

## Archeometria e archeostoriometria, una nuova frontiera della ricerca storica e archeologica

### ARCHEOMETRIA

————— GIOVANNI E. GIGANTE —————

La continua sorpresa dei risultati ottenibili con indagini scientifiche nello studio di materiali archeologici nasce dalla consapevolezza della distanza che vi è ora tra le discipline scientifiche e quelle umanistiche, facendo apparire sorprendente che tra loro vi possano essere collegamenti. Le discipline storiche negli ultimi due secoli sono evolute in maniera significativa uscendo dalla tradizione che le voleva legate unicamente alle fonti scritte ed orali. In particolare sono fiorite analisi storiche che partono da presupposti molto diversi, come quelle derivanti dai risultati della ricerca economica, sociologica e demografica. Per i periodi preistorico e protostorico, ma non solo per questi, in cui le fonti non possono essere d'ausilio, si parte spesso dai risultati della ricerca antropologica e paleontologica. Tutto ciò ha determinato una rottura con la tradizione della ricerca storica, basta osservare che preistorico significa prima della storia, solo perché non vi sono fonti storiche (in senso tradizionale) che trattano dettagliatamente di tale periodo. Questa lenta evoluzione della ricerca storica non poteva che portare ad affrontare il problema dell'interazione con le discipline scientifiche, che negli ultimi due secoli hanno avuto uno sviluppo che appare incredibile. Ovviamente la distanza che separa l'economia e l'antropologia dalla ricerca storica è molto minore di quella tra quest'ultima e le cosiddette scienze naturali ed esatte. Appare in ogni modo necessario aggiornare la nostra visione della ricerca storica, allargandola a tutte quelle possibilità che sono attualmente offerte dagli strumenti che la moderna ricerca scientifica e tecnologica ci hanno messo a disposizione.

L'archeometria nasce negli anni cinquanta dello scorso secolo a seguito della ricerca sui metodi di datazione, anche se diversi risultati (come accade spesso alle nuove discipline) erano già stati ottenuti in precedenza. Il termine viene coniato presso il laboratorio di datazione con radiocarbonio di Oxford, fondato alla fine degli anni cinquanta, su iniziativa comune d'archeologi e scienziati accomunati da un unico interesse scientifico. La ricerca sui metodi di datazione ha sicuramente dato, all'inizio, un forte impulso all'archeometria che ha così guadagnato d'attendibilità nell'ambito della ricerca storica ed archeologica. La strada di questa nuova area di ricerca è stata segnata da indubitabili successi ma anche da un'ostilità e diffidenza da parte del mondo umanistico, alimentata anche da alcuni insuccessi dovuti ad ingenuità scientifica e da non corretto impiego dei metodi. Questa diffidenza ha certamente origine dalla logica delle due culture, umanistica e scientifica, che tanto danno ha fatto nello sviluppo della cultura moderna, che ha di volta

in volta ipotizzato un trionfo della scienza e della tecnologia al di fuori della storia (una sorta di trionfo della ragione) o un umanesimo che fosse separato, e qualche volta antagonista, alle ragioni del pensiero scientifico dominante. Sicuramente, nel periodo in cui questo conflitto tra le due culture si è fatto più acuto, la nascita dell'archeometria ha rappresentato una risposta concreta che con i fatti ha mostrato quanto fosse fallace la logica delle due culture.

Osservando attentamente lo sviluppo dell'archeometria – che nasce come scienza della misura, in un certo modo misura del tempo – ci si accorge che è falsa l'ipotesi che essa porti in un settore che n'è apparentemente privo, le discipline storiche e storiche artistiche, il rigore scientifico derivante dall'impiego di metodologie proprie delle scienze esatte. Al contrario è opportuno smentire fin dall'inizio quest'ipotesi: l'interazione delle scienze esatte con i problemi aperti della storia non ha avuto, infatti, la finalità di dare un maggiore rigore scientifico alla ricerca storica<sup>1</sup>. Le ricostruzioni che si fondano sulle fonti, un poco meno quelle che si fondano sulle scoperte archeologiche, hanno il necessario rigore scientifico, quando lo hanno (ma questo è vero anche per le teorie scientifiche); è vero invece è che non è possibile arrivare a formulare o verificare ipotesi su periodi storici o anche fenomeni artistici (di cui ci rimane traccia) solo utilizzando e rielaborando ciò che c'è stato trasmesso con le fonti o siamo stati in grado di ritrovare, occorre addentrarsi nella difficile strada della prova indiretta (empirica)<sup>2</sup> o della verifica utilizzando le tracce lasciate sui manufatti da eventi del passato; nei materiali ancora presenti o in qualcosa che ci sia rimasto che possa rivelare informazione su eventi passati.

La situazione attuale dell'archeometria sembra molto confusa e articolata su diversi fronti, ma come spesso accade nei processi è difficile analizzarli quando sono arrivati ad una fase avanzata della loro evoluzione. Se si ritorna alla loro origine è invece più facile farne un'analisi, ovviamente correndo il rischio di trascurare aspetti che non sono percepibili fin dall'inizio che, però, divengono in seguito chiari. Ciò spiega l'approccio che si vuole seguire che è quello di cercare il significato di ciò che si osserva tornando all'origine dei fatti.

#### Le datazioni

La costruzione di cronologie è parte significativa della ricerca storica ed archeologica e molti metodi (soprattutto di verifica) sono stati elaborati per rendere tale strumento efficace ed attendibile. Nella realtà della ricerca storica una cronologia è una successione d'eventi ordinati in base alla data in cui sono avvenuti. Il problema è quella di dare date assolute e non relative, in altre parole affermare che siano passati cinquanta anni può essere ve-

ro, più difficile è stabile che essi siano passati tra il cinquecento ed il cinquecentocinquanta e non tra il cinquecento cinque e il cinquecentocinquanta. Vi sono naturalmente cronologie molto dettagliate degli avvenimenti degli ultimi secoli e sempre meno dettagliate riguardo ad avvenimenti accaduti in periodi storici molto lontani. Vi è poi il fatto che spesso cronologie d'eventi accaduti in parti del mondo molto distanti tra loro non combacino perfettamente, creando sovente qualche imbarazzo anche tra i ricercatori. Questo pericolo diviene molto concreto, quando si tratta di periodi storici molto remoti in cui non è possibile trovare eventi (da fonti storiche certe) contemporaneamente citati nelle due cronologie che si desidera connettere.

La durata di un anno era ben conosciuta anche nelle civiltà più antiche, perciò non è ipotizzabile che vi siano significativi errori dovuti alle diverse durate temporali dell'anno, piuttosto ad un errato conteggio del numero di anni trascorsi tra un evento ed un altro o alla errata collocazione temporale di un evento, che poi determina la traslazione di tutta la cronologia. In ogni caso è forte il desiderio di avere una misura del tempo trascorso svincolata dal conteggio degli eventi e dei periodi temporali che li separano. Forte anche è il desiderio di ricalibrare le cronologie già presenti nei diversi contesti in modo da poterle confrontare e sincronizzare.

La misura del tempo è un'attività che ha trovato sempre molta attenzione da parte dell'uomo, solo però a partire dal rinascimento, con l'avvento degli orologi meccanici, inizialmente posti in luoghi pubblici (spesso sulle torri) e poi anche nelle abitazioni, essa è divenuta un'attività alla portata di tutti. Il conteggio d'eventi successivi per determinare il tempo trascorso è alla base anche dell'attuale concezione della misura del tempo. I moderni orologi elettronici contengono un cristallo di quarzo che viene fatto vibrare ad una data frequenza e sono contate le oscillazioni del cristallo per stabilire quanto tempo è passato. Anche il secondo, unità di misura del tempo, è definito con la durata di 9.192.631.770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di Cesio-133. In qualche misura è stabilito che per misurare il tempo occorra contare eventi successivi; nel passato si contavano gli anni o i mesi in quanto solo la rivoluzione degli astri offriva la possibilità di un calcolo accurato (soprattutto di periodi di tempo lunghi); ora si possono costruire orologi atomici in cui il periodo è legato alle proprietà fisiche di un atomo che si pensa non cambino con il tempo, come accade agli eventi astronomici. Naturalmente viene alla mente il paradosso di Zenone che in qualche misura mette in crisi la nostra concezione del tempo. Il paradosso d'Achille e la tartaruga afferma che se Achille (detto "più veloce") fosse sfidato da una tartaruga nella corsa e concedesse alla tartaruga un piede di vantaggio, egli non riuscirebbe mai a raggiungerla, dato che Achille dovrebbe prima raggiungere la posizione oc-

cupata in precedenza dalla tartaruga che, nel frattempo, si sarà spostata di un intervallo di spazio; così la distanza tra Achille e la lenta tartaruga non arriverà mai ad essere pari a zero.

In pratica, posto che la velocità d'Achille ( $V_a$ ) sia  $N$  volte quella della tartaruga ( $V^t$ ) le cose avvengono così:

- dopo un certo tempo  $t_1$  Achille arriva dove era la tartaruga alla partenza ( $L_1$ ).
- nel frattempo la tartaruga ha compiuto un pezzo di strada e si trova nel punto  $L_2$ .
- occorre un ulteriore tempo  $t_2$  per giungere in  $L_2$ .
- ma nel frattempo la tartaruga è giunta nel punto  $L_3$  ...e così via.

Quindi per raggiungere la tartaruga Achille impiega un tempo

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

e quindi non la raggiungerà mai!

Questo fa meditare su quanto è rischioso contare gli eventi successivi e vedere con simpatia una misura del tempo che ne sia svincolata. Le datazioni sono in parte una risposta a questi continui problemi creati dalle cronologie incerte e da misure del tempo non del tutto affidabili. È nata così una distinzione tra metodi assoluti di datazione e metodi relativi, come sono appunto quelli che fanno ricorso alle varie cronologie disponibili o alla stratigrafia. La loro base teorica è, infatti, del tutto diversa da quella con cui si è misurato il tempo ora e nel passato. Basta assumere che un fenomeno nucleare è immutabile in quanto per farlo occorrerebbero quantitativi d'energia davvero considerevoli (non basterebbe infatti scaldare o frantumare il materiale per far cambiare le cose). La probabilità con cui un determinato nucleo instabile produce un decadimento radioattivo è inchiodata da moltissimi fattori che non starò qui ad esporre. Un isotopo del Carbonio, elemento presente in natura con un'abbondanza notevole (soprattutto nei sistemi biologici), ha una probabilità di decadere molto piccola; perciò pochi atomi in un determinato intervallo di tempo (anche lungo) emetteranno il segnale caratteristico del decadimento. Contando quindi i decadimenti in un dato intervallo di tempo è possibile risalire all'età del manufatto o del campione ovviamente tenendo conto d'alcune condizioni che devono essere soddisfatte. L'idea che è alla base di questo metodo è che il carbonio presente quando l'oggetto è stato prodotto non cambia più (in quanto esso da un certo momento in poi rimane sepolto in un certo posto e non viene più manipolato). Queste condizioni sono soddisfatte se si tratta di un essere vivente che al termine della sua vita cessa di scambiare carbonio con l'ambiente circostante, i cui resti in genere sono conservati in un determinato luogo per un lungo periodo di tempo (non penso quindi alle ossa di un uomo o di un animale ma ad un legno usato per costruire qualcosa utile alla casa). Il caso fortunato vuole che il carbonio contenga una frazione minima (ma costate) di un isotopo che è generato nell'alta atmosfera, quindi è

presente nel carbonio scambiato da animali e piante durante la vita.

Questo isotopo, che è instabile, non è più scambiato quando cessa il contatto con l'atmosfera, perciò la sua quantità rimane quella iniziale. Sapendo quanto carbonio vi è in un dato campione, e osservando quanti sono i decadimenti, è possibile risalire al tempo trascorso dal momento in cui il materiale ha cessato di scambiare con l'atmosfera. Tutto si fonda su due presupposti: a) la probabilità che un atomo di Carbonio-14 decada non cambia; b) non vi sono apporti di carbonio-14 successivi al momento in cui il materiale rimane segregato nel luogo in cui è in seguito trovato.

Ciò vi fa immediatamente comprendere quanto è rischioso datare con questo metodo un manufatto che abbia subito traversie diverse e sia stato esposto al pubblico, anche se i moderni metodi di datazione consentono di utilizzare solo quella frazione di carbonio che è legata alle strutture originali (ad esempio le fibre di cellulosa con cui è stato all'inizio tessuto un lenzuolo).

Quali sono i problemi, oltre a quelli legati ad un'eventuale contaminazione e difficoltà di misurare l'effettivo contenuto di carbonio-14 nel campione? Partiamo da un esempio concreto: la clessidra che si basa su una diversa strategia di misura del tempo. Si vuota (sarebbe lo stesso se si riempisse) un recipiente in maniera tale che un'eguale massa di sabbia scorra nell'unità di tempo, quando tutta la sabbia è passata attraverso il sottile foro si può affermare che è trascorso un certo tempo.

Occorre naturalmente tarare la clessidra in modo da stabilire qual è l'intervallo di tempo che essa misura; in genere non è possibile usare tali strumenti per misurare

intervalli di giorni o anni, anche se è possibile reiterare l'uso della clessidra semplicemente rovesciandola e contando le volte in cui si è effettuata tale operazione. In tal caso la clessidra definisce un periodo come accade per gli altri strumenti di misura del tempo in precedenza descritti. In genere la clessidra permette di misurare il tempo solo quando tutta la sabbia è passata, infatti il flusso della sabbia può variare accidentalmente o sistematicamente determinando così piccole variazioni di scala del tempo. Nel caso del radiocarbonio (che è simile in quanto si parte da una certa quantità di carbonio-14 che via via si andrà riducendo con il tempo come la sabbia nella clessidra) il flusso è sicuramente costante, in quanto la probabilità che un nucleo decada non varia. Il problema è come calibrare il sistema; infatti, non è possibile stabilire quanto carbonio-14 vi era nel campione all'origine se non osservando quanto ne rimane. Se si ragiona invece in termini di frazione isotopica, cioè la frazione di nuclei di carbonio-14 sul numero totale di nuclei di carbonio, si può affermare che, se il campione era in equilibrio all'inizio con l'atmosfera, tale frazione è nota. Questo potrebbe sembrare un punto debole della catena, ma non lo è del tutto perché vi sono numerose evidenze che gli esseri viventi hanno una frazione di carbonio-14 eguale a quella che si trova nell'atmosfera in cui vivono. Il problema non sta quindi nella variabilità della frazione isotopica iniziale nel campione, ma nel fatto che vi sono precise evidenze che nel passato tale frazione nell'atmosfera ha subito cambiamenti. Nella figura 1 è mostrato come essa sia variata negli ultimi diecimila anni; occorre notare che si tratta di variazioni massime del 15% e che una variazione dell'1% corrisponde ad un errore sistematico di ~85 anni. Quindi, al contrario della clessidra, il problema non sta nella costanza del flusso ma nella massa iniziale di sabbia. La complessa curva mostrata in figura, gioia e delizia di scienziati, archeologi e paleontologi, è stata ricavata con un ingegnoso metodo che sfrutta la grandissima longevità di alcuni alberi. Essa, infatti, ricalibra il metodo del radiocarbonio utilizzando il fatto che è possibile calcolare il numero degli anelli in una sezione del tronco di un albero e misurare per ciascuno di essi la sua età radiometrica. Il metodo consente datazioni fino a 50.000 anni fa circa, con un margine di errore tra il 2 e il 5%.

Vi sono numerosi altri metodi escogitati dagli scienziati per datare un manufatto o un reperto; essi si fondano su pro-

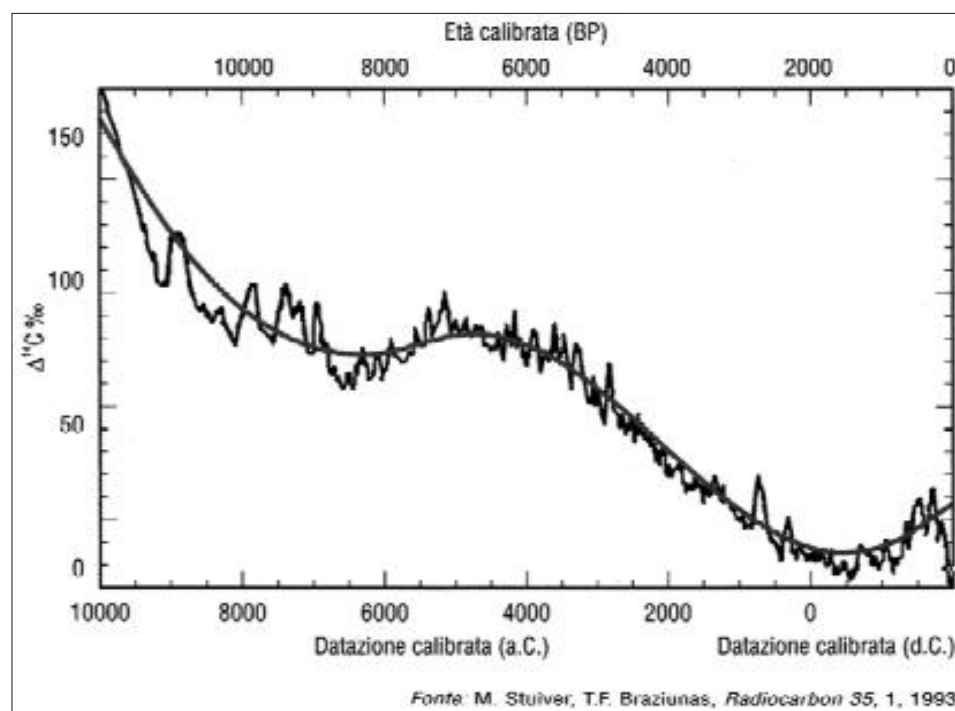


Fig. 1 - ANDAMENTO TEMPORALE DELLA VARIAZIONE DI  $^{14}\text{C}$  NELL'ATMOSFERA DAL PRESENTE A CIRCA 12.000 ANNI PRECEDENTI (SCALA IN ALTO, BP BEFORE PRESENT). RICOSTRUZIONE BASATA SULLA DENDROCRONOLOGIA.

cessi chimici o fisici che si protraggono per lunghi periodi permettendo così di misurare il tempo trascorso da un particolare evento che può essere messo in relazione con l'esistenza o la realizzazione dell'oggetto studiato. Ad esempio per la ceramica è possibile usare il metodo che si basa sul fenomeno della termoluminescenza. Alcuni cristalli presenti in piccole quantità nella ceramica producono una debole luce quando sono riscaldati a temperature relativamente alte (centinaia di gradi). Questo fenomeno è dovuto alla presenza di impurezze che creano delle vere e proprie trappole per gli elettroni presenti nel cristallo. In questo caso si sfrutta il progressivo riempimento di esse che avviene, con il tempo, a causa della presenza della radioattività naturale. Il segreto sta nel fatto che le trappole si svuotano completamente quando la ceramica viene cotta ad elevata temperatura, facendo così scattare il processo di riempimento che si protrarrà fino a che lo scienziato non le svuoterà durante la misura di datazione. Vi sono numerose altre sottili tracce che il tempo lascia nei materiali e che gli scienziati stanno imparando a leggere; questo crea un particolare fascino alla ricerca archeometrica e qualche inquietudine tra gli addetti ai lavori. È necessario tener ben presente che le tracce sono presenti nel materiale; il fatto che il materiale era presente all'evento che si vuole datare deve essere ricostruito dallo storico e dall'archeologo. Un errore concettuale, che qualche volta si compie, è quello di attribuire un diretto significato storico ad una datazione; la data fa riferimento all'oggetto non assicura nulla su come siano realmente andate le cose nel passato. Quando si è sicuri che il materiale è stato sicuramente presente nel sito si può attribuire a quest'ultimo una data, se non vi è certezza forte è il rischio di fare deduzioni errate. Un errore spesso compiuto in ambito storico archeologico è quello di considerare una datazione come qualcosa di più certo di altre fonti, in quanto proveniente da

un settore cui si attribuiscono maggiori certezze. Quando poi si rimane delusi vi è una reazione che porta ad una completa negazione del metodo, come se si potesse negare l'importanza delle fonti scritte solo perché si trovano in archivio informazioni palesemente errate.

Qualche volta i metodi di datazione non sono usati per assegnare una data ma, facendo in questo caso riferimento direttamente al manufatto, per stabilire se esso è au-

tentico. Vi sono infine numerose altre tracce nascoste che permettono di rispondere a domande che riguardano la provenienza o l'accadimento di particolari eventi che hanno un interesse storico spesso notevole. Questo è il caso ad esempio delle numerose tecniche sviluppate per individuare la provenienza di materie prime, che permettono quindi di tracciare il percorso del reperto. Ad esempio nel caso dei metalli contenenti piombo, bronzi, argenti, niello, ecc., è spesso possibile individuare l'origine delle materie prime impiegate utilizzando il particolare rapporto che alcuni isotopi del Piombo hanno tra loro, che rappresenta una vera impronta digitale del materiale impiegato, quindi della sua provenienza geografica.

## L'origine della ricerca archeometrica

La ricostruzione scientifica di fatti o tecniche del passato è un gusto solo apparentemente moderno. In realtà già dal rinascimento vi sono esempi di ricostruzioni sperimentali d'antiche tecniche con lo scopo di verificare se delle ipotesi siano giuste o meno<sup>3</sup>. Nel nostro caso ci si limita a individuare i fatti che hanno portato ad un sistematico sviluppo della ricerca archeometria negli ultimi

sessanta anni. Vi sono settori di ricerca come la paleontologia e l'antropologia nei quali non vi è mai completamente attuata una completa frattura tra discipline storiche e scientifiche. Possiamo quindi dire che la ricerca archeometrica moderna ha in parte tratto origine dallo sviluppo di tali discipline a cavallo tra il XIX ed il XX secolo. In particolare in America vi è stata una quasi completa sovrapposizione tra ricerca archeologia ed antropologica per ciò che riguarda lo studio delle popolazioni precolombiane.

L'archeometria è emblematicamente nata in uno dei settori di ricerca più avanzato di quel momento (ma non certo nella direzione della ricerca storica) cioè la fisica nucleare. Mi riferisco agli studi che hanno portato Libby (figura 2) nel 1947 a ipotizzare la misura del tempo con il metodo del radiocarbonio. Il grande interesse

generato dalle ricerche sulle datazioni, ha portato alla nascita, in alcuni tra i più prestigiosi centri di ricerca internazionali, di gruppi o di laboratori che si occupavano di ricerca sperimentale in supporto alla ricerca archeologica<sup>4</sup>. Particolare rilievo ha avuto il laboratorio di Oxford che è nato alla fine degli anni cinquanta, e che nel 1958 ha promosso la pubblicazione della prima rivista (figura 3) che utilizzava il nome archeometria<sup>5</sup>.

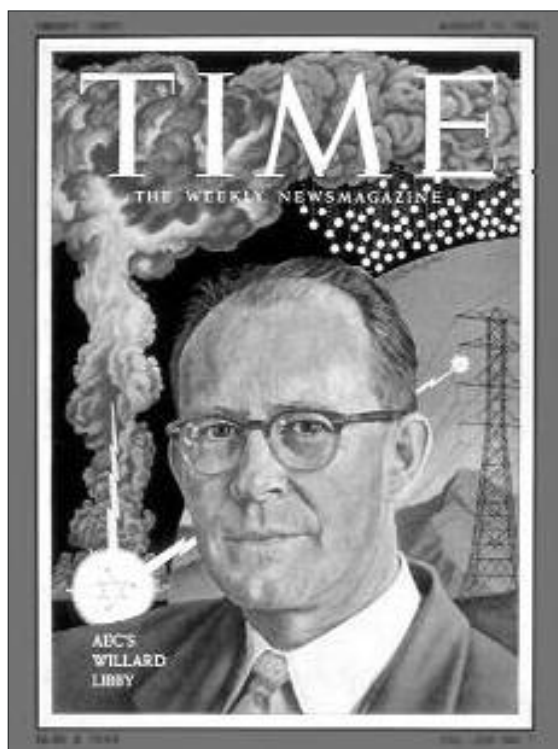


Fig. 2 - WILLARD LIBBY (1908-1980), VINCITORE DEL PREMIO NOBEL PER LA CHIMICA NEL 1960

Tale rivista esiste ancora, essa è il primo esempio di una pubblicazione periodica che tratta tutti gli aspetti scientifici di un impiego sistematico di tecniche e metodi propri delle scienze esatte e naturali nella ricerca storica, archeologica e storico-artistica. Di quel periodo è anche la nascita del Simposio Internazionale di Archeometria che è arrivato ora alla sua 36<sup>a</sup> edizione. Tale convegno si tiene ogni due anni in una nazione diversa, soprattutto dell'Europa e dell'America.

L'impostazione del convegno ricalca lo sviluppo della ricerca archeometrica, avendo sezioni dedicate alle tecniche di datazioni ed altre dedicate ai diversi materiali (metalli, ceramiche, vetri, pietre e marmi, ecc.) o tecniche di produzione (dipinti, affreschi, ecc.). Nel convegno sono privilegiati gli aspetti riguardanti l'impiego di metodi scientifici per una migliore e più precisa conoscenza dei manufatti o la risposta a tipici quesiti della ricerca storico-archeologica, come la provenienza, i traffici commerciali, l'origine di una tecnologia.

Nello stesso periodo anche negli Stati Uniti ed in Francia vi sono stati analoghi sviluppi, in particolare in America nacque un primo nucleo di ricerca al Brookhaven National Laboratory che sviluppò tecniche che sono state molto significative nella prima fase di sviluppo dell'archeometria, come ad esempio l'analisi per attivazione neutronica. In Francia ed in Inghilterra invece, dove la tradizione paleontologica era molto forte, si sono avute le prime significative interazioni tra archeometri e paleontologi. In Germania la ricerca archeometrica si è sviluppata molto più lentamente, come in Italia, in quanto era forte l'influenza della ricerca accademica, che è un vero baluardo delle due culture e dell'opportunità di tenerle separate.

In particolare in Italia l'archeometria si è sviluppata in una maniera molto disordinata e discontinua, con rapide accelerazioni e lunghi periodi di stasi. Ma veniamo ai fatti, il primo laboratorio per datazioni con radiocarbonio viene creato nel 1955 presso l'Università di Roma con una collaborazione tra fisici nucleari e geochimici. Quindi esso è coevo del laboratorio di Oxford. Sfortunatamente il finanziamento della ricerca e lo sviluppo delle interazioni con archeologi e paleontologi non sono

stati certo confrontabili a quelli ricevuti dagli analoghi laboratori americani, inglesi e francesi.

Negli anni settanta si svilupparono forti interazioni tra la ricerca archeometrica e i diversi settori delle scienze della terra. In qualche modo tale interazione fu strumentale, dovuta al diffuso impiego delle datazioni e dei metodi isotopici che si è fatto nelle scienze della terra.

Tali metodi erano spesso gli stessi impiegati per la ricerca archeometrica. Questo fenomeno è continuato fino ad ora con una maturazione degli interessi dei ricercatori di quest'area che spesso si sono trasformati in archeometri a tempo pieno.

Altra data significativa per l'archeometria italiana è il 1973, infatti, in tale anno si tiene a Roma e a Venezia la prima conferenza internazionale sulle applicazioni dei metodi nucleari nel campo delle opere d'arte<sup>6</sup>. Tale evento va ricordato in quanto rappresenta un punto di svolta della ricerca archeometrica, anche a livello internazionale. Fino a quel momento lo sviluppo dei metodi di datazione avevano avuto una prevalenza su tutto il resto, da quel momento invece la ricerca sui materiali e sulle tecnologie di produzione dei manufatti prenderanno via via l'avven-

to con una progressiva trasformazione della ricerca archeometrica.

## La ricerca archeometrica e lo sviluppo dei metodi diagnostici

Il successivo periodo è denso di fatti e nuovi elementi da analizzare, non è quindi possibile procedere in una dettagliata e noiosa elencazione d'avvenimenti, forse è più utile discutere alcuni aspetti complessivi cercando di trarne ulteriori elementi di riflessione.

A mio avviso, in questo periodo, l'aspetto più significativo è certamente quello di una rapida diffusione delle tecniche d'indagine nello studio d'opere d'arte e di reperti archeologici. Le finalità per cui sono eseguite tali indagini ed i metodi impiegati (spesso sviluppati *ad hoc*) sono molteplici. Per inquadrare meglio questo periodo e comprendere i fatti, è utile sottolineare che proprio negli anni settanta sono state sviluppate le tecniche del moderno "imaging" e vi è stato il più massiccio sviluppo di tecnologie informatiche (soprattutto della grafica).

Un fatto significativo è stato il sodalizio, da quel mo-

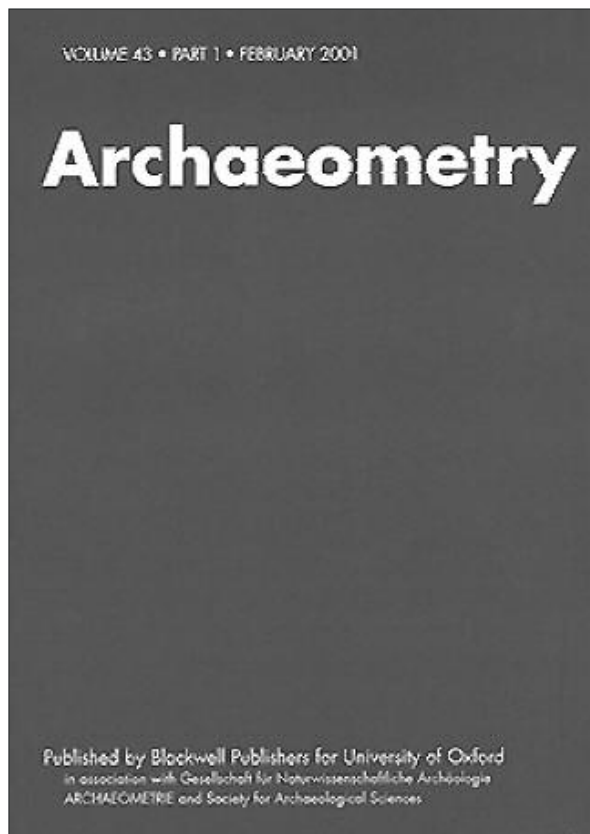


Fig. 3 – FRONTESPIZIO DELLA RIVISTA

mento indissolubile, tra archeometria e metodi non distruttivi, rafforzato dal consenso ricevuto dalle Conferenze Internazionali sulle *prove non distruttive*, i metodi microanalitici e le indagini ambientali nell'arte promosse dall'Istituto Centrale per il Restauro e dall'Associazione Italiana, prove non distruttive che iniziate nel 1983 sono giunte alla nona edizione che si terrà a Gerusalemme il prossimo anno.

L'archeometria nasce come scienza della misura, si deve quindi confrontare con la problematicità propria di tale posizione, in particolare con il paradosso scientifico della relatività della misura. Il sempre più massiccio impiego di concetti probabilistici che si fa nella moderna ricerca scientifica crea qualche volta un forte imbarazzo nello storico, non abituato ad essi. Il fatto che i risultati forniti dagli scienziati siano affetti da una intrinseca aleatorietà viene preso come un indice di una loro carente qualità. Tali considerazioni sono opportune perché nella ricerca archeometrica occorre effettuare costantemente un'analisi critica del significato delle misure effettuate, soprattutto perché fatti storici o conoscenze archeologiche o artistiche spesso fanno interpretare il dato in maniera assai diversa dal senso comune. In una fase iniziale della ricerca archeometrica si sono privilegiati i metodi analitici e le indagini sistematiche con la finalità di una ricostruzione dei fatti basata su prove oggettive. In questo periodo, molto proficuo per la conoscenza dei materiali ed in parte delle tecnologie di produzione, sono stati impiegati sistematicamente metodi quali l'analisi per attivazione neutronica, l'assorbimento atomico, le spettrometrie di massa, ecc. che sembravano avere una migliore capacità di fornire risultati quantitativi su materiali antichi.

Sfortunatamente i risultati ottenuti non sono stati sempre pari alle aspettative ed in qualche caso hanno suscitato l'ingiusta satira d'archeologi e storici dell'arte.

Un significativo esempio di tale fenomeno furono le sistematiche analisi di metalli effettuate da Stangmeister et al negli anni sessanta che non permisero di risolvere i problemi per i quali erano state programmate, probabilmente anche per un errato piano sperimentale, che non teneva pienamente conto della natura dei materiali esaminati (disomogeneità, presenza di una microstruttura) e di fenomeni (come ad

esempio la rifusione dei metalli) che costituiscono limitazioni quasi insormontabili per l'archeometria.

L'approccio analitico ha comunque avuto grandi meriti perché ha aperto nuove significative strade, permettendoci così di familiarizzare con i problemi che sono propri dell'indagine sperimentale su materiali antichi; in tal modo si è formata una generazione di ricercatori in grado di comprendere le problematiche della ricerca archeometrica.

Come accennato sopra negli anni ottanta cominciano ad essere utilizzati metodi non distruttivi per lo studio sia della macrostruttura dei manufatti (ad esempio radiografia, termografia, ultrasuoni, ecc.) che della microstruttura (SEM, vari tipi di microscopie, ecc.). Tali metodi permettono di visualizzare (e quindi studiare) parti nascoste dei manufatti ed in qualche caso di ricostruire le tecnologie di produzione e l'eventuale instaurarsi di processi di degrado. Tali metodi sono spesso ben lontani dal fornire risultati quantitativi sulla natura dei materiali, ma permettono in molti casi di affrontare con efficacia problemi archeometrici; non è facile capire il perché

di tale successo e delle conseguenze che esso ha avuto sullo sviluppo della ricerca archeometrica.

Quasi contemporaneamente sono stati sviluppati anche le tecniche di prospezione geofisica e alcuni dei principali metodi per lo studio del paleoambiente, della geoarcheologia e della paleopatologia.

Quest'evoluzione per un'area di ricerca che si fonda sulla misura, com'è appunto l'archeometria, sembra apparentemente contraddittoria in quanto alcuni moderni metodi d'indagine non distruttiva, pur non fornendo risultati numerici, permettono di individuare caratteristiche con un grado di certezza molto elevato e, rispetto ai metodi invasivi, hanno il merito di poter essere impiegati in condizioni in cui una tecnica analitica non lo potrebbe essere.

In quest'evoluzione ha giocato un ruolo non marginale l'influenza della conservazione, che ha grande interesse per tutto ciò che le permette di vedere dentro un oggetto o di ricostruire, anche qualitativamente, un fenomeno di degrado. Il fatto sorprendente è stato la progressiva integrazione delle ragioni proprie della conservazione che vanno verso lo sviluppo di tecniche diagnostiche e quelle della ricerca archeometrica. La diagnostica per la con-

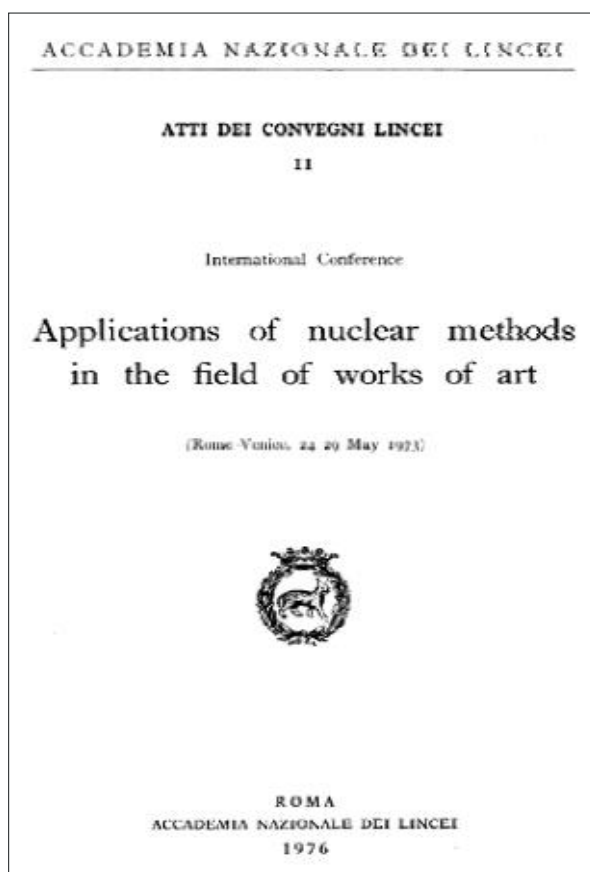


Fig. 4 - FRONTESPIZIO DEGLI ATTI, EDITI DALLA

ACCADEMIA DEI LINCEI DEL CONVEGNO DEL 1973

servazione ha avuto uno sviluppo massiccio proprio negli anni ottanta e novanta con la disponibilità di tecniche d'immagine e di mezzi di calcolo, soprattutto per la ricostruzione grafica dei manufatti.

Per comprendere meglio questo fenomeno scientifico occorre pensare che in quegli anni vi è stata l'evoluzione in questa direzione d'altri settori della scienza come l'astrofisica, la fisica dell'atmosfera e le scienze dell'ambiente; inoltre in molti settori dell'ingegneria e della medicina i metodi diagnostici si sono sviluppati enormemente sia da un punto di vista strumentale che di metodi.

Apparentemente l'approccio diagnostico è in contraddizione con quello della misura; fortunatamente ciò non è vero perché, in presenza di ben stabilite conoscenze teoriche (come ad esempio sono quelle attuali sui materiali) un numero limitato, ma significativo, d'osservazioni permettono di identificare un materiale o una tecnologia né più e né meno di come verrebbe fatto con un sistematico impiego d'indagini analitiche. Tale evoluzione è propria anche della scienza dei materiali che, infatti, ha sviluppato alcuni significativi approcci diagnostici.

Per essere più chiari prendiamo il caso della *fluorescenza dei raggi X* (XRF) che è potenzialmente una tecnica analitica, ma che può essere utilizzata anche come una tecnica diagnostica. Essa è stata costantemente utilizzata in archeometria negli ultimi cinquanta anni, inizialmente per le sue qualità analitiche, successivamente è stata usata come tecnica diagnostica, soprattutto con lo sviluppo dei sistemi portatili che permettono studi *in situ*. In questa maniera lo stesso significato delle misure si è venuto modificando nel tempo, anche per lo sviluppo di metodi che palesemente non avevano significato analitico, com'è il caso dell'uso della XRF nello studio di dipinti ed affreschi.

Un discorso approfondito meriterebbero i metodi matematici e informatici che si sono inseriti, tra quelli provenienti dai settori delle scienze esatte, nel campo delle discipline storiche e storico-artistiche con un certo ritardo rispetto a quelli della fisica e della chimica.

In archeometria un ruolo importante hanno avuto certamente i metodi statistici per l'identificazioni di sottoinsiemi (clusters) d'elementi in un gruppo d'oggetti esaminati. Con tali metodi si cerca di dare una risposta a problemi archeologici che genericamente vanno sotto il nome di studi di provenienza. Anche in questo caso si può parlare di una fase iniziale, in cui hanno prevalso i metodi statistici ed una più recente in cui i metodi derivanti dall'informatica (soprattutto l'analisi delle immagini) stanno prendendo progressivamente il so-



SFERA DELLA BASILICA DI S. PIETRO IN VATICANO ▲  
- SAGGIO ARCHEOMETRICO ALLA BASE

- SAGGIO ARCHEOMETRICO ALLA SOMMITÀ,  
MPIANTO DELLA CROCE ▼



pravvento. Un aspetto interessante è certamente quello che con i moderni metodi matematici vengono affrontati i problemi con un'ottica molto simile a quella della ricerca archeologica e storico-artistica tradizionale.

In particolare si studiano le tipologie dei manufatti utilizzando tecniche di "pattern recognition" o di "image understanding" e si analizzano stili utilizzando tecni-

che avanzate d'analisi delle immagini. Questa evoluzione nell'uso dei metodi delle scienze esatte nel settore dei Beni Culturali può essere vista come un chiudersi di un cerchio, che inizialmente ha visto lo sviluppo di nuovi punti di vista nella ricerca storica e da ultimo permette di perfezionare i metodi tradizionali.

### Alcune considerazioni conclusive

Un aspetto molto significativo dell'archeometria è quello di costituire un ponte tra le due culture. Questo aspetto è stato per diverso tempo sottolineato ma adesso sembra un poco superato. Se bastasse un ponte per risolvere un problema grande come quello della stupida suddivisione della cultura in aree apparentemente autonome e tra loro non dialoganti, sarebbe molto bello!! Occorre invece rimboccarsi le maniche e iniziare a colmare i solchi che si sono venuti a formare tra i settori scientifici che si identificano nell'area umanistica e quelli dell'area scientifica e tecnologica.

Il problema non è quindi quello di tenere vivo il dialogo, bensì quello, ben più pressante, di evitare i danni che la segregazione culturale sta producendo in alcuni settori della cultura (e non si fa' qui riferimento solo quelli dell'area umanistica). Un gioco iniziato quasi involontariamente più di due secoli fa, quando si prese atto della necessità di una maggiore specializzazione per ottenere migliori risultati, sta ora divenendo tragico con una sorta d'analfabetismo dilagante.

Sicuramente occorre pensare ad un settore di sviluppo di nuovi metodi per lo studio di problematiche storiche ed artistiche, ed è chiaro che molti di tali nuovi metodi debbano provenire dal settore delle scienze esatte (ma anche da alcuni settori delle tecnologie avanzate).

Il ruolo della ricerca interdisciplinare infatti non è quello di mantenere vivo un dialogo (cosa sicuramente importante, ma che deve essere perseguito da tutti i ricercatori) bensì di ottenere significativi risultati mettendo insieme metodi e idee che sono proprie di due settori diversi delle scienze. Come ogni settore scientifico il successo deve essere misurato in termini di risultati e non di buone intenzioni.

Le caratteristiche dell'archeometria sono quelle di una vasta area di ricerca che raccoglie metodi assai diversificati, impiegati in diverse maniere, spesso originali. Non vi sono quindi principi unitari della ricerca archeometrica, né metodi che sono di generale impiego. Anche le datazioni non sono di generale impiego in tutti i settori della ricerca archeometrica.

L'archeometria non è quindi una disciplina, infatti, non ha un sistema di principi e di leggi proprie, generalmente accettati, ha però un collante molto forte che sta nella profonda convinzione dei ricercatori dell'area che i metodi scientifici possono (e debbono) essere utilizzati nello studio dei manufatti d'interesse archeologico e storico-artistico.

Essi credono che sia possibile studiare le tracce la-

sciate dal eventi avvenuti nel passato, ed ottenere così una migliore ricostruzione o interpretazione dei fatti di quanto possa essere fatto utilizzando i soli metodi tradizionali della ricerca storica. In qualche misura tale fiducia porta ad un postulato: le discipline scientifiche hanno sviluppato metodi e modelli che permettono di ricostruire fatti avvenuti nel passato.

Questo postulato implica l'accettazione dei principi su cui si fondano le varie discipline scientifiche, la fisica, la matematica, la chimica, la biologia e la geologia; quindi può essere vista come una disciplina scientifica secondaria.

È insito in questo postulato il fatto che l'archeometria si occupa di ricerca storica, archeologica e storico-artistica, ovviamente utilizzando anche i metodi propri di questi settori di ricerca. Il vero punto sta quindi nella convinzione che i dati scientifici possano essere integrati con altre osservazioni che non sono di carattere scientifico (almeno nell'accezione delle scienze esatte).

La capacità aggregante della ricerca archeometrica è un elemento importante, infatti, una vasta area di ricerca, ma anche di lavoro e di sviluppo, attualmente fa riferimento all'archeometria ed alla scienza della conservazione. Tale area ha bisogno di riferimenti culturali per poter divenire, come l'informatica e le scienze ambientali, uno dei settori di più ampio sviluppo della ricerca.

L'evoluzione della scienza va verso la formazione di queste aree (scienze ambientali, scienze dell'informazione, Beni Culturali) che rappresentano in qualche misura un superamento delle discipline tradizionali, sottolineando l'importanza di una ricerca che non guarda solo a principi e leggi, ma che affronta problemi teorici e pratici che sono di tutti, che non possono essere affrontati in maniera disciplinare.

In conclusione è importante che l'archeometria prosegua in questa strada cercando di aggregare in maniera efficace tutti quei settori che si sono venuti formando in questo lungo periodo in cui la ricerca storica e quella scientifica si sono allontanate. In particolare, qui mi riferisco alla ricerca paleontologica ed antropologica, di archeologia preistorica, paleoambientale, geoarcheologia e paleobotanica.

Tutti questi settori evolvono verso un più massiccio impiego di metodi quantitativi e matematici, quindi verso l'archeometria. Altrettanto importante è approfondire i rapporti con la conservazione; ciò serve sia alla conservazione che all'archeometria. Una corretta interpretazione dei principi del restauro scientifico porta con sé il fatto che per restaurare occorre conoscere nel dettaglio l'opera<sup>7</sup> (che è l'unica cosa che va conservata, ogni tentativo di recuperare, o interpretare, le idee dell'artista va evitato), cioè in una maniera che solo i metodi sviluppati dalle scienze esatte permette di fare.