

DAI MANUFATTI AI SAPERI: LA VALORIZZAZIONE DELLA CULTURA TECNICO-SCIENTIFICA

«Le cose hanno vita propria» proclamava lo zingaro con aspro accento «si tratta soltanto di risvegliargli l'anima» (G. G. Marquez, *Cent'anni di solitudine*)

Il Museo del Patrimonio Industriale si pone l'obiettivo di ricostruire, attualizzare, prevedere lo sviluppo della identità culturale del territorio bolognese per quanto riguarda il settore manifatturiero. Espone oggetti, modelli, macchine, immagini, testi filmati che servono a presentare Bologna in un arco di tempo che va dal Quattrocento ad oggi; i percorsi di lettura intrecciano storia, economia, tecnologia, situazioni sociali ed hanno come linee interpretative quelle della innovazione e della formazione.

Nel 2007 il museo ha avuto oltre 30 000 visitatori, di questi oltre 20 000 erano studenti di vari gradi di scuola.

I patrimoni culturali sedimentano e sintetizzano molte situazioni, per questo la loro lettura deve essere condotta su linee di analisi preferenziali che servono ad approfondire tematiche diverse, senza dimenticare gli elementi di collegamento dell'insieme. In particolare va sottolineato come quasi sempre siano i «territori» che nei loro modi di esprimersi e organizzarsi determinano le situazioni in essere e le scelte che ad esse hanno condotto.

Considero questo un elemento fondamentale, la lettura critica dei patrimoni può servire a superare uno dei più stressanti elementi della socialità, quello del rapporto fra globale e locale. Va compiuto uno sforzo perché lo spaesamento, lo sradicamento che rischia di generare la globalizzazione siano equilibrati dalle esperienze specifiche del territorio. Non con spirito provinciale, il «piccolo è bello» è solo un modo di dire, ma per ritrovare in ciò che è ed è stato le basi culturali che servono a leggere il complesso, comunque vasto, ed a farne sintesi di interpretazione e di scelta.

Siccome analizziamo realtà complesse sarà necessario, di volta in volta, scegliere linguaggi e tecniche di laboratorio appropriate. Credo debba essere accettabile, in questo quadro, l'approssimazione dei linguaggi e dei concetti, evitando notizie false e dichiarando i punti di criticità.

Cercherò di presentarvi un insieme di oggetti esposti nel museo proponendo delle possibili letture. Si tratta di suggestioni e non di vere e proprie indicazioni di possibili interventi didattici. Per questi serve inevitabilmente la mediazione dei docenti.

Richiamo alcune linee di lettura degli oggetti:

LE GRANDEZZE FISICHE

- **FORZA**
- **LAVORO**
- **ENERGIA**
- **POTENZA**
- **RENDIMENTO**

GLI STRUMENTI, LE MACCHINE, I MODELLI

- **LEVA**
- **PIANO INCLINATO**
- **PULEGGE, VITE SENZA FINE**
- **INGRANAGGI**
- **RIDUTTORI**
- **MACCHINE DA PRODUZIONE**

LA STORIA

- ASPETTI DE SISTEMA ECONOMICO
- TRASFERIMENTO ALLE MACCHINE DI LAVORO E ABILITÀ
- QUANTITÀ DEI PRODOTTI
- QUALITÀ DEI PRODOTTI
- COSTI (LAVORO, PROCESSI MATERIALI)

LA TECNOLOGIA

- FORME GEOMETRIA DIMENSIONAMENTI
- LAVORAZIONI
- MATERIALI
- TRATTAMENTI
- SCELTE

Proporrò alcune riflessioni riferite al problema della demoltiplicazione (o moltiplicazione) della forza ed alla trasformazione-trasmissione del moto.

Nel primo caso si può osservare come dal principio della leva e del piano inclinato derivino le applicazioni tecniche utilizzate. La leva è alla base della trattazione delle pulegge e degli ingranaggi, il piano inclinato è alla base della trattazione della vite senza fine.

In generale l'osservazione degli oggetti può portare alle considerazioni seguenti:

- la trasformazione della forza lascia invariato il lavoro (se si ottiene una forza più piccola va applicata per uno spostamento più grande),
- oggetti che usano lo stesso principio possono avere forme molto diverse e non facilmente riconducibili l'uno all'altro (la bilancia, nell'antichità, per secoli è stata trattata come un oggetto a sé stante e non come una leva),
- mano a mano che si determinano necessità di maggiori potenze i sistemi meccanici evolvono in dimensioni, forme geometriche, in scelta dei materiali, in trattamenti delle superfici, in accorgimenti che consentano di migliorare la durata e/o di predeterminare i punti di cedimento,
- collegato a questo elemento è il tema del rendimento, ogni trasformazione di moto comporta perdita di energia a causa degli attriti, di qui derivano ulteriori problematiche da affrontare con gli stessi criteri visti sopra.

Come c'entra il territorio con tutto ciò?

Oggi Bologna è uno dei territori col reddito più alto a livello europeo, generato in modo determinante dal settore manifatturiero. Il comparto produttivo più forte, per fatturato, numero di aziende, internazionalizzazione, export è quello delle macchine automatiche, particolarmente per il confezionamento. Fa parte della nostra vita quotidiana venire a contatto con questa realtà, anche se non ce ne rendiamo conto. Detersivi, cosmetici, sigarette, farmaci, alimenti, carta in pacchi o rotoli, del nostro comune uso hanno una probabilità altissima di essere confezionati da una macchina bolognese. Nonostante questo i nomi delle aziende produttrici (GD, IMA, ... solo il nome Carpigiani, macchine per il gelato, ha qualche notorietà) non sono noti, perché i loro prodotti non si rivolgono direttamente al consumatore, ma ad altri produttori.

Quando scartiamo un cioccolatino dalla sua stagnola ben aderente proviamo a pensare quale debba essere la complessità della macchina che lo ha confezionato (poi pensiamo anche alla scatola), quali e quanti movimenti siano stati necessari, quali accorgimenti siano stati assunti perché il tutto avvenisse in ambiente non contaminante (visto che parliamo di alimento).

Normalmente l'energia per il moto delle macchine è fornita da motori elettrici rotanti, il complesso dei movimenti necessari alle operazioni (circolari o alternati a diverse velocità, arresti temporanei, movimenti di presa, devono essere realizzati attraverso processi di trasformazione del moto, un tempo quasi esclusivamente meccanici, ora elettromeccanici o fluidodinamici. Si tenga conto anche del fatto che il movimento deve essere «preciso» e realizzato alla maggiore velocità possibile per ammortare il valore di una macchina inevitabilmente costosa. Insomma il modo di trasmettere e trasformare il moto è decisivo: alla macchina si chiede di comportarsi con la delicatezza e destrezza di una mano umana, ma con maggiore precisione e rapidità.

Negli oggetti proposti si potrà vedere come alla base della trasformazione di alcuni particolari legati a questo tema ci siano valutazioni scientifiche, tecnologiche, spinta alla innovazione, formazione dei tecnici che devono sovrintendere ai processi. Ci troveremo, infatti, spesso di fronte a modelli prodotti appositamente ai fini di formazione.

La **foto 1 e 2** mostrano 2 modelli da laboratorio per lo studio delle forze collegate all'uso di leve e carrucole (strumenti di metà Ottocento), la **foto 3** il tema della trasmissione del moto da ruota a ruota attraverso strisciamento, con variazione del numero di giri (in funzione del rapporto dei diametri) e/o senso del moto.

Per rendere più efficace (regolarità e riduzione di perdita di energia) la trasmissione si usano ruote dentate:

- **foto 4 e 5** esempi di ruote a pioli e a pioli + gabbia (modello di mulino da seta), con trasmissione su assi ortogonali, sistema di origine medioevale,
- **foto 6** trasmissione su assi paralleli, associato a movimento alternato (modello di metà Ottocento),
- **foto 7** trasmissione su assi paralleli (ruota oziosa, la ruota centrale non modifica il rapporto di trasmissione, serve a far sì che la 1^a e la 3^a si muovano nello stesso senso) (modello di metà Ottocento),
- **foto 8 e 9** ruote in acciaio su assi paralleli (macchina limatrice dell'inizio Novecento),
- **foto 10** (a,b) Ingranaggi del Mulino della Cartiera del Maglio (fine dell'Ottocento),
- **foto 11** (a,b,c) apparecchiatura didattica, attuale, per la verifica degli effetti della diversa sequenza degli ingranaggi.

L'osservazione delle foto da 4 a 9 consentono di vedere

- a) il cambiamento dei materiali, nel tempo sono trasmesse potenze sempre più elevate ed i materiali devono essere più resistenti,
- b) la forma dei denti passa da quadrata (foto 6) ad una forma arrotondata in modo approssimato (foto 7) a forme geometricamente studiate (foto 8), ad evolvente o ad epicicloide, ciò al fine di ridurre gli attriti e ridurre gli sforzi sui denti aumentandone la durata e riducendo le perdite per attriti,
- c) va aggiunto che oggi i metalli ricevono dei trattamenti superficiali atti a migliorarne le prestazioni.

Il tutto comporta processi progettuali e costruttivi scientificamente e tecnologicamente fondati, sempre più elaborati.

L'osservazione della foto 10 consente un ulteriore ragionamento, si vede che una delle ruote è totalmente metallica, l'altra è di metallo con inserti (denti) in legno. Non si tratta evidentemente di una difficoltà costruttiva, ma di una scelta. Come sempre avviene in fase di progettazione si individuano i punti critici e si cerca di predeterminare dove si possano registrare eventuali rotture, scegliendo le situazioni dove è più facile intervenire con la sostituzione dei pezzi. Nel nostro caso evidentemente si andrà alla rottura prioritaria dei denti in legno, facili da costruire e da sostituire.

Altra linea di osservazione è quello dell'uso della vite senza fine:

- **foto 12** strumento di laboratorio per lo studio del piano inclinato (strumento metà Ottocento),
- **foto 13** (a,b) strumento di laboratorio per lo studio della vite senza fine (strumento di metà Ottocento); la vite, in generale, applica il principio del piano inclinato, la riduzione della forza dipende dal numero di denti della ruota e dal numero dei principi della vite (che determinano la riduzione del numero dei giri fra i due assi), nella foto il moto viene trasmesso su assi perpendicolari,
- **foto 14** mostra un prodotto industriale che applica il principio della vite, si tratta di un riduttore; l'impiego di questi componenti è molto diffuso (tapparelle elettriche, cancelli automatici, motobetoniere) ed è presente in moltissime macchine per la produzione,
- **foto 15** mostra il modello del mulino da seta, macchina quattrocentesca,
- **foto 16** riproduce una planche della Enciclopedia che rappresenta il modo di trasmettere il moto dall'interno del mulino, una comparazione ragionata evidenzia che la movimentazione è data, nei fatti, da una vite senza fine; la foto 16 mostra «una ruota a zeta», si tratta di una vite in cui una parte del filetto viene privata della sua inclinazione, questo fa sì che l'ingranaggio collegato abbia un moto circolare «a pause» mentre la ruota primaria gira con continuità,

- **foto 17** mostra il complesso della macchina in cui la ruota è inserita; si tratta di una macchina automatica ACMA degli anni Cinquanta per incartare le caramelle a doppio fiocco.

La ruota a zeta costituisce un passaggio fondamentale nello sviluppo della progettazione.

Spero di essere riuscito ad evidenziare come l'oggetto tecnico permetta diverse letture che vanno dalla semplice osservazione funzionale ad analisi approfondite di tipo tecnico-scientifico, a valutazioni più o meno dirette di impatto sociale.

Le scelte vanno dimensionate all'età e preparazione di base degli interlocutori.

Una raccomandazione, le informazioni date devono dar conto delle potenzialità di quanto si osserva, ma anche dei loro limiti e della «relatività» dei principi che le supportano. Non a caso Marquez, dopo la frase riportata in premessa, scrive:

«Josè Arcadio Buendia, la cui smisurata immaginazione andava sempre più lontano dell'ingegno della natura, e ancora più in là del miracolo e della magia, pensò di servirsi di quella invenzione inutile (nota: si trattava di magneti) per sviscerare l'oro dalla terra. Melquiades (nota: lo zingaro) che era un uomo onesto, lo prevenne " Per quello non serve". Ma a quel tempo Josè Arcadio Buendia non credeva all'onestà degli zingari, e così barattò il suo mulo e una partita di capri coi due lingotti calamitati».

Buon lavoro.