

CONTRIBUTI ALLA CONOSCENZA DELLA TECNOLOGIA DEI BRONZI ANTICHI (*)

L'esistenza all'interno della parte cava di molte fibule a navicella di discrete quantità di terra colorata ha portato ad un attento esame su una grande quantità di fibule di questo tipo e simili.

In un primo momento si era pensato che si trattasse di residui di terra di scavo che non era stato possibile asportare nella sommaria pulitura avvenuta all'atto dello scavo: non è facile, se non con strumenti molto sottili, asportare tale materia dalla sua sede. Un'altra cosa che lasciava interdetti era il fatto che non appena si tentasse di rimuovere tale strano corpo, questo opponesse una discreta resistenza ad abbandonare la sua sede; la terra di scavo, invece, se è secca e toccata con strumenti adatti, si sgretola quasi subito. Dei ripetuti tentativi con cui si cercava, sempre con la necessaria cura, di togliere tale corpo ritenuto estraneo, la sola traccia rimasta era quella del solco inciso dallo strumento con cui si tentava la rimozione.

Questa strana pasta ricopre gli angoli interni di molte fibule, in special modo di quelle a navicella, in cui è sempre posta in corrispondenza dei fori che si notano anche dall'esterno.

In un primo tempo erano stati esaminati solo alcuni reperti: non tutte le fibule che necessitano di restauro sono del tipo citato, e, di conseguenza, non si era dato molto peso a questa coincidenza,

(*) Mi è particolarmente gradito ringraziare quanti hanno contribuito con il loro benevolo appoggio alla continuazione di questo tipo di ricerche:

Prof. G. A. Mansuelli, e Dr. G. Gualandi, Direttore e Aiuto dell'Istituto di Archeologia; Prof. R. Miceli, Direttore dell'Istituto di Radiologia dell'Ospedale Maggiore di Bologna; Dr. Nino Monetti, Assistente dell'Istituto di Radiologia dello Ospedale Maggiore di Bologna; Dr. Ruggero Tognato, Assistente di Fisica dello Stato Solido presso l'Istituto di Fisica «A. Righi» di Bologna; Dr. Rosanna Pincelli, della Direzione del Museo Civico Archeologico, che proprio mentre stavo per consegnare queste poche cose, fulmineamente ci ha lasciato. Di Lei non ci abbandoneranno il Suo amore per il Museo, la Sua benevolenza, la Sua generosità ed il Suo spirito sempre giovane che ci ha seguito, sostenendoci, dalle prime scettiche esperienze di restauro fino a ieri nelle nostre più avanzate e recenti ricerche.

soprattutto perché si poteva pensare che i fori fossero le corrispondenti sedi di aggancio del filo che sostiene le perline in certe fibule a doppio arco affiancato (*figg.* 1 e 2) oppure dei tipi a foglia sormontate per tutto l'arco da una spiraletta di filo di bronzo attorcigliata attorno ai sostegni della molla e della staffa.

Una seconda serie di fibule a navicella ed a foglia, con arco abbastanza allargato trasversalmente, annullava però questa ipotesi: si notava infatti che in queste fibule con l'arco più aperto i fori, all'interno, erano fatti a foglia di canale; in alcuni di essi, inoltre era possibile vedere che non si trattava di una sede atta a contenere un ulteriore elemento, il cui ancoraggio, tra l'altro, pareva molto difficile ad ottenersi. Inoltre l'esame che di volta in volta diveniva più attento, metteva in evidenza, in moltissime fibule, che i fori sull'arco erano accuratamente ricoperti con tassellini bronzei e che in alcuni casi era addirittura stato inciso nuovamente, su questi tasselli, il motivo decorativo della fibula.

Si era pertanto portati a pensare che i fori altro non fossero che il vuoto lasciato da perni che tenevano ferma la parte che si intendeva riprodurre in bronzo rispetto al resto della forma in cui veniva fatto colare il bronzo allo stato fuso.

Il problema, a questo punto, necessitava di varie verifiche per eliminare il maggior numero di incertezze che potessero sorgere.

Sono state campionate un certo numero di fibule a sanguisuga liscia ed alcune fibule a sanguisuga con costolature trasversali: in alcune di esse, ad esempio quelle appartenenti alla tomba n. 9 del sepolcreto Melenzani, si vedeva che la terra aveva la stessa consistenza e lo stesso aspetto oltre al medesimo colore, di quelli visti in quelle a navicella (*fig.* 4). Si poteva quindi pensare che alcune delle fibule in questione fossero piene di terra che costituiva il materiale all'interno della fibula.

Restavano però molte perplessità sui metodi atti a tenere ferme le parti in terra, rispetto al contenitore, quando avveniva la colata.

Ho pensato allora di esaminare ai raggi X alcune delle fibule a sanguisuga, scegliendone anche qualcuna fra quelle che, essendo lacunose sull'arco, lasciano intravedere all'interno una massa di terra. Sono state prese in esame le seguenti fibule, tutte appartenenti alle collezioni del Civico Museo Archeologico di Bologna:

1) San Vitale tomba 730: lungh. cm. 5,9; fibula a foglia, con forellini lungo tutto l'arco contenenti ognuno un anellino; l'arco è attraversato, anteriormente e

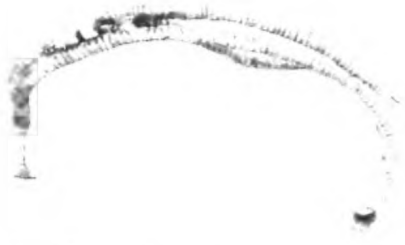


fig. 1



fig. 2

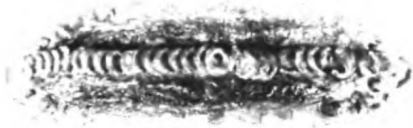


fig. 3



fig. 4



fig. 5



fig. 6



fig. 7



fig. 8

posteriormente, da un sottile filo di bronzo che avvolto a spirale ne percorre la linea mediana (*fig. 3*).

2) Benacci tomba 118; lungh. cm. 4,9; fibula a navicella, con anatrella posta sulla sommità dell'arco e due bottoncini laterali. L'arco è inoltre solcato da 5 linee parallele disposte a figura di romboide, che circonda l'anatrella e del quale due vertici cadono in corrispondenza dei bottoncini; completa (*fig. 5*).

3) Benacci tomba 143; lungh. cm. 7,3; fibula a navicella con arco solcato da due linee parallele che correndo lungo il bordo esterno descrivono un'elissoide; all'interno di questo una croce, sempre costituita da due solchi paralleli, separa quattro zone decorate a sottili lineette; completa (*fig. 6*).

4) Benacci tomba 781; lungh. cm. 6,8; fibula formata da tre archi affiancati di filo di bronzo; fra due archi corre un filo di bronzo più sottile recante perline; manca la staffa (*fig. 1*).

5) Melenzani tomba 7; fibula a navicella con solchi paralleli che corrono ai margini dell'arco e che contengono all'interno una decorazione costituita da cerchielli concentrici; manca parte dell'ago (*fig. 7*).

6) Fibula Piazzì; lungh. cm. 6,3, alt. perno cm. 0,92; fibula a sanguisuga con profondi solchi trasversali; manca della molla, dell'ago e della staffa (*fig. 8*).

Le fibule che seguono sono state anche esaminate ai raggi X.

7) Melenzani tomba 9; lungh. cm. 5,2; fibula a sanguisuga con decorazione costituita da linee e puntini; mancano l'ago e la staffa; peso gr. 9,00.

8) Melenzani tomba 9; lungh. cm. 5,3, fibula a sanguisuga con la stessa decorazione della precedente, manca di parte dell'ago e pesa gr. 9,30 (*fig. 12*).

9) Melenzani tomba 9; lungh. cm. 5,3; fibula a sanguisuga con solchi trasversali decorati a puntini e linee oblique, mancano ago, staffa e molla; pesa gr. 7,80 (*fig. 16*).

10) Melenzani tomba 9; lungh. cm. 5,3; fibula in tutto uguale alla precedente; pesa gr. 10,31 (*fig. 15*).

11) Melenzani tomba 9; lungh. cm. 3,4; fibula a sanguisuga con solchi trasversali, manca dell'ago e della staffa; pesa gr. 5,14 (*fig. 14*).

12) Melenzani tomba 47; lungh. cm. 6,5; fibula a sanguisuga; manca di parte dell'ago e pesa gr. 53,25.

13) Melenzani tomba 47, lungh. cm. 6,1; fibula a sanguisuga, completa; pesa gr. 56,30.

14) Melenzani tomba 64; lungh. cm. 6,1; fibula a sanguisuga, mancano 5 cm. di ago ed è in tutto simile alla precedente; pesa gr. 35,80.

15) Melenzani tomba 64; lungh. cm. 4,2; fibula a sanguisuga con decorazione costituita da due linee parallele che corrono lungo il contorno esterno; nella zona interna una linea mediana costituita pure da due solchi paralleli, divide lo spazio in due zone decorate da sottili linee inclinate; completa, pesa gr. 20,28 (*fig. 13*).

16) Melenzani tomba 64; fibula a sanguisuga mancante della molla dell'ago e della staffa pesa gr. 25,82.

17) Melenzani tomba 64; lungh. cm. 3,8; fibula a sanguisuga; mancano la molla e metà della staffa; pesa gr. 9,70.

1) *Mostra dell'Etruria Padana e della città di Spina*, Catalogo, 1961, p. 59, n. 32.



fig. 9



fig. 10



fig. 11



fig. 12



fig. 13

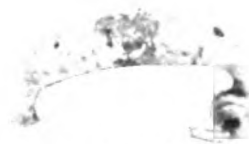


fig. 14



fig. 15



fig. 16

*fig. 17*

18) Melenzani tomba 64; lungh. cm. 4; fibula a sanguisuga con arco leggermente schiacciato; manca dell'ago e pesa gr. 12,00.

19) Melenzani tomba 64, lungh. cm. 3,5; fibula a sanguisuga; mancano ago, molla e staffa; pesa gr. 10,30.

20) Melenzani tomba 64; lungh. cm. 4,3, fibula a sanguisuga mancante di ago, molla e parte della staffa; pesa gr. 9,20.

21) Romagnoli X 1893; lungh. cm. 6,1; fibula a sanguisuga mancante di parte dell'ago; pesa gr. 34,06.

22) Romagnoli 11; lungh. cm. 3,5; fibula a sanguisuga, mancante dell'ago e della staffa; pesa gr. 12,30.

Sono state adoperate radiazioni penetranti in quanto dovevo ottenere immagini per trasparenza di oggetti molto spessi: è infatti noto che il potenziale della radiazione è direttamente proporzionale allo spessore dei corpi da attraversare e varia con gli elementi costituenti il corpo stesso.

Le radiografie effettuate (*fig. 17*) lasciando chiaramente vedere che nessuna delle fibule esaminate è costituita completamente di bronzo ma ognuna di esse reca all'interno un'anima di terra, attraversata da uno o più perni disposti con angolo diverso rispetto all'asse trasversale della fibula e che detti perni non hanno andamento uguale per tutti i tipi di fibule: sono talvolta centrali, obliqui, possono inoltre essere anche separati sia dal bordo superiore che dall'inferiore. Quelle fibule che hanno all'interno i perni obliqui, ci riportano alle fibule a navicella vuote che al posto di questi recano dei fori.

In conseguenza di quanto osservato radiograficamente si è portati a pensare che l'anima di terra fosse ancorata alle due valve della conchiglia di fusione mediante perni, che servivano ad evitare o disposizioni trasversali o comunque spostamenti rispetto ad una certa simmetria del sistema, dell'anima in terra.

Un'anima in terra o in terracotta, in forma di mandorla più o meno allungata, era il primo stadio della costruzione di una fibula (a questo proposito, sarebbe interessante riuscire ad avere informazioni sulle energie cedute o assorbite dai vari strati a contatto con la terra o terracotta e paragonare fra loro le eventuali diversità esistenti: effettuata una sezione trasversale dell'anima di terra, dopo averla opportunamente preparata, si potrebbe analizzare la sezione mediante tecniche a fluorescenza o termoluminescenza).

Sulla questione si possono effettuare le seguenti ipotesi: lo strato più esterno dell'anima, quello in sostanza che è venuto a contatto

con la massa fusa, è stato modificato nel suo stato fino ad una cottura o ricottura parziale dello strato più esterno, tanto che si nota una diversità di aspetto fra questi due strati. Questo conduce all'ulteriore considerazione che la terra costituente l'anima della fibula non è stata cotta dentro un forno o comunque con somministrazione di calore atto a modificarne lo strato, ma è stata semplicemente posta ad essiccarsi.

Nel caso in cui invece, la superficie interna ed esterna mostrino un'uniformità di densità è possibile pensare che l'anima della fibula sia stata cotta ad una temperatura molto prossima a quella raggiunta al contatto fra l'anima ed il bronzo fuso della colata.

Può infine accadere che la terra della fibula mostri caratteristiche atte a dimostrare la sua cottura a temperatura superiore a quella di contatto fra nucleo e massa fusa e mettere quindi in evidenza che la temperatura istantanea di contatto è minore di quella di cottura dell'anima stessa.

Sono state effettuate sezioni in due esemplari in cui più facile era la rimozione del nucleo di terra: si tratta delle fibule 2 e 3 appartenenti al sepolcreto Benacci. Le foto al microscopio effettuate su tali sezioni, con fattori di ingrandimento 90 x, lasciano vedere una leggerissima zona esterna più cotta rispetto all'area generale della sezione: questo porta a considerare l'ipotesi di una cottura di questa mandorla di terra ad una temperatura inferiore a quella di contatto con la massa della colata. La zona esterna della sezione che si intravede infatti è più cotta dell'interna. Ma torniamo ai perni: si pensa che essi servissero ad impedire alla terracotta interna di spostarsi all'arrivo del getto fuso.

Ammettiamo che questi artigiani si servissero della tecnica a cera perduta: abbiamo così una fibula in cera che avvolge completamente la terracotta; quando si riscalda la conchiglia o il contenitore in terra, la cera fuoriesce dagli sfuati e la parte in terracotta cade verso l'esterno della parete; all'arrivo del getto attraverso il foro di colata l'anima si sposta, senza occupare alla fine di ogni colata la stessa sede; ne consegue la necessità di fissare tale terracotta alla parete esterna del contenitore. La sede del perno, rimosso dopo il raffreddamento, veniva successivamente riempita di bronzo che colando ne colmava la cavità. La successiva rifinitura nascondeva quest'ulteriore intervento. Esempi di tale lavoro di rifinitura sono visibili nelle fibule Benacci tomba 182 e De Lucca tomba 151.

Si può anche ipotizzare la costruzione di un'anima in terracotta con due sporgenze esterne che costituissero i perni, che venivano eliminati non appena la fibula fosse estratta dopo la solidificazione, in maniera analoga è possibile pensare a perni di natura diversa (legno o altro) utilizzati e quindi rimossi (nel caso del legno occorre tener presente la temperatura di ignizione del legno che poteva comportare qualche inconveniente).

Un esempio di perno esterno è dato dalla fibula n. 6, di incerta provenienza (fig. 8). Un casuale urto durante il trasporto al Museo ha reciso la base del perno: la troncatura è stata netta e l'arco, privato di questa sporgenza, ha aspetto uguale a quello delle fibule del Museo.

Questa tecnica di costruzione sembra essersi conservata anche nei periodi successivi, con leggere modifiche derivanti dall'adattamento di questo metodo a pezzi di aspetto diverso. Le fibule a navicella vuota recano ancora i fori di passaggio dei perni alle due estremità dell'arco.

È evidente quindi che anche per ottenere le fibule a navicella vuota, oltre a quelle a losanga e simili, che constano di un arco esteso in superficie ma sottile, il meccanismo era il medesimo: unica differenza era costituita dalla rimozione finale della sede interna in terracotta che non serviva più ad alcuno scopo e che era facilmente asportabile essendo accessibile a differenza che nelle fibule a sanguisuga. In alcuni casi poi, i fori, sedi dei perni, venivano uniformati alla parte restante della fibula con ulteriori apposizioni e con ritocchi.

Per verificare infine che il bronzo fosse effettivamente fuso sono state effettuate prove sulla superficie esterna di alcune fibule mediante raggi X utilizzati in «back-reflection» e le informazioni ricavate sono state confrontate con quelle ottenute dalle immagini riprese al microscopio ottico. La preparazione dei campioni per l'osservazione al microscopio ottico ha necessitato di alcune precauzioni atte a non modificare in nessun modo lo stato della lega e delle fasi. Le superfici della fibula sono pertanto state preparate con abrasione mediante rotazione di sottili dischi di carta al *carborundum* immersi in allumina. Le superfici sono state infine rese speculari con lucidatura, mediante tessuto adatto, sempre in immersione. Le parti così trattate sono state lavate con acqua bidistillata, asciugate ed infine attaccate con una soluzione contenente 5 cc. di acido solforico, 100

cc. di acqua ossigenata 12 vol.; l'immersione in questa soluzione è durata, per ciascun campione, 25 secondi.

Sono state fotografate al microscopio delle formazioni di dendriti molto ben delimitate che non lasciano dubbi sulla formazione dell'oggetto per fusione.

In conclusione si può dire che i cilindretti che si trovano all'interno delle fibule altro non sono che le sedi dei perni o i perni stessi che impedissero all'anima in terracotta di vagare entro la forma in cui successivamente veniva effettuata la colata. Rimossi i perni, le cavità sono state chiuse con metodi diversi a seconda del tipo di fibula costruito; si è inoltre notato che talvolta sono stati ripetuti i motivi decorativi della fibula sul tassello di chiusura. Può essere interessante inoltre l'indicazione data dal peso delle fibule; in conseguenza di questo fatto si nota che le fibule nn. 13 e 14 hanno le stesse dimensioni, lo stesso aspetto sia interno che esterno ma differiscono in peso di gr. 20,20. Si potrebbe pensare quindi che le fibule non sono state fuse con la stessa matrice, ma darebbe qualche perplessità il fatto che non appartengono alla stessa tomba e quindi non necessariamente sono state costruite dallo stesso artigiano. Questo però non vale nel caso delle fibule nn. 9 e 10, appartenenti alla tomba n. 9 della necropoli Melenzani le quali hanno stessa forma, uguale parte interna in terracotta e differiscono di gr. 2,51. — Sarà interessante prendere in considerazione tale statistica anche in avvenire.

Si può inoltre stabilire, in funzione della tecnica attuata, un'approssimata valutazione sulla cronologia tecnologica che porrebbe le fibule a sanguisuga allo stadio più antico rispetto a quelle a navicella vuota, ed in epoca ancora più recente, rispetto a queste ultime, la costruzione delle fibule a foglia, anche se archeologicamente sono tutte considerate dello stesso periodo.

LIVIO FOLLO