

Metodo della termoluminescenza per la datazione dei reperti archeologici di origine ceramica

Durante un lavoro di ricerca effettuato presso l'insediamento di « Civita Musarna », acropoli etrusca situata tra la necropoli di Castel d'Asso e Tuscania, si è avuta necessità di stabilire l'autenticità e la datazione di alcuni reperti ceramici ritrovati in sito per dare un indirizzo al periodo di frequentazione dell'agglomerato urbano.

Per ottenere una conferma ulteriore alla datazione derivante dalla specifica tipologia delle ceramiche ritrovate è stato utilizzato il metodo della termoluminescenza nel « Laboratorio di Termoluminescenza applicata all'archeologia » esistente presso l'Istituto di Scienze Fisiche dell'Università di Milano diretto dal prof. Giorgio Maria Spinolo. (I risultati ottenuti da mettere a confronto con quelli ricavati dalle rilevazioni tipologiche degli impasti saranno pubblicati a conclusione del lavoro di ricerca archeologica tuttora in corso di elaborazione).

Questo laboratorio, unico in Italia a possedere adeguate attrezzature, funziona da circa due anni e la sua attività è nota presso l'Istituto di Fisica dell'Università di Roma.

In effetti il problema della datazione dei reperti è uno dei più importanti aspetti della ricerca archeologica, in quanto gli strati che si sovrappongono non sempre rispettano fedelmente l'originario andamento cronologico e, inoltre, i ritrovamenti non sistematici ed effettuati nei tempi passati non danno sufficienti garanzie sulla precisione della datazione apposta.

Per tali motivi la tecnica scientifica si è impegnata ad affiancare l'opera dell'archeologo non dimenticando che ogni avvenimento si caratterizza attraverso la capacità di imprimere informazioni che mancano, in modo indelebile, l'ambiente. Risulta pertanto compito precipuo del ricercatore il riuscire ad estrarre o meglio ad individuare le informazioni originali caratterizzanti la provenienza storico-cronologica, sulle quali si sono venuti sovrapponendo gli eventi successivi.

Riferendoci alla datazione dei reperti, dobbiamo però effettuare una netta distinzione fra i reperti di origine organica e i reperti di origine ceramica.

DATAZIONE DEI REPERTI BIOLOGICI

Per i reperti di origine organica è possibile applicare il metodo, ormai a tutti noto, della datazione me-

dante il carbonio 14, isotopo radioattivo del carbonio, presente nella struttura chimica dei resti organici.

Infatti il carbonio biologico risulta di origine atmosferica e, essendo l'atmosfera continuamente bombardata da radiazioni cosmiche, che, ad alta quota, trasformano l'azoto in carbonio 14, si ha nell'atmosfera un equilibrio costante nel rapporto tra le quantità di carbonio e del suo isotopo radioattivo, equilibrio dinamico tra la produzione e il decadimento radioattivo stesso. Nel momento in cui ha termine il ciclo vitale si interrompe l'equilibrio dinamico e rimane fissato all'interno della struttura organica il rapporto fra le due quantità, o, meglio, il contenuto di Carbonio 14 decresce in funzione della legge di decadimento radioattivo:

$$N = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

dove N = numero nuclei attivi presenti nel tempo t

N_0 = numero nuclei attivi presenti nel tempo iniziale t = 0

τ = costante caratteristica dell'elemento in esame

t = tempo trascorso.

Conoscendo quindi il dosaggio residuo e il probabile dosaggio iniziale, è possibile risalire all'età del reperto. Tale metodologia non necessita di riscontri con reperti di sicura datazione per la determinazione del dosaggio iniziale al fine di poter stabilire la curva di datazione, in quanto si tratta di metodo assoluto.

DATAZIONE DEI REPERTI CERAMICI

a) Effetto di termoluminescenza

Per i reperti di origine non biologica, ovvero per materiali di origine ceramica, occorre invece basarsi su altre informazioni, quali, ad esempio, l'intensità di termoluminescenza. Tale metodo consiste nel determinare l'intensità della luce emessa da un corpo (a struttura microcristallina quali le ceramiche) riscaldata a livelli di temperatura inferiori a quelli di incandescenza. Questa emissione di luce viene indicata con il termine termoluminescenza.

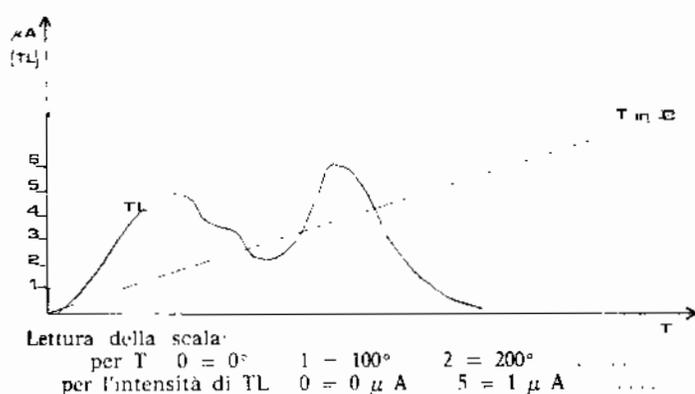
L'effetto di termoluminescenza è indotto nei cristalli, alogenuri alcalini, da radiazioni quali raggi X, raggi γ , radioattività α e β incidenti su di esso. Tali radiazioni rimuovono gli elettroni dal loro orbitale rendendoli liberi all'interno del cristallo. Sono presenti nel reticolo dei centri metastabili, capaci di catturare gli elettroni, che possono, ad esempio, essere imperfezioni o « vacanze » nel reticolo, distorsioni dovute ad impurità, dislocazioni o « buche »; pertanto gli elettroni liberati dalle radioattività vengono intrappolati e acquistano energia sufficiente per essere espulsi da queste « trappole » in conseguenza dell'energia termica ceduta al corpo.

Fattori che intervengono a variare l'intensità di tale fenomeno sono: la costante dielettrica, la suscettività magnetica, la concentrazione delle impurità e ogni altro agente fisico che possa apportare cambiamenti sulla struttura del cristallo.

b) Analisi del reperto ceramico mediante effetto TL.

Per realizzare l'analisi si pone in forno e si riscalda uniformemente il materiale ceramico ridotto in polvere, composto da grani di dimensione intorno a 10^{-3} mm³, amalgamati con acqua e posti su lastre di vetro, o in lastre, di 1 cm² e spessore di 1 mm., e precedentemente esposto ad una quantità nota di radiazioni.

L'effetto di termoluminescenza si riscontra a temperature inferiori a quella di incandescenza; continuando a riscaldare il reperto si nota che tale effetto di termoluminescenza non è più osservabile. Per misurare l'intensità della luce emessa si utilizza un fotomoltiplicatore, mentre la temperatura viene determinata da una termocoppia: i dati vengono registrati contemporaneamente mediante un sistema opportuno di registrazione elettronica. Si ottengono le cosiddette curve di splendore del tipo riportato in figura:



Come si evidenzia nel grafico, si hanno dei massimi di splendore in corrispondenza di determinate temperature che normalmente si approssimano per i calcari a temperature di circa 230° e 312°. Le misure vengono rilevate a queste temperature in quanto il fenomeno si verifica con maggiore evidenza; inoltre si dà preferenza al picco corrispondente alla temperatura di 312°, perché a questo livello il fenomeno risulta meno interessato da probabili drenaggi per variazioni di temperatura ambientali.

c) Determinazione età del reperto.

Passiamo ora ad esaminare la specifica applicazione dell'effetto di termoluminescenza alla datazione dei reperti ceramici.

Per notizia storica ricordiamo che il primo ad utilizzare detta metodologia è stato nel 1966 S.J. Fleming del « Research Laboratory Archeology in History of Art » dell'Università di Oxford.

In considerazione che negli impasti ceramici e nei terreni di scavo sono presenti, seppure in tracce, materiali radioattivi quali torio, uranio e potassio, ne deriva un costante irraggiamento su tale materiale dovuto del resto anche alla debole irradiazione di fondo delle radiazioni cosmiche. Pertanto il reperto da datare è in condizioni di emettere, mediante la procedura descritta, luce per termoluminescenza. In particolare, quindi, viene misurata l'intensità di termoluminescenza del campione in esame in un intervallo di temperature da 300°C a 450°C e ancora l'intensità di termoluminescenza di un campione omogeneo sottoposto ad una dose nota di radiazioni in modo da determinare la dose equivalente ossia la quantità di radiazioni da applicare per ottenere la stessa intensità di luce emessa in conseguenza dell'irradiazione naturale accumulatasi attraverso i secoli trascorsi.

L'età del reperto è quindi rappresentata dal rapporto:

$$ETA' = \frac{\text{Dose equivalente}}{\text{Dose } \alpha + \text{Dose } \beta + \text{Dose } \gamma + \text{Dose cosmica}}$$

ove le componenti dose α e dose β rappresentano la dose annua di irradiazione dovute all'azione dei materiali radioattivi presenti nel campione stesso, avendo le radiazioni α e β raggio di azione inferiore a 2 mm.; la componente dose γ si riferisce anche ai materiali circostanti nel reperto avendo la radiazione γ un raggio di azione decisamente superiore ai ranges di α e β che può anche arrivare a superare l'ordine di grandezza del $\frac{1}{2}$ metro; la dose cosmica equivale alla dose annua di raggi cosmici.

Il dato ottenuto rappresenta sicuramente il periodo trascorso dal momento della cottura in quanto essendo le temperature di cottura dei materiali ceramici superiori ai 500°, si è avuto un drenaggio della termoluminescenza dovuta all'irradiazione avvenuta sui materiali nell'età geologiche precedenti.

La precisione di tale metodo è dell'ordine del 5% ed inoltre lo scarto cronologico è risultato minimo riscontrando i valori ottenuti con la datazione mediante altri metodi (tipo C 14, la dendrocronologia) su materiali coevi di diversa natura. Tale metodo però risulta soggetto a molti errori casuali.

d) Perfezionamento della tecnica di datazione.

Al fine di migliorare la tecnica metodologica si è osservato che separando i campioni di ceramica in due componenti: l'una, componente « magnetica », costituita da minerali argillosi cotti, e l'altra componente « non magnetica », formata da minerali cristallini pre-

senti in blocchetti nelle argille, si hanno effetti di termoluminescenza di diversa intensità. Precisamente risulta che la TL naturale della componente « non magnetica » è circa 15 volte più intensa della componente « magnetica ». Il valore del rapporto della TL risulta 26 esponendo le due componenti ad una sorgente di radiazioni β di intensità equivalente a quella naturale. Cioè le dosi equivalenti per indurre nelle due componenti una TL uguale alla TL naturale stanno in rapporto uguale a 26/15 circa. Si può comprendere qualitativamente l'esistenza del rapporto elevato tra l'intensità di TL delle due componenti considerando la minore trasparenza ottica della componente « magnetica ».

Tuttavia la più semplice spiegazione del variare di questo rapporto passando dal TL naturale a TL artificiale consiste nella differenza di dose di radiazioni cui sono state esposte le due componenti mentre si trovavano sepolte nella loro sede archeologica. La conferma di tale ipotesi si può avere anche esaminando i contenuti radioattivi delle due componenti. Altra importante osservazione deriva dal considerare che le particelle α originate nella componente « magnetica » (argilla), emesse nelle catene di decadimento dell'uranio e del torio hanno energie comprese tra 4.0 e 8.0 MEV corrispondenti a « ranges » tra 16 e 50 micron in alluminio, per cui esse non riescono a penetrare il materiale cristallino (componente « non magnetica ») costituita da grani aventi il diametro non superiore a mezzo millimetro.

Quindi il contributo delle particelle α è trascurabile per grani, supposti sferici, aventi un diametro superiore a 100 micron e invece per i raggi β l'attenuazione è forte sopra i 500 micron. Dalle ricerche eseguite risulta che la maggior parte delle radiazioni α proviene dalla parte « non magnetica » e che il 90% della dose di radiazioni presente nelle ceramiche è portata da particelle.

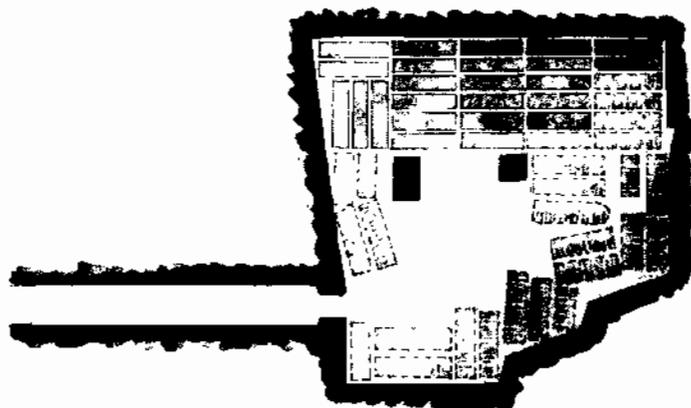
Concludendo, si può affermare che l'effetto di attenuazione della radiazione è in grado di rendere conto dell'abbassamento delle età TL determinate su campioni non separati nelle due componenti. Gli studi di ricerca hanno dato buone approssimazioni con rapporto esistente tra l'attenuazione di radiazioni e dimensioni dei grani cristallini, comunque sperimentalmente sono state determinate età di alcuni frammenti di ceramiche praticando le misure di TL solo sulla componente cristallina « non magnetica » e i cui grani avevano il diametro compreso tra 125-200 micron. Si è riusciti così a trascurare nel calcolo della dose annuale il contributo della radioattività α mentre si è tenuto conto soltanto della radioattività β .

L'approssimazione delle date archeologiche rispetto a campioni noti è risultata ottimale e ulteriori studi di ricerca si stanno sviluppando per ottenere ancora migliori approssimazioni tenendo conto della radioattività dei terreni in cui le ceramiche sono state trovate e considerando anche, come si è visto, l'attenuazione della radiazione molto rilevante nei grani cristallini.

Quest'argomento interessante nel campo scientifico diventa fondamentale applicazione della scienza nel settore archeologico, come è risultato per lo scrivente nel caso particolare dei reperti di Musarna.

L'articolo comunque ha soprattutto lo scopo di far conoscere alla città di Viterbo il contributo che la Fisica può dare alle numerose ricerche degli Etruscologi e a guardare con speranza al futuro della nuova Università di Stato che ha tra i suoi obiettivi proprio la prospettiva del riordinamento e dell'adeguata valutazione dei Beni Culturali. Un laboratorio « in loco » simile a quello organizzato dai ricercatori dell'Università di Milano potrebbe dare all'archeologia della nostra zona uno sviluppo senza limiti.

LUCIO RIZZACASA



— Musarna - Pianta di una delle tombe degli *Althnas*, scoperta nel 1850.