMES (ed.), *The Use of Computers in Anthropology*, London-The Hague-Paris, Mouton & Co, 103-117.
- GARDIN J.-C. 1970, *Archéologie et calculateurs: problèmes sémiologiques et mathématiques. Actes du Colloque international sur l'emploi des calculateurs en archéologie (Marseille 1969)*, Paris, CNRS.
- GARDIN J.-C. 1971, *Archaeology and computers: New perspectives*, in *Use of Computers, Documentation and the Social Science*, «International Social Science Journal», 23, 2, 189-203 (<http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000037/003772eo.pdf>).
- GATTIGLIA G. 2018, *Classificare le ceramiche: dai metodi tradizionali all'intelligenza artificiale. L'esperienza del progetto europeo ArchAIDE*, in MALFITANA 2018, 285-298.
- GAUCCI A., GARAGNANI S. (eds.) 2017, *Knowledge, Analysis and Innovative Methods for the Study and the Dissemination of Ancient Urban Areas. Proceedings of the KAINUA 2017 International Conference in Honour of Professor Giuseppe Sassatelli's 70th Birthday (Bologna 2017)*, «Archeologia e Calcolatori», 28.2 (<https://doi.org/10.19282/AC.28.2.2017>).
- GILIGNY F., DJINDJIAN F., COSTA L., MOSCATI P., ROBERT S. (eds.) 2015, *21st Century Archaeology. Concepts, methods and tools, Proceedings of the 42nd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology CAA 2014 (Paris 2014)*, Oxford, Archaeopress.
- GUERMANDI M.P. 2019, *Archeologia, Internet, multimedialità: un saggio stratigrafico*, in MOSCATI, ORLANDI 2019, 135-156.
- HUGGETT J. 2013, *Disciplinary Issues: Challenging the Research and Practice of Computer Applications in Archaeology*, in E. GRAEME et al. (eds.), *Archaeology in the Digital Era. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (Southampton 2012)*, Amsterdam, Amsterdam University Press, 13-24 (<http://arno.uva.nl/document/516092>).
- HUGGETT J. 2015a, *Challenging Digital Archaeology*, in J. HUGGETT, D. TANASI (eds.), *Open Archaeology: Topical Issue on Challenging Digital Archaeology*, «Open Archaeology», 1, 1, 79-85 (<https://doi.org/10.1515/opar-2015-0003>).
- HUGGETT J. 2015b, *A Manifesto for an Introspective Digital Archaeology*, «Open Archaeology», 1, 1, 86-95 (<https://doi.org/10.1515/opar-2015-0002>).
- HUGGETT J. 2017, *The Apparatus of Digital Archaeology*, «Internet Archaeology», 44 (<https://doi.org/10.11141/ia.44.7>).
- HUGGETT J., REILLY P., LOCK G. 2018, *Whither digital archaeological knowledge? The challenge of unstable futures*, «Journal of Computer Applications in Archaeology», 1, 1, 42-54 (<https://doi.org/10.5334/jcaa.7>).
- HUGGETT J., ROSS S. (eds.) 2004, *Archaeological Informatics. Beyond Technology*, «Internet Archaeology», 15 (<https://doi.org/10.11141/ia.15.13>).
- I modelli nella ricerca archeologica, Atti del Convegno Internazionale (Roma 2000)*, Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare "Beniamino Segre" 107, Roma 2003, Accademia Nazionale dei Lincei (http://archaeologicalcomputing.lincei.it/attachment/107_2003.pdf)
- KANSA S.W., KANSA E.C. 2018, *Data beyond the archive in digital archaeology: An introduction to the Special Section*, «Advances in Archaeological Practice», Special Issue, 6, 2, 89-92 (<https://doi.org/10.1017/aap.2018.7>).
- KANSA E.C., KANSA S.W., WATRALL E. 2011, *Archaeology 2.0: New Approaches to Communication and Collaboration*, Los Angeles, CA, The Cotsen Institute of Archaeology at UCLA (<https://escholarship.org/uc/item/1r6137tb>).

- LOCK G., POUNCETT J. 2017, *Spatial thinking in archaeology: Is GIS the answer?*, in C.L.M. HOWEY, M. BROUWER BURG, *Archaeological GIS Today: Persistent Challenges, Pushing Old Boundaries, and Exploring New Horizons*, «Journal of Archaeological Science», 84, 129-135 (<https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-archaeological-science/vol/84/suppl/C?scd=1>).
- MCMANAMON F., KINTIGH K., ELLISON L., BRIN A. 2017, *TDAR: A cultural heritage archive for Twenty-First-Century public outreach, research, and resource management*, in *For the Record: Archaeological Archives in the Twenty-First Century*, «Advances in Archaeological Practice», Special Issue, 5, 3, 238-249 (<https://doi.org/10.1017/aap.2017.18>).
- MALFITANA D. (ed.) 2018, *Archeologia quo vadis? Riflessioni metodologiche sul futuro di una disciplina. Atti del Workshop internazionale (Catania 2018)*, Catania, CNR-IBAM.
- MANACORDA D. 2014, *Archeologia globale e sistema della tutela*, in G.P. BROGIOLO, E. GIAN-NICHEDDA (eds.), *Archeologia globale*, «Archeologia Medievale», 41, 141-148.
- MASCHNER H., LEVY T., OPITZ R. in press, *The Creation of Big Data Labs for Archaeology, Heritage, and Global Initiatives*, in *Digital Archaeologies Material Worlds (Past and Present)*, *Proceedings of the 45th Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology CAA 2017 (Atlanta 2017)*.
- MORO L., MANCINELLI M.L., NEGRI A. 2017, *Il ruolo dell'ICCD nella diffusione dei modelli descrittivi del patrimonio archeologico*, in SERLORENZI, JOVINE 2017, 35-46 (<https://doi.org/10.19282/ACS.9.2017.05>).
- MOSCATI P. (ed.) 1998, *Methodological Trends and Future Perspectives in the Application of GIS in Archaeology*, «Archeologia e Calcolatori», 9 (<http://www.archcalc.cnr.it/journal/idear.php?IDyear=1998-01-01>).
- MOSCATI P. 1999, *Archeologia e Calcolatori: dieci anni di contributi all'informatica archeologica*, «Archeologia e Calcolatori», 10, 343-352 (http://www.archcalc.cnr.it/indice/PDF10/10_23_Moscati.pdf).
- MOSCATI P. (ed.) 2007, *Virtual Museums and Archaeology. The Contribution of the Italian National Research Council*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 9 (http://www.archcalc.cnr.it/supplements/idear_sup.php?IDyear=2007-01-01).
- MOSCATI P. 2009a, *Archeologia e società dell'informazione*, in *XXI Secolo*, Vol. 1, Norme e Idee, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana Treccani, 621-630 (http://www.treccani.it/enciclopedia/archeologia-e-societa-dell-informazione_%28XXI-Secolo%29/).
- MOSCATI P. (ed.) 2009b, *La nascita dell'informatica archeologica. Atti del Convegno internazionale (Roma 2008)*, «Archeologia e Calcolatori», 20, 2009 (<http://www.archcalc.cnr.it/journal/idear.php?IDyear=2009-01-01>).
- MOSCATI P. 2011, *Venti anni di «Archeologia e Calcolatori». Aspetti e momenti*, in L. PERILLI, D. FIORMONTE (eds.), *La macchina nel tempo. Studi di informatica umanistica in onore di Tito Orlandi*, Firenze, Le Lettere, 259-280.
- MOSCATI P. 2013, *Jean-Claude Gardin (Parigi 1925-2013). Dalla meccanografia all'informatica archeologica*, «Archeologia e Calcolatori», 24, 7-24 (http://www.archcalc.cnr.it/indice/PDF24/01_Moscati.pdf).
- MOSCATI P. 2015, *Informatica archeologica*, in *Enciclopedia Italiana – IX Appendice*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana Treccani, 686-687 (http://www.treccani.it/enciclopedia/informatica-archeologica_%28Enciclopedia-Italiana%29/).
- MOSCATI P. 2019, *Per una storia dell'informatica archeologica*, in MOSCATI, ORLANDI 2019, 105-134.
- MOSCATI P., ORLANDI T. (eds.) 2019, *Il Museo virtuale dell'informatica archeologica. Una collaborazione tra l'Accademia Nazionale dei Lincei e il Consiglio Nazionale delle Ricerche. Atti della «Segnatura» (Roma 2017)*, «Rendiconti della Classe di Scienze morali, storiche e filologiche dell'Accademia Nazionale dei Lincei», 30, 2019, 39-156.
- NICCOLUCCI F. 2017a, *Standard e interoperabilità degli archivi digitali archeologici: il progetto ARIADNE*, in P. MASTANDREA, *Strumenti digitali e collaborativi per le Scienze dell'Antichità*, Venezia, Edizioni Ca' Foscari (<https://doi.org/10.14277/6969-182-9/ANT-14-2>).

- NICCOLUCCI F. 2017b, *ARIADNE e gli Open Data: come trasformare i dati archeologici da open a "FAIR"*, in SERLORENZI, JOVINE 2017, 141-150 (<https://doi.org/10.19282/ACS.9.2017.13>).
- ORLANDI T. 2009, *Informatica archeologica e non archeologica*, in MOSCATI 2009b, 17-26.
- OSANNA M., PICONE R. (eds.) 2018, *Restaurando Pompei. Riflessioni a margine del Grande Progetto*, Roma, «L'Erma» di Bretschneider.
- PALLECCHI S. (ed.) 2017, *Raccontare l'archeologia. Strategie e tecniche per la comunicazione dei risultati delle ricerche archeologiche*, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- ROSS S., GOWN A. 1999, *Digital Archaeology: Rescuing Neglected and Damaged Data Resources*, JISC/NPO (<http://eprints.gla.ac.uk/100304/1/100304.pdf>).
- ROUSSOU M., RIPANTI F., SERVI K. 2017, *Engaging visitors of archaeological sites through "emotive" storytelling experiences: A pilot at the ancient Agora of Athens*, in GAUCCI, GARAGNANI 2017, 405-420 (<https://doi.org/10.19282/AC.28.2.2017.33>).
- SCARDOZZI G. (ed.) 2015, *Nuovo Atlante di Hierapolis di Frigia. Cartografia archeologica della città e delle necropoli*, Istanbul, Ege Yayınları.
- Science and Heritage* 2006, House of Lords, Science and Technology Committee, Science and Heritage, 9th Report of Session 2005-06, HL Paper 256 (<https://publications.parliament.uk/pa/ld200506/ldselect/ldsctech/256/256.pdf>).
- SERLORENZI M. (ed.) 2013, *ArcheoFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del VII Workshop (Roma 2012)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 4 (http://www.archcalc.cnr.it/supplements/idear_sup.php?IDyear=2013-01-01).
- SERLORENZI M., JOVINE I. (eds.) 2017, *Pensare in rete, pensare la rete per la ricerca, la tutela e la valorizzazione del patrimonio archeologico, Atti del IV Convegno SITAR (Roma 2015)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 9 (http://www.archcalc.cnr.it/supplements/idear_sup.php?IDyear=2017-01-01).
- SERLORENZI M., LEONI G. (eds.) 2015, *Il SITAR nella Rete della ricerca italiana. Verso la conoscenza archeologica condivisa. Atti del III Convegno (Roma 2013)*, «Archeologia e Calcolatori», Suppl. 7 (http://www.archcalc.cnr.it/supplements/idear_sup.php?IDyear=2015-01-01).
- SVENSSON P. 2009, *Humanities Computing as Digital Humanities*, «Digital Humanities Quarterly», 3, 3 (<http://www.digitalhumanities.org/dhq/vol/3/3/000065/000065.html>).
- UNSWORTH J. 2004, *Forms of Attention: Digital Humanities beyond representation*, in *The Face of Text: Computer-Assisted Text Analysis in the Humanities, Third Conference of the Canadian Symposium on Text Analysis (Hamilton, Ontario, 2004)*, Canada, McMaster University, 119.
- VALENTI M. 2017, *Ricostruire-rievocare-produrre conoscenza-sviluppare nuove politiche culturali*, in F. DEI, C. DI PASQUALE (eds.), *Rievocare il passato: memoria culturale e identità territoriali*, Pisa, Pisa University Press, 257-274.
- WHALLON R. 1972, *The computer in archaeology: A critical survey*, «Computers in the Humanities», 7, 29-45 (https://www.jstor.org/stable/30208220?seq=1#page_scan_tab_contents).
- WRIGHT H.E., RICHARDS J.D. 2018, *Reflections on collaborative archaeology and large-scale online research infrastructures*, «Journal of Field Archaeology», Special Issue, 43, 60-67 (<https://doi.org/10.1080/00934690.2018.1511960>).
- ZUBROW E.B.W. 2006, *Digital archaeology: A historical context*, in EVANS, DALY 2006, 8-26.

ABSTRACT

The article illustrates the most recent achievements of archaeological computing, through a systematic survey that starts with the very name of the discipline, as used at national and international levels. The aim is to examine if the distinction made between "archaeological

computing” and “digital archaeology” can really be helpful in framing the discipline in its theoretical and methodological evolution. From the synthesis made, the dominance of technological aspects on the theoretical and methodological approach clearly emerges. For some time now, technology has governed the three main areas of archaeological practice: field work, laboratory analysis and cultural heritage management and promotion. Two other important aspects are today rapidly gaining ground: “Communicating archaeological research” and “European digital infrastructures for archaeology”. Finally, particularly significant is the sector of Digital Heritage or Heritage Science, which today seems to be the focus of all digital archaeology involvements.