Fratello Focu e la scoperta dei metalli

LA PIRO-METALLURGIA

ΠΥΡΟ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΊΑ

Domenico Capodilupo

CHE COS'È LA PIRO-METALLURGIA?

In natura i metalli puri o le loro leghe sono praticamente introvabili, ad eccezione dell'oro e di alcune forme di rame nativo o di ferro di origine meteoritica "ΣΊΔΕΡΟ – Siderò"(da cui sidereo), i metalli sono presenti nella crosta terrestre solo in forma di composti minerali.

Dai composti esistenti in natura (per lo più ossidi o sali di due o più metalli) è, però, possibile ottenere del metallo con processi di trasformazione per lo più artificiali ma che possono prodursi anche accidentalmente.

Questi processi richiedono, infatti, una reazione chimica (riduzione degli ossidi e/o scissione dei composti), che viene attivata principalmente con un'azione termica.

Il mezzo che è in grado di assolvere a questa funzione è "FRATELLO FOCU"

Nella storia umana è, infatti, proprio il fuoco che ha determinato la possibilità di produrre metalli ed anche l'arte di trasformarli in beni strumentali.

La **Pirometallurgia** è una parola (inventata verso la fine del 1800), che viene usata comunemente proprio per indicare lo strettissimo legame del fuoco con la produzione e la lavorazione dei metalli[1].

L'etimologia stessa viene ΠΥΡΑΣ (Pyras) ovvero pira o cumulo di fuoco (organizzato e controllato) e da ΕΡΓΑΣΙΑ (érgasìa) ovvero "opera di trasformazione" dei metalli.

LA SCOPERTA DEI METALLI

I metalli rappresentano, come tutti gli altri materiali, uno strumento, un'opportunità che è stata storicamente utilizzata da chi possedeva (o si impadroniva di) risorse materiali e capacità pratiche: sono importanti per se, ma anche in rapporto all'uso ed alla conoscenza che ne avevano le popolazioni limitrofe.

La scoperta dei metalli e delle loro leghe viene tradizionalmente fatta risalire ad eventi casuali in una regione che comprende almeno l'Anatolia, la Mesopotamia, il Caucaso e la montuosa che si espande verso la Persia, l'India e la Cina.

La presenza in natura di metalli allo stato metallico (metallo nativo), anche se rara, è stata la probabile prima occasione fascia di scoperta da parte dell'uomo delle

[1] La pirometallurgia è la tecnologia di gran lunga più usata per la produzione e la lavorazione di metalli. Essa si associa ad altre due tecnologie meno utilizzate note come "Idrometallurgia" (in acqua) ed "elettrometallurgia" che fa uso dell'elettricità.

proprietà utili per realizzare sia oggetti di ornamento che strumenti: il riferimento è all'oro, all'argento ed al rame nativi, ma anche al ferro meteoritico[2].

Il rame, come l'oro, èra già noto nelle civiltà primitive grazie alla presenza in natura del metallo nativo soprattutto nelle aree (limitrofe alla "mezzaluna fertile") dove si sono sviluppate le prime forme di civiltà (Vedi fig.1). I recenti ritrovamenti archeologici hanno permesso di retrodatare l'età del rame ad oltre 7000 anni A. C. Non è certo, tuttavia, che queste popolazioni fossero, però, in grado di produrlo.

Primi e sporadici esempi di uso metallurgico del rame compaiono nel V millennio (a Vara, Bulgaria, nel ca. 4400 a. C.)

Il ritrovamento nel 1991, sulle Alpi, dell'uomo del Similaun (noto anche come Ötzi), risalente al 3200 a.C., ha permesso di accertare che egli era equipaggiato con un'ascia avente una punta costituita da rame puro al 99,7%.

Questa elevata purezza del rame è forse l'unico indizio che consente di dedurre che questo oggetto (di più di 5000 anni) fosse stato prodotto per fusione in un crogiolo (a oltre 900°C).

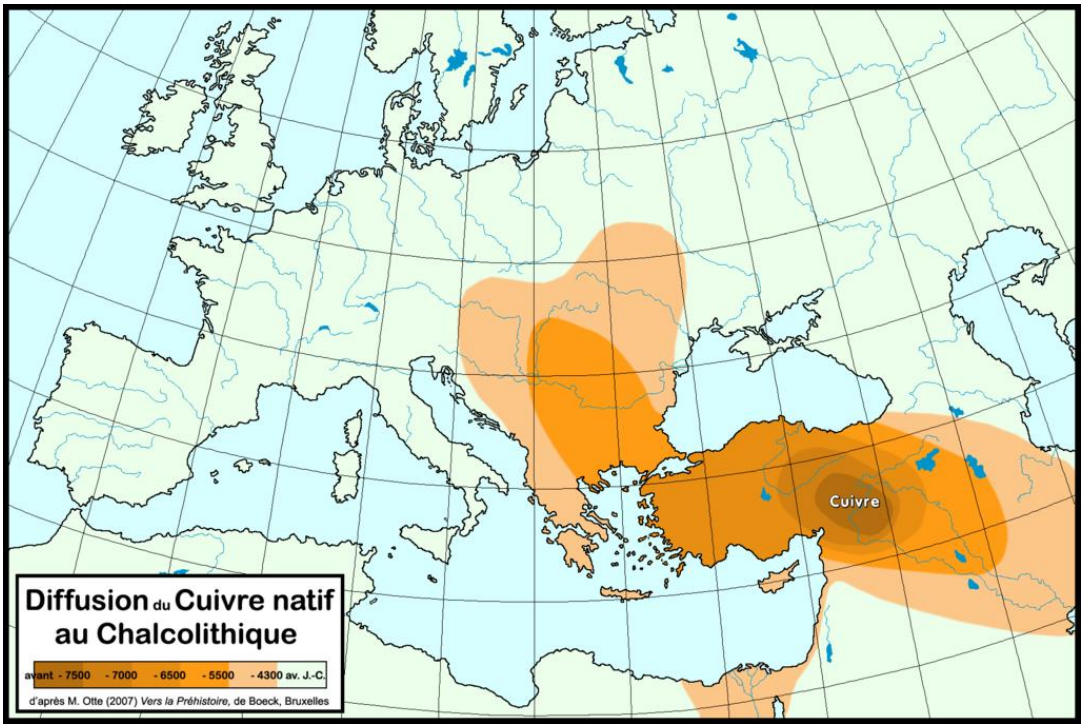

Fig.1 - Diffusione del rame nativo nell'era Calcolitica

Lucrezio (94 – 50 A.C.), nel quinto libro del *"de rerum natura"* (vv. 1241-1343), fa risalire la scoperta dei metalli al fuoco che incendia le foreste.

[2] elaborato da LA SCOPERTA DEI METALLI: MITOLOGIA E TERMODINAMICA - Mauro Cavallini Dip. ICMA – Sapienza Università di Roma www.enco-journal.com/journal/ej37/**cavallini**.html

Quod super est, ae[s at]que aurum ferrumque repertumst
et simul argenti pondus plumbique potestas,
ignis ubi ingentis silvas ardore cremarat
montibus in magnis, seu caelo fulmine misso,
sive quod inter se bellum silvestre gerentes
hostibus intulerant ignem formidinis ergo,
sive quod inducti terrae bonitate volebant
pandere agros pinguis et pascua reddere rura,
sive feras interficere et ditescere praeda…….

Poi scoprirono il rame, l'oro ed il ferro,
il peso dell'argento e il potere del piombo,
quando gli incendi avevano arso grandi foreste
su grandi montagne, o per un fulmine sceso dal cielo
o perché gli uomini, facendosi guerra nei boschi,
gettavano il fuoco per spaventare i nemici,
o perché, sedotti dalla bontà del terreno, volevano
aprire ricchi terreni o ridurre i campi a pascoli,
o uccidere fiere e arricchirsi delle loro prede,,,,,,,,,,.

Ovviamente Lucrezio non aveva conoscenza dei principi termodinamici che regolano la produzione dei metalli. La sua spiegazione si basa soprattutto sulla conoscenza del fatto che il fuoco è il mezzo per la forgiatura dei metalli e che è sempre il fuoco che è presente nei reattori chimici primordiali, usati per la sua produzione anche in epoca preistorica.

E' molto più probabile, infatti, che il primo metallo sia stato prodotto, sempre accidentalmente, per la prima volta dall'uomo in fornaci adibite alla cottura dei vasi di terra decorati. In questi ambienti, infatti, si possono generare sia le condizioni termiche che chimiche per la riduzione degli ossidi, l'arrostimento dei solfuri, o la decomposizione dei sali.

A me piace pensare che il primo evento si sia, invece, generato proprio in una fornace dove un vasaio abbia voluto laccare con polvere blù il suo manufatto.
Nel fare ciò abbia usato ad esempio l'Azzurrite (carbonato di rame) mostrata in fig 2 e che abbia caricato di troppa legna il suo forno (magari per fissare "meglio" la lacca) .

Fig 2 - Azzurrite ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$)

In questo caso l'eccesso di legna può aver alzato la temperatura del forno oltre i 1000 °C ed arricchito la sua atmosfera in CO.
Questo ha determinato, prima la disidratazione, quindi la scissione del carbonato, e subito dopo ha protetto il rame dalla riossidazione.
Inevitabilmente del rame metallico si è raccolto alla base del vaso.

LA SCOPERTA DEL METALLO E LA PIRO-METALLURGIA

La "scoperta" all'interno del forno di questo metallo, peraltro già noto, ha permesso, ai primi fabbri, di capire come con l'azione del fuoco, gestito all'interno di una fornace, fosse possibile produrre rame in quantità non più dipendenti dalla casualità dei ritrovamenti di metallo nativo ma in funzione della presenza di minerali e composti molto più abbondanti sulla crosta terreste.

Precedentemente la tecnologia dei metalli già faceva uso del fuoco (con particolare riferimento all'oro) ma solo per modellare gli oggetti o per agglomerare e fondere le pagliuzze e le sabbie d'oro raccolte dai fiumi[3]. Queste venivano poste in crogioli, eventualmente coperti, che venivano riscaldati dall'esterno con il fuoco.

Naturalmente ciò era possibile solo con l'oro, mentre per estrarre il rame e lo stagno (ricavabile per riduzione della cassiterite SnO2) dai minerali vi era la necessità di un ambiente riducente e quindi potevano essere prodotte solo all'interno dei forni.

Nasce così la prima metallurgia come un'arte divina che trasforma la "pietra" in un metallo all'interno di fornaci ardenti. Un'arte che è figlia diretta del fuoco e di chi è in grado di dominarlo.
La trasposizione mitologica di questa attività di trasformazione, molto pericolosa e malsana è rappresentata dal dio Vulcano (Efesto in Grecia) che, sebbene deforme e storpio, è pur sempre una divinità che è in grado di trasformare la pietra in un metallo utilizzando il fuoco nelle fornaci ardenti dell'Etna.

La produzione routinaria di questi metalli rari (soprattutto per oggetti di lusso e ornamentali) e spesso nelle stesse fornaci porta, a partire dal terzo millennio A.C., porta come evoluzione successiva, alla invenzione del bronzo.

Ci si rese conto, infatti, che il 10% di stagno nel rame generava un nuovo metallo più duro e resistente e quindi molto più adatto del rame di Ötzi a costruire utensili: il BRONZO.

Da un punto di vista geologico, però, rame e stagno raramente sono vicini., quindi la produzione di una sua lega presuppone l'esistenza di uno scambio organizzato di

[3] Anche in questo caso il riferimento mitologico e quello degli Argonauti nella ricerca del "Vello d'oro". Questo non è altro che un'antica tecnologia di cattura delle pagliuzze d'oro dalle acque dei fiumi. L'acqua veniva fatta scorrere sopra una pelle di montone che tratteneva le pagliuzze d'oro nella lana. La ricerca era quella di un fiume che contenesse oro.

materiali per mettere a frutto una vera e propria invenzione tecnologica. La lega, non era, infatti, ottenuta per la trasformazione di materiali naturali (come l'oro per fusione o la terracotta per cottura), ma per un intervento di miscelazione, fusione e forgiatura, prodotto di uno studio ed una metodica tecnologicamente dominata.

La produzione del BRONZO costituisce un primo esempio di "piro-metallurgia" anche se non può essere, ancora, considerata tecnologia.

Questo nuovo metallo, diventa inoltre determinante per creare un nuovo strumento pensato, per la prima volta, unicamente per il combattimento: la spada; da non impiegare per uso strumentale o di caccia e di offesa/difesa, come poteva accadere per i pugnali, le frecce, le lance in pietra e metallo.

Con la produzione del bronzo, diventa strategica la necessità di dar luogo a interscambi commerciali organizzati, si apre così una vera e propria rivoluzione socio-culturale che da origine ad una nuova epoca denominata "età del bronzo" e che si protrarrà per almeno 2000 anni.

Durante questi duemila anni il progresso tecnologico interessa proprio lo sviluppo delle fornaci ed i sistemi di controllo del fuoco.

Il soffiaggio dei focolari (figura 3) consente di raggiungere nelle fornaci temperature sempre più elevate favorendo lo sviluppo di leghe sempre più sofisticate.

E' di questo stesso periodo anche la scoperta in Fenicia del vetro, la cui produzione è fortemente correlata con le elevate temperature raggiunte in queste fornaci (anche otre i 1200 °C).

Fig 3 – soffiatori di fuoco nell'antico Egitto[4]

[4] http://ilmondodiaura.altervista.org/EGIZI/SOCIETAEGIZI.htm
Egitto - Antica Menfi, necropoli di Saqqara (Patrimonio dell'Umanità UNESCO, 1979) - Mastaba di Mereruka, Antico Regno, VI Dinastia. Interno, particolare di rilievo raffigurante una fase della lavorazione del metallo.

Durante questo periodo (a partire dal secondo millennio A.C.) iniziano a comparire in Anatolia i primi oggetti di ferro prodotti non più da ferro meteoritico.

Questo nuovo metallo è anch'esso un prodotto che probabilmente è stato rinvenuto quasi casualmente durante la produzione del rame in fornaci a cumulo. Ci si accorse, infatti, che usando come argille per sigillare i forni, le terre nere delle paludi (ricche di idrossidi di ferro), si poteva ottenere, per fusione in ambiente riducente ricco di carbonio, una sostanza scura spugnosa, molto simile al ferro metallico di origine meteoritica.

La necessità di lavorare questo sottoprodotto, anche se molto più complessa delle lavorazioni degli altri metalli fu probabilmente dettata dalla carenza di stagno per produrre il bronzo per gli utensili che si manifestò intorno al XII secolo A.C..

Ben presto questa lavorazione divenne la tecnica più diffusa per sostituire gli oggetti di bronzo già in uso e per generare altri strumenti per nuovi usi.

Ovviamente anche per lo sviluppo e l'affermazione di questo nuovo prodotto fu necessario sviluppare, in epoca successiva, nuovi tipi di forni molto più adatti a questo scopo.

Ancora in epoche abbastanza recenti (Basso medioevo) la produzione avveniva mediante la riduzione dei minerali di ferro, immessi in una fossa scavata nel terreno detta "Basso Fuoco", con carbone di legna in grado di generare una massa spugnosa (Blumo) dove il ferro metallico era in quantità ancora piuttosto modesta. Il ferro si ricavava per successivi riscaldamenti e martellature.

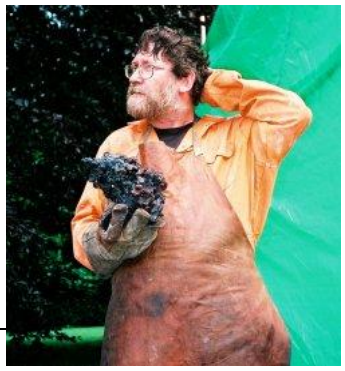

Fig. 4 - Produzione di un massello di spugna di ferro (blumo) secondo la tecnica del basso fuoco[5]

[5]http://www.brad.ac.uk/acad/archsci/depart/resgrp/amrg/Rievaulx02/Rievaulx.htm

Nei secoli successivi fino ai giorni nostri la tecnologia ha portato a sviluppare nuovi tipi di forno sempre più evoluti fino ai moderni altiforni (per la produzione della ghisa) e ai convertitori ad ossigeno (per la produzione dell'acciaio).

Come si è visto tutto questo sviluppo che è durato quasi diecimila anni è basato sul fuoco generato dalla combustione di carbonio (legno, carbonio, idrocarburi) con ossigeno (aria o ossigeno puro), e quindi su di un fuoco tradizionale.

Solo 200 anni or sono si è cominciato ad immaginare di produrre i metalli con un nuovo fuoco completamente diverso da quello tradizionale, il "fuoco elettrico" [6],. La prima idea si manifestò solo 10 anni dopo che Volta aveva inventato la pila elettrica, Nel 1810 H. Davy costruì un prototipo che utilizzava l'arco elettrico per fondere del metallo. Ci vollero però altri 90 anni di evoluzione perché Stassano nel 1898 costruisse a Roma (e poi a Darfo) un vero forno elettrico ad arco per produrre ghisa.

Sono seguiti anni di progresso continuo ed oggi con il "fuoco elettrico" (ad arco, ad induzione, ed a resistenza) si produce quasi il 30% dell'acciaio nel mondo.

Terni – 20/07/2014

Domenico Capodilupo

[6] A.Volta: De vi attractiva ***ignis electrici*** ac phænomenis inde pendentibus, - Anno 1769