

Leonardo a Urbino nel 1502 alla corte del Valentino

Enrico Gamba

Centro Interdipartimentale di Studi Urbino e la Prospettiva
gamba.enrico2@gmail.com

Siamo negli ultimi giorni di giugno del 1502, Leonardo da Vinci arriva a Urbino per ricevere da Cesare Borgia la nomina a «Prestantissimo et Dilectissimo Familiare Architecto et Ingegnero Generale». L'incarico viene formalizzato il 18 agosto 1502 con tanto di «Patente» con cui si ordina di dare a Leonardo libero accesso a tutte le piazzeforti della Romagna e di facilitare al massimo il suo lavoro.

Tanta fiducia del Borgia in Leonardo «Architecto et Ingegnero» veniva da qualche anno prima. I due si erano conosciuti a Milano nell'ottobre del 1499 quando il re di Francia Luigi XII faceva il suo trionfale ingresso in città col Borgia al fianco, fresco di nomina a duca di Valentinois.

Leonardo stava alla corte del deposedo Ludovico il Moro in qualità di ingegnere ducale e come tale vuol mettersi al servizio del nuovo potente, ma il negozio non riesce, il re francese apprezza molto più il genio artistico che le capacità tecniche di Leonardo, nonostante gli affascinanti discorsi bellici con cui il nostro sapeva vendere la sua merce.

Chi invece rimane fortemente colpito dalla nuova arte della guerra di cui l'artista-ingegnere toscano parla con tanta convinzione e con argomenti mai uditi prima, è il ventiquattrenne Cesare Borgia.

Due anni dopo le cose sono cambiate, il Borgia grazie all'aiuto delle armi francesi e all'appoggio incondizionato del padre, è signore delle Romagne, deve provvedere al riordino amministrativo e al

rafforzamento militare dei nuovi territori che ormai crede di tenere saldamente in pugno. La sicurezza proviene dal fatto che le terre conquistate fanno parte dello Stato della Chiesa, e che i signori spodestati governavano come feudatari della Chiesa. A Roma il papa è Alessandro VI, ovvero Rodrigo Borgia padre di Cesare Borgia, che dava man forte al figlio dichiarando decaduti i signori di quelle città: finalmente si era fatta piazza pulita dei tanti tiranni locali, ricordando ad altri, come i duchi d'Este a Ferrara, da chi dipendeva il loro potere.

A distanza di due anni il Borgia si ricorda molto bene di Leonardo, pensa che sia l'uomo giusto per realizzare un organico piano di difese e lo convoca; il cinquantenne Leonardo – a quei tempi un'età alle soglie della vecchiaia – si sente gratificato, finalmente vengono riconosciute le sue idee, apprezzato e largamente remunerato il suo talento. Senza perdere tempo parte da Firenze alla volta di Urbino per assumere l'incarico di «Architecto et Ingegnero». Lo spinge a Urbino anche la curiosità, l'impazienza di vedere un Palazzo di cui si dicevano meraviglie. Il suo grande amico, frate Luca Pacioli (1445-1517) da Borgo Sansepolcro, geniale matematico, assiduo frequentatore della corte urbinata, gli aveva parlato a lungo del Palazzo, quando si trovavano a Milano, racconti che sono arrivati fino a noi, per primo quelli sul “Fregio dell'arte della guerra” che correva lungo il basamento del Palazzo. Queste le parole del Pacioli:

Federigo Feltrense, illustrissimo duca de Urbino, tutto el stupendo edificio del suo nobile ammirando palazzo in Urbino circum circa da piede in un fregio de viva e bella pietra per man de degnissimi lapicidi e scultori ordinatamente feci disporre (Luca Pacioli, *Divina proportione*, Venetiis, 1509).

Altre volte era tornato sull'argomento:

Federico Feltrense, illustrissimo duca de Urbino, de tutte machine e instrumenti militari antichi et moderni el suo degno palazzo de viva pietra cinse (Luca Pacioli, *Divina proportione*, Venetiis, 1509).

Per quanto ‘predisposto’ dai racconti del frate matematico, quando Leonardo si era trovato davanti alla serie delle 72 formelle l'impressione era stata davvero forte: un intero mondo meccanico squadernato e coinvolgente, ben altra cosa dai disegni nei manoscritti.

Altra peculiarità del Palazzo erano gli intarsi, nello Studiolo prima di tutto, ma anche nelle porte e nella mobilia. Dice Pacioli:

De tarsia sì nobilmente con tanta diversità de legnami per tutto apieno l'unico vostro degno palazzo ha disposto.¹

Tarsie che esaltavano i valori prospettici e matematici: «Le doi linee curva e retta con soi pontuali termini proportionata»².

Non sappiamo se Leonardo sia riuscito a entrare nella celebratissima biblioteca ducale che Cesare Borgia teneva sotto stretta sorveglianza per evitare il saccheggio. In caso affermativo avrebbe trovato opere stupende. Pacioli l'aveva più volte descritta come «degnissima bibliotеча de innumerabile moltitudine de volumi in ogni facultà et doctrina adorna». Se pensava che fossero esagerazioni del Pacioli – cosa che accadeva spesso – questa volta Leonardo si era dovuto ricredere, la biblioteca era di gran lunga superiore, come magnificenza, qualità e varietà di opere, a quelle che aveva visto fino a quel momento. I codici che lo interessavano e che cercava erano quelli di architettura militare e di macchine. Fresco di nomina a «Prestantissimo et Dilectissimo Familiare Architecto et Ingegnero Generale» del Valentino, Leonardo voleva vedere le opere dei 'colleghi', nella biblioteca trova il meglio come il *De re militari* di Roberto Valturio, e soprattutto le *Machinae idraulicae et bellicae* di Francesco di Giorgio Martini, opere ricche di bellissimi disegni.

Nei codici di Valturio e di Francesco di Giorgio certamente Leonardo si è trovato 'a casa propria', i dispositivi e le macchine belliche descritte e disegnate, da tempo facevano parte dei suoi studi delle sue osservazioni e realizzazioni. Per Archimede le cose stavano esattamente al contrario, a parte l'aneddotica, Archimede è un autore difficilissimo, scrive per matematici 'professionisti', scrive in greco, il codice urbinato è in latino, il che dovrebbe facilitare molto la lettura, purtroppo Leonardo comprendeva malamente la lingua di Cicerone.

Inoltre Leonardo come matematico valeva poco, gli mancavano i presupposti per capire Archimede, in compenso possedeva eccezionali doti di intuizione, una mente vivissima che saltava con impressionante agilità da un argomento a un altro.

Stando così le cose, è sicuro che per Leonardo i teoremi archimedei sulle spirali, sulla quadratura della parabola, sui solidi di rotazione, fossero un terribile rompicapo, una sfida che lo vedeva

¹ Pacioli (1523, Epistola a Guidobaldo da Montefeltro).

² Pacioli (1509, parte seconda, Cap. VI).

sconfitto in partenza, nondimeno la sua incredibile intuizione lo metteva in risonanza con lo 'spirito' scientifico archimedeo. Mosso da questo 'spirito' incomincia a riflettere non su astrusi teoremi matematici, e nemmeno su qualche macchina particolare, bensì sui principi generali che governano il funzionamento delle macchine.

Possiamo quasi vedere Leonardo in una fresca sera urbinata del luglio 1502, mentre passeggia nella piazza antistante il Palazzo ducale, immerso nei suoi pensieri archimedei: un cinquantenne di imponente corporatura, barba bianca e radi capelli lunghi che gli donano un'aria da mago. Lo sguardo sempre rivolto alle macchine scolpite nelle 72 formelle, che scorrono davanti ai suoi occhi come i fotogrammi di un film. Il risultato è nelle pagine urbinati del taccuino dove compaiono due brevi testi di quelle che possono essere definite idee per una 'teoria generale' delle macchine. Questa la trascrizione.

Regola di potenza.

Se una potenza move un peso un tanto spazio in tanto tempo, la metà di quella potenza moverà tutto quel corpo la metà di quello spazio nel predetto tempo. Ovvero tutta quella potenza moverà duplicato peso a quel di prima, la metà di tale spazio nel medesimo tempo. Ovvero moverà detto peso nella metà di quel tempo detto, la metà di quello spazio (*Manoscritto L*, c. 78v).

Perché ogni gravità libera o partecipante di tale libertà mette in tutto o in parte il desiderio naturale del discendere, stando la ruota *a*, *b* ferma nel sito che tu vedi, il grave *a* discenderà in *b*; e di sotto per tal ragione il grave *c*, posto sopra il centro del suo assis, andrà per più vicino che può al centro del mondo; e l simile fa lo *m*, *n* di sotto a punto (*Manoscritto L*, c. 40r).

Il primo brano compare nella *Summa* del Pacioli (p. 83v), e nella *Fisica* di Aristotele (VI Z. 2) con dettagliate osservazioni. Per il secondo brano ci limitiamo a dire che proviene dal dibattito meccanico medievale; in termini attuali afferma che un sistema meccanico vincolato tende ad assumere le posizioni di minore distanza dal centro della «Machina Mundi», compatibile con i vincoli.³

In un ipotetico dialogo sulla meccanica, Leonardo e uno scienziato moderno cosa si sarebbero detti? Sarebbe stato un dialogo tra sordi, tanto lontani i presupposti? Fino a che punto si sarebbero capiti? Difficile dirlo con sicurezza, tuttavia proviamo a fare qualche riflessione sul primo testo, sulla «regola di potenza», il più interessante.

³ Le trascrizioni dei due brani sono in Faini e Grossi (2000, 24-25).

In casi come questo la difficoltà di base sta nella definizione dei termini. Cosa intendeva Leonardo per «movere» e per «potenzia»? Muovere per Leonardo significa spostare un oggetto da un punto a un altro con un movimento senza interruzioni; potenza significa la capacità di mettere e di mantenere un oggetto in movimento. Così pensavano tutti nel Quattro-Cinquecento. Per la fisica moderna parlare di moto vuol dire parlare di velocità e di accelerazione, vuol dire distinguere tra un moto uniforme e un moto accelerato. A noi sembra quasi ovvio, ma per capirlo bene si è dovuto aspettare Newton!

Anche il termine «potenzia» acquista in fisica un preciso significato: ha a che fare con la forza – ancora Newton! – con il tempo, con lo spostamento e quindi anche con l'angolo.

In questo dialogo impossibile, Leonardo doveva adoperare tutta la sua immaginazione e intuizione per afferrare qualcosa di questo che è un nuovo modo di conoscere. La differenza sostanziale sta nella formulazione delle nozioni in termini quantitativi, ossia in termini di numeri, la velocità e l'accelerazione possono essere misurate e numerizzate, invece una generica idea di moto sfugge a qualsiasi determinazione quantitativa, quindi per uno scienziato moderno parlare di moto non ha senso.

Fino a che punto Leonardo lo avrebbe capito? La domanda è destinata a non avere risposta, tuttavia si può intravedere un punto di convergenza. Prendendo nel suo insieme il ragionamento di Leonardo, traspare una importantissima idea di fondo ovvero che nelle macchine non c'è risparmio di lavoro.

Ovviamente Leonardo non possedeva la nozione di lavoro, tuttavia con la «Regola di potenzia» ci dice che con le macchine non si fanno 'miracoli', niente effetti portentosi, una macchina restituisce quanto gli è dato, non moltiplica niente, per esempio a parità di potenza un peso doppio verrà spostato per metà lunghezza nello stesso intervallo di tempo, questo vale per tutte le macchine, comunque siano costruite. Ma veramente Leonardo si era reso conto di queste conseguenze? In caso di risposta affermativa sarebbe stato un notevolissimo punto di convergenza con lo scienziato moderno, perché intuizione di uno dei principi fondamentali della fisica, il principio di conservazione dell'energia.

Lo scienziato avrebbe poi dato una forma moderna al ragionamento di Leonardo mettendolo in questi termini.

- Se una potenza P muove il peso m per una distanza AB nel tempo t
- 1) allora la potenza $P/2$ muove m per la distanza $AB/2$ nel tempo t
 - 2) allora la potenza $P/2$ muove m per la distanza AB nel tempo $2t$
 - 3) allora la potenza P muove $2m$ per la distanza $AB/2$ nel tempo t
 - 4) allora la potenza P muove m per la distanza $AB/2$ nel tempo $t/2$.

Scriviamo una relazione tra le grandezze fisiche coinvolte: potenza, forza peso, spostamento, tempo.

$$P \times t = \text{lavoro} \rightarrow (\text{potenza} \times \text{tempo})$$

$$m g \times AB = \text{lavoro} \rightarrow (\text{forza-peso} \times \text{spostamento})$$

quindi

$$P \times t = m g \times AB$$

È la relazione newtoniana tra le grandezze della «regola di potenza» di Leonardo. Quindi confrontando con le relazioni enunciate da Leonardo

$P/2 \times t = m g \times AB/2$	la 1) va bene
$P/2 \times 2t = m g \times AB$	la 2) va bene
$P \times t = 2m g \times AB/2$	la 3) va bene
$P \times t/2 = m g \times AB/2$	la 4) va bene.

Sembra che tutto sia a posto, che in tutti i casi l'uguaglianza sia soddisfatta, eppure la ricostruzione moderna è fondata sulla sabbia mobile del variabile significato dei termini antichi. Ci si chiede se le relazioni di Leonardo rimangano ancora valide se per «potenzia» non s'intende la potenza come è intesa oggi, ma s'intende una forza costante applicata al peso mg , interpretazione senza dubbio più vicina agli enunciati leonardiani che parlano di «potenzia che move un peso». Supponiamo anche che il moto così prodotto sia un moto uniforme, idea tipicamente aristotelica che tutti all'epoca condividevano perché coerente con l'esperienza quotidiana che il moto di per sé termina, che per mantenere un oggetto in movimento occorre applicare una forza – per Leonardo «potenzia» –, altrimenti l'oggetto si ferma.

Il ragionamento dello scienziato moderno introduce l'attrito come forza. Per avere il moto rettilineo uniforme, occorre che le forze in gioco si compensino, ovvero $ma = 0$.

Pertanto la resistenza deve essere pari ed opposta alla forza costante applicata P .

Se supponiamo la resistenza R proporzionale ed opposta alla velocità, $R = -kv$, si ottiene un moto uniforme solo asintoticamente.

A questo punto il discorso moderno diventava completamente incomprensibile, come ultimo tentativo lo scienziato avrebbe fatto ricorso all'intuito di Leonardo, richiamando il famoso disegno dell'uomo col paracadute che scende con moto uniforme, facendo notare che senza paracadute il moto uniforme sarebbe raggiunto molto dopo. Per ottenere tale moto uniforme occorre che la velocità raggiunga quel particolare valore v^* in modo che

$$kv^* = P \quad \text{ossia} \quad v^* = P/k$$

Essendo il moto uniforme, avremo anche $v^* = AB/t$. Ne segue la formula

$$P/k = AB/t$$

dove la massa m è totalmente assente, mentre la forma geometrica di m è 'nascosta' nel coefficiente k , il cosiddetto C_x aerodinamico che Leonardo col suo paracadute rendeva molto più grande. Detto questo dall'esame delle quattro proposizioni leonardiane risulta:

$P/2k = AB/2t$	la 1) va bene
$P/2k = AB/2t$	la 2) va bene
$P/k = AB/2t$	la 3) non va bene
$P/k = (AB/2)/(t/2)$	la 4) va bene.

Nel caso del moto di caduta nel vuoto, quindi uniformemente accelerato,

abbiamo $ma = P$ costante, quindi il moto è uniformemente accelerato:
 $a = P/m$.

Di conseguenza la velocità v segue la legge $v = (P/m)t$
 e lo spazio s segue la legge $s = (P/2m)t^2$

Quindi posto $s = AB$ si parte dalla relazione

$$AB = [P/(2m)] t^2$$

che si scrive anche nella forma intera

$$2 m AB = P t^2$$

- | | |
|----------------------------|--------|
| 1) $2 m AB/2 = [P/2] t^2$ | VERO |
| 2) $2 m AB = [P/2] (2t)^2$ | FALSO |
| 3) $2 m AB/2 = P t^2$ | VERO |
| 4) $2 m AB/2 = P (t/2)^2$ | FALSO. |

Un modo di affrontare i problemi che avrebbe sbalordito anche un genio di prima grandezza come Archimede, abituato come tutti gli autori antichi e come tutti al tempo di Leonardo, a mettere in relazione le variabili tramite proporzioni e non con equazioni. Per non parlare delle insostituibili risorse del calcolo infinitesimale. Ma questa è la fisica-matematica di duemila anni dopo, pertanto il confronto con la meccanica di Leonardo è solo una semplice curiosità.

Una separazione consensuale

Leonardo stette al servizio del Borgia otto mesi da luglio 1502 a febbraio 1503.

Quella col Borgia fu la prima esperienza di ‘guerra vera’ che il cinquantenne Leonardo aveva vissuto. Se credeva che la guerra vera avesse qualcosa di simile alla guerra che disegnava e affrescava, questa era pura illusione.

La guerra vera era inganni, tradimenti, patti sottoscritti e non rispettati, saccheggi, violenze su popolazioni inermi.

Niente a che vedere con le battaglie tra valorosi, con le gesta dei condottieri antichi.

Da parte sua il Borgia sapeva riconoscere chi aveva la guerra nel sangue, presto si rese conto che Leonardo ne aveva ben poca: era un pittore che vagheggiava cose strane e impossibili.

Bibliografia

Faini, S. e Grossi, L., 2000, *Il lasciapassare di Cesare Borgia a Vaprio d'Adda e il viaggio di Leonardo in Romagna*, Giunti, Firenze.

Pacioli, L., 1509, *Divina proportione*, Venetiis.

Pacioli, L., 1523, *Summa de arithmetica geometria. Proportioni: et proportionalita: nuouamente*, Paganini [Toscolano].