

UN ESEMPIO D'USO DELL'ANALISI DELLE COMPONENTI PRINCIPALI (PCA) PER LA VERIFICA TIPOLOGICA: LE FIBULE AD ARCO RITORTO DELLA NECROPOLI VILLANOVIANA DI SAN VITALE (BOLOGNA)

Francesca RONCORONI, Barbara GIUSSANI

Nel corso della revisione della cronologia relativa della necropoli di San Vitale, condotta nell'ambito di una tesi di specializzazione in archeologia protostorica¹, è stato necessario procedere ad uno studio preliminare delle tipologie dei manufatti associati nei corredi tombali. Tale attività è stata possibile grazie alla disponibilità accordata dalla direzione del Museo Civico Archeologico di Bologna alla visione autoptica dei reperti².

Tra i vari manufatti su cui si è incentrata l'attenzione vi sono le fibule ad arco ritorto, di cui è stato possibile indagare un campione di 148 esemplari. Gli scopi prefissati erano quelli di verificare se l'attribuzione tipologica tradizionale, che prevede la distinzione tra i *tipi*³ con arco a cordicella e con arco a cordoncino, fosse del tutto soddisfacente, e se prendere in considerazione anche gli attributi metrici potesse offrire nuove e importanti informazioni per gli studi tipologici.

In particolare lo studio degli attributi metrici è stato affrontato con un approccio innovativo basato su tecniche di analisi statistica multivariata, che, sebbene prevalentemente utilizzate in ambito scientifico (si pensi ad esempio alla chemiometria o alla tassonomia zoologica), possono essere usate con successo anche nel campo archeologico, con particolare riferimento alle problematiche di classificazione dei manufatti e di seriazione di contesti chiusi per la definizione delle cronologie relative.

Nel caso specifico la distinzione tipologica tradizionale si basa sull'uso di un unico attributo (o variabile) discriminante, ovvero il grado più o meno accentuato di torsione dell'arco, che può risultare di percezione e rilevazione piuttosto difficoltose, e comunque sortire effetti classificatori dissimili tra i vari studiosi a seconda delle abilità individuali. Dal punto di vista cronologico gli autori sono concordi nel ritenere tali *tipi* pertinenti indifferentemente alle prime due fasi del Villanoviano bolognese (Vill. I e II), ad esclusione di Anselmo Malizia⁴, che coglie una differenziazione cronotipologica nelle sue fasi Bologna IA, IB e IIA, facendo tuttavia riferimento a campioni provenienti da corredi tombali di tre differenti necropoli⁵.

Le principali caratteristiche morfologiche delle fibule prese in considerazione sono molto costanti, quali la forma della staffa a dischetto ripiegato e la sezione dell'arco circolare nelle parti non ritorte, mentre risultano assai variabili le dimensioni e l'andamento del profilo dell'arco. Questo ultimo aspetto è stato trascurato, sia per problemi di conservazione dei reperti, sia perché si tratta, ancora una volta, di una variabile la cui rilevazione è facilmente influenzabile da criteri soggettivi. Sono state invece misurate, tramite calibro, lunghezza (l) e altezza (h) dell'arco, diametri minimo e massimo della parte non ritorta (d3 e d2) e diametro massimo della parte ritorta (d1) (fig. 1).

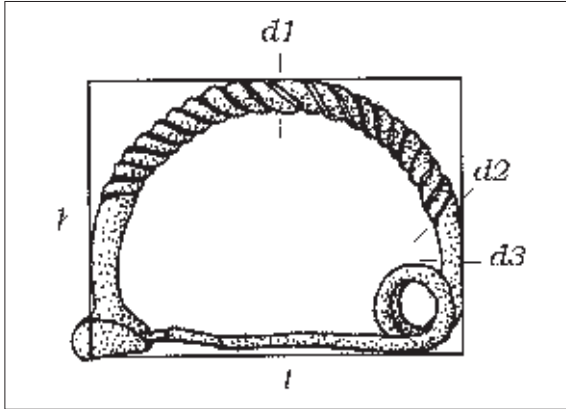


Fig. 1. Esempio di fibula con arco a cordicella e posizione delle variabili dimensionali misurate.

La staffa, essendo spesso frammentaria, limitava la misurazione della lunghezza totale e dell'altezza della fibula e perciò si è ritenuto di non utilizzare tali variabili.

I dati ottenuti sono di natura multivariata, poiché per ciascun campione a disposizione sono state misurate diverse variabili: essi sono stati ordinati in una tabella, in cui le righe rappresentano i campioni (cioè le fibule) e le colonne le variabili (cioè gli attributi) usate per la loro descrizione, e sono stati sottoposti ad analisi delle componenti principali (PCA) ⁶.

Scopo di tale tecnica ⁷ è quello di estrarre la massima informazione contenuta in un insieme di dati. Ciò avviene attraverso la trasformazione delle variabili originali in nuove variabili, chiamate Componenti Principali (*Principal Components* o PC), che sono combinazioni lineari delle variabili originali. Esse hanno la caratteristica di essere ortogonali tra di loro, in modo che siano linearmente indipendenti e che quindi forniscano informazione complementare. Queste nuove variabili sono scelte in modo tale che le prime due (PC1 e PC2) rappresentino la massima variabilità del campione (e quindi anche la maggior parte dell'informazione). La PCA, apparten-

nendo alla famiglia delle tecniche di rappresentazione, produce due differenti grafici chiamati "grafico degli *score*" e "grafico dei *loading*" ⁸, relativi proprio alle prime due componenti principali (PC1 e PC2), e il cui studio facilita l'interpretazione dei risultati del calcolo.

Il "grafico degli *score*" (fig. 2) ottenuto dal modello PCA offre informazioni riguardanti i campioni (cioè le fibule) oggetto di studio: campioni vicini nello spazio sono simili, mentre campioni lontani sono differenti rispetto alle variabili considerate. Inoltre, per facilitare l'interpretazione dei dati rispetto agli studi pregressi, si è scelto di mostrare in nero le fibule a cordicella, mentre in grigio quelle a cordoncino, secondo l'identificazione proposta da Pincelli e Morigi Govi ⁹.

Dallo studio del grafico appare chiaro come ci si trovi di fronte ad una dispersione piuttosto uniforme, in cui tuttavia i due colori tendono a separarsi, poiché a sinistra nel grafico si trovano solo fibule a cordicella, tranne rare eccezioni, e solo a destra si trovano le fibule a cordoncino, inframmezzate tuttavia da un buon numero di esemplari a cordicella. Ciò, da un lato fa comprendere che la suddivisione tipologica tradizionale è stata applicata dalle autrici con un elevato grado di coerenza, dall'altro fa capire come i due *tipi* non si distinguano poi così nettamente in base agli attributi metrici. Una tale dispersione induce a pensare che le variabili metriche delle fibule cambino in modo piuttosto graduale in tutto il campione considerato e che quindi ci si trovi di fronte ad un unico *tipo*, suddivisibile piuttosto in due varietà.

Il grafico dei "*loading*" (fig. 3), infine, chiarisce che le variabili che influenzano la disposizione del campione lungo la direzione di massima dispersione (PC1) sono i diametri massimi della parte ritorta e di quella non ritorta (d1 e d2): esse hanno, infatti, un alto valore di PC1 e sono vicine nello spazio. Il diametro massimo della parte ritorta (d1) è legato, quindi, al diametro massimo della parte non ritorta (d2) da una proporzionalità diretta. I campioni sono

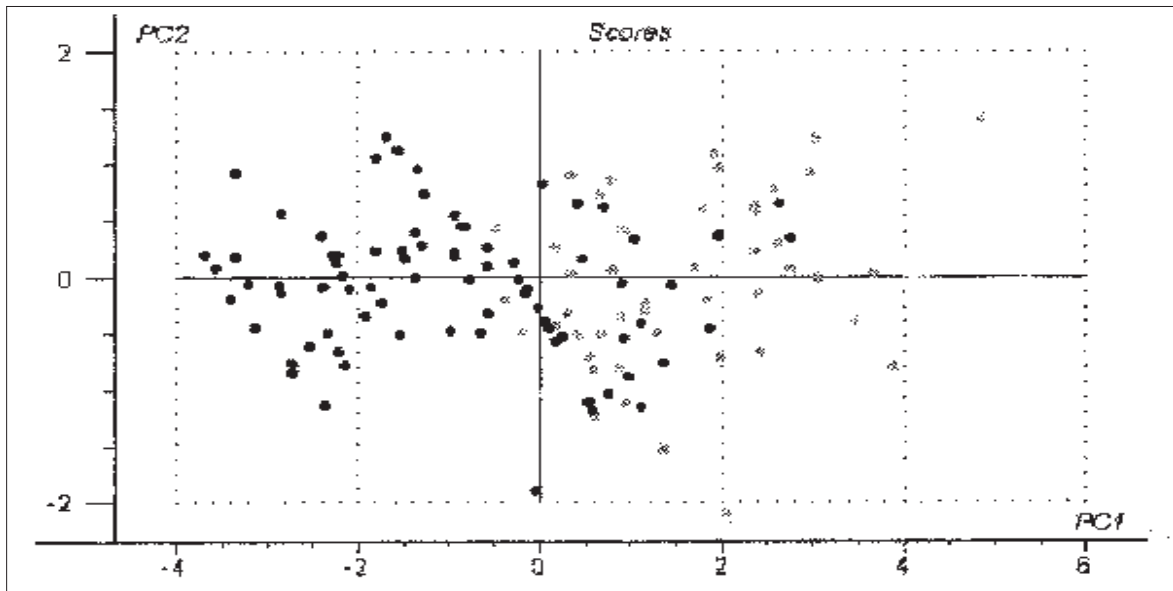


Fig. 2. Grafico degli *score*.

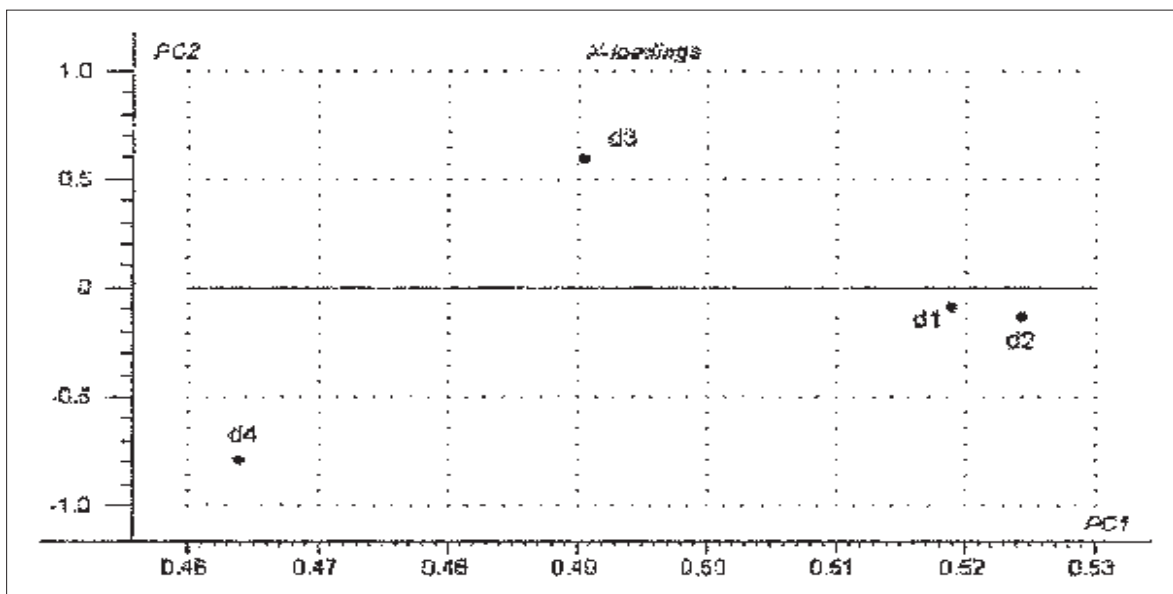


Fig. 3. Grafico dei *loading*.

disposti, lungo PC1, in accordo con il valore di queste due variabili: oggetti posti a valori alti e positivi di PC1 sono quelli i cui valori di entrambi i diametri sono maggiori, mentre oggetti posti a valori alti, ma negativi, dello stesso asse mostrano i minimi valori per entrambe le variabili.

Ciò suggerisce che la produzione di queste fibule potesse essere influenzata dalla diffusione di semilavorati, ovvero barrette di bronzo, di dimensioni variabili entro un certo “range”, poiché la dimensione originaria di tali semilavorati doveva essere quella del diametro massimo della parte non ritorta.

Dall’analisi dei risultati ottenuti si evince, inoltre, una correlazione tra le misure di diametro della parte ritorta e non ritorta dell’arco e il grado di torsione della fibula. Come mostrato dalla colorazione i campioni sono suddivisi, sempre rispetto a PC1, in base al grado di torsione (tipologie tradizionali): a sinistra si trovano infatti le fibule a cordicella, maggiormente ritorte, mentre a destra quelle a cordoncino, meno ritorte. Il grado di torsione dell’oggetto finito sembra, quindi, essere correlato alla dimensione della barretta di bronzo utilizzata come base per la costruzione della fibula.

Relativamente al problema cronologico, allo stato attuale della ricerca, non è possibile cogliere l’esistenza di una variazione dimensionale nel corso del tempo: entrambe le varietà, infatti, sono pertinenti a sepolture sia del Villanoviano I sia del Villanoviano II di San Vitale¹⁰.

Tali risultati sottolineano che le produzioni artigianali potrebbero essere in una certa misura determinate dalle contingenze tecnologiche delle catene operative, ridimensionando di fatto l’importanza delle scelte estetiche, almeno su alcune categorie di manufatti.

Infine è opportuno ricordare che i vantaggi di un’analisi in componenti principali applicata agli studi tipologici non si limitano alla possibilità di indagare oggetti già noti sotto un “diverso punto di vista”, come nel presente caso di studio, per ricavare informazioni complementari

alle tipologie tradizionali, ma possono essere di prezioso aiuto per indagare grandi quantità di dati in tempi ridotti e apportare un contributo all’utilizzo di criteri oggettivi nella scelta delle variabili significative.

NOTE

¹ RONCORONI 2005.

² Si porgono i più sentiti ringraziamenti alla dottoressa Cristiana Morigi Govi, direttrice del Museo Civico Archeologico di Bologna, che ha permesso l’accesso ai reperti, e alla dottoressa Anna Dore, conservatrice del medesimo istituto, per il supporto allo studio e per gli spunti di ricerca proposti.

³ Quando si parla di tipi è opportuno tenere presente che essi sono una forma di categorizzazione dei manufatti basata sulla ricorrenza di determinate caratteristiche, definibili come attributi (o variabili quando se ne parla in campo statistico), che li caratterizzano ad un alto livello di similarità (SPAULDING 1953: *type is “a group of artifacts exhibiting a consistent assemblage of attributes whose combined properties give a characteristic pattern”*). Perché tuttavia non si tratti di una semplice “classe di similarità”, è necessario dimostrare che i manufatti rientranti nel tipo siano stati effettivamente prodotti in un periodo limitato, ovvero siano espressione della volontà di uno o più artigiani di produrre e diffondere oggetti dalle caratteristiche uniformi e rispondenti alla “moda” del tempo. Pertanto le produzioni ispirate intenzionalmente a modelli più antichi devono essere considerate tipi a parte, sebbene possano talora essere confuse con attardamenti d’uso del tipo originale (CLARKE 1978, cap. 5, pp. 205-237; GOLDMANN 1970, pp. 202-203).

⁴ BELARDELLI 1990, p. 27.

⁵ BELARDELLI 1990, appendice, fig. 1.

⁶ Il calcolo, effettuato con il software The Unscrambler 9.5 (CAMO Process AS, Norvegia), è stato preceduto da un pretrattamento di autoscalatura dei dati (centratura delle variabili e a seguito scalatura a varianza unitaria) in modo da permettere a tutte le variabili di influenzare allo stesso modo il modello finale.

⁷ WOLD 1987.

⁸ Essi contengono rispettivamente informazioni sui campioni e sulle variabili indagati.

⁹ PINCELLI, MORIGI GOVI 1975, vol. II.

¹⁰ RONCORONI 2005.

BIBLIOGRAFIA

- BELARDELLI C., GIARDINO C., MALIZIA A. 1990 - *L'Europa a sud e a nord delle Alpi alle soglie della svolta proturbana*, a cura di R. PERONI, Treviso.
- CLARKE D. L. 1978 - *Analytical Archaeology*, seconda edizione a cura di B. CHAPMAN, London.
- GOLDMANN K. 1970 - *Some archaeological criteria for chronological seriation*, in HODSON 1970, pp. 202-208.
- HODSON F. R. 1970 - *Mathematics in the archaeological and historical sciences, Proceedings of the Anglo-Romania conference Mamaia 1970 / organized by the Royal Society of London, and the Academy of the Socialist Republic of Romania*, Edimburgh.
- PINCELLI R., MORIGI GOVI C. 1975 - *La necropoli villanoviana di San Vitale*, Bologna.
- RONCORONI F. 2005 - *Cronologia relativa della necropoli villanoviana di San Vitale (Bologna) mediante analisi multivariata*, tesi di specializzazione in Archeologia preistorica e protostorica. Università degli Studi di Milano.
- SPAULDING A. C. 1953 - *Statistical Techniques for the Discovery of Artifact Types*, "American Antiquity", 18, 4 (Apr., 1953), pp. 305-313.
- WOLD S., ESBENSEN K., GELADI P. 1987 - *Chemometrics Intell. Lab. Syst.*, 2, 37.

Francesca RONCORONI
Specialista in archeologia preistorica e protostorica
Via Grassi 23b
22070 Casnate con Bernate (CO)
e-mail: fmronco@virgilio.it

Barbara GIUSSANI
Dipartimento di Scienze Chimiche e Ambientali,
Università degli Studi dell'Insubria
sede di Como
Via Valleggio, 11
22100 Como
e-mail: barbara.giussani@uninsubria.it