

Ecco come funzionano macchine da guerra, carri e automobile

LEONARDO

Scoperta la chiave segreta dei suoi progetti



Il carro sterzante in un disegno originale del Codice Atlantico.



Manovella per curvare

Lo sterzo di Leonardo, con manovella, ricostruito in maniera fedele da Milanesi.



Un carro armato a mano

La sintesi di quattro tavole di Leonardo: un carro armato mosso con manovelle.



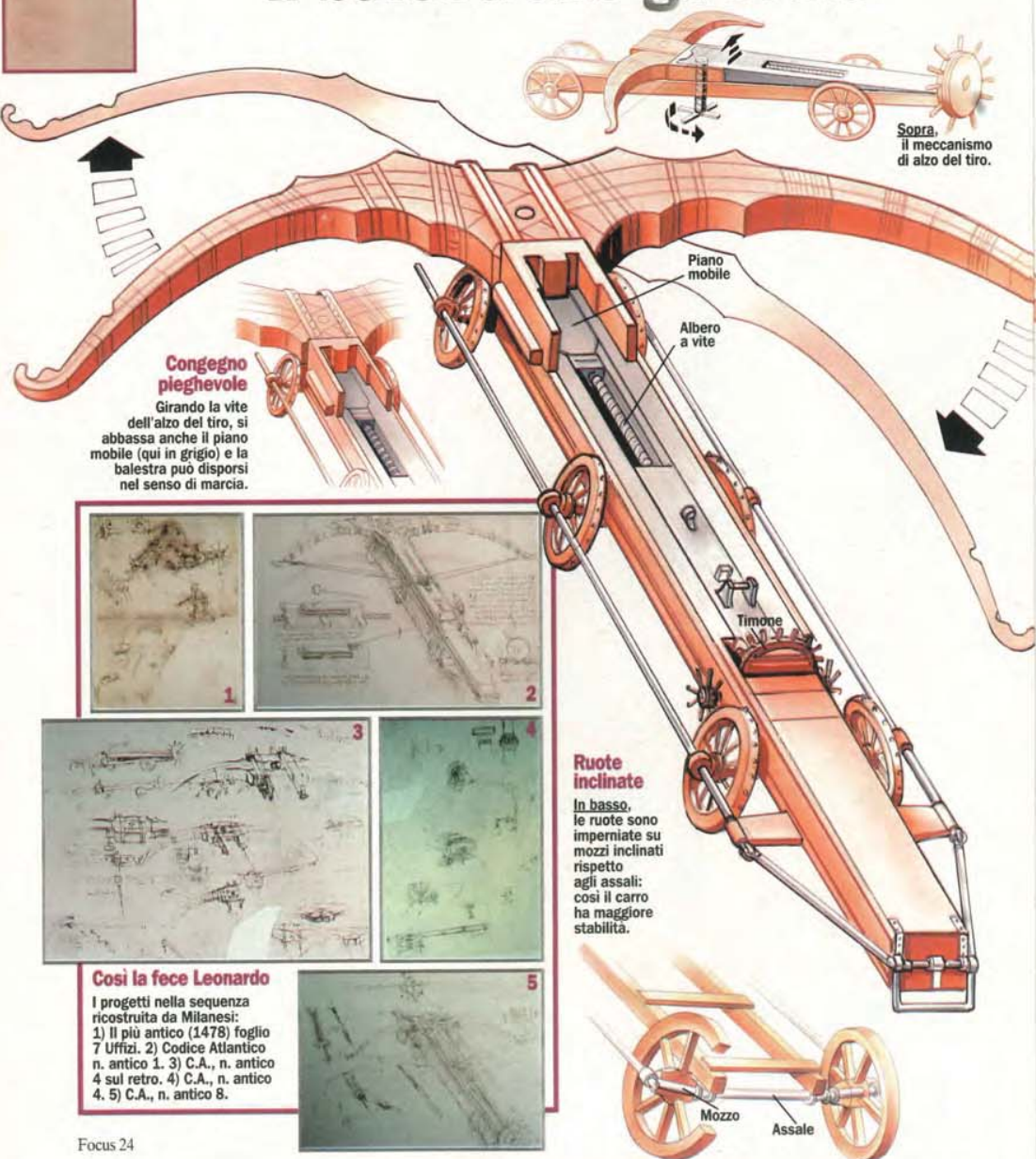
Balestra gigante

È trasportata da un carro e può ruotare l'arco per passare nelle strettoie: nessuno l'aveva mai interpretata così.

Molti pensavano che le macchine di Leonardo non funzionassero. Ma Sergio Milanesi, un illustratore tecnico italiano, ha scoperto oggi che, riordinando i disegni in base a una sequenza mai considerata, si ricostruisce come il genio di Vinci perfezionava i suoi progetti. Per farli muovere davvero.

La balestra era larga 24 metri e per riuscire a spostarla

Il balestrone girevole



Così la fece Leonardo

I progetti nella sequenza ricostruita da Milanesi:
1) Il più antico (1478) foglio 7 Uffizi. 2) Codice Atlantico n. antico 1. 3) C.A., n. antico 4 sul retro. 4) C.A., n. antico 4. 5) C.A., n. antico 8.

Leonardo disegnò varie soluzioni fino a trovare quella giusta

“S e c'è un genio che può dirsi incompreso, questi è Leonardo da Vinci». Esordisce così Sergio Milanesi, che gli ha dedicato quindici anni di studio appassionato. Milanesi non è un accademico, ma grazie alla sua tenacia e all'esperienza di disegnatore tecnico ha scoperto quello che a tanti accademici è sempre sfuggito: la chiave che ci permette di riportare nell'ordine originale i disegni delle macchine del genio toscano, oggi sparsi senza un chiaro criterio all'interno dei Codici leonardeschi (raccolte dei suoi scritti assemblate dopo la sua morte). Grazie alla ricostruzione della giusta sequenza cronologica delle varie tavole, è stato possibile per Milanesi capire l'esatto funzionamento di balestre, automotori, macchine volanti e persino di sapere quanti e quali documenti debbano invece considerarsi perduti. La chiave per fare tutto questo? È l'antica numerazione delle pagine, ossia il metodo con cui Leonardo intendeva raggruppare e archiviare progetti e disegni scientifici: nei Codici, messi insieme da persone diverse, i documenti si trovano invece in un ordine quasi casuale.

● **Progettista incompreso**
Scoperta l'antica sequenza (in che modo lo vedremo in seguito), tutto il resto è venuto da sé: disegni che prima sembravano esercizi isolati si uniscono ad altri e insieme formano un progetto compiuto, macchine che prima non funzionavano adesso funzionano, interpretazioni e ricostruzioni tentate dagli studiosi si rivelano errori clamorosi... Insomma, ce n'è abbastanza per gettare le basi di una completa rilettura dell'opera scientifica di Leonardo.

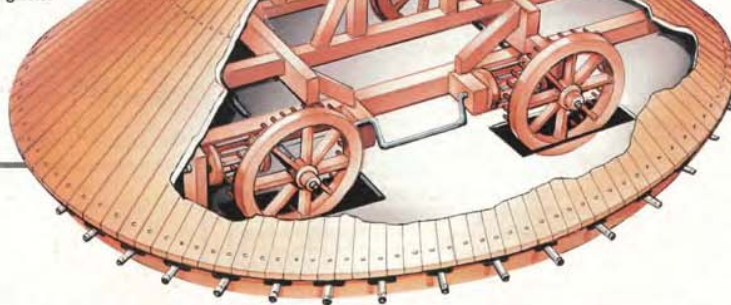
Dunque, Leonardo genio incompreso: perché? «Quando si presentava a principi e pontefici, sperando in un ingaggio, si qualificava progettista e architetto».

Il carro armato a piramide



Riveduto e corretto

In alto, il carro di Leonardo: così non poteva muoversi perché Leonardo aveva posto tutti e due i rocchetti di ogni albero di trasmissione all'interno delle ruote. A destra, Milanesi li ha messi al posto giusto.



Artista di corte o genio irrequieto?

Leonardo nacque a Vinci (Fi) il 15 aprile 1452. A 17 anni il padre lo mise «a bottega» dal Verrocchio, a Firenze. Leonardo imparò in fretta, poi si trasferì a Milano dove entrò nelle grazie di Ludovico il Moro.

■ **Da Firenze alla Francia**
Furono anni proficui, finché la situazione politica non cambiò e Leonardo dovette lasciare Mi-

lano. Nel 1500 fu a Venezia, poi a Urbino al servizio di Cesare Borgia, infine a Firenze, dove dipinse la Gioconda. Ancora viaggi: nel 1504 a Piombino per realizzare ardite opere di fortificazione, nel 1506 in Lombardia, a Vaprio d'Adda, ospite di Girolamo Melzi. Qui prese come allievo il figlio di costui, Francesco. Questi rimase per sempre al suo fianco, seguendolo anche in Fran-

cia, dove Leonardo era stato invitato dal re, Francesco I, che gli mise a disposizione un ricco appannaggio e una sontuosa residenza presso Ambois.

■ **Una compagna inseparabile: Gioconda**
Leonardo partì con un grande bagaglio al seguito: i suoi documenti e un quadro da cui non si separò fino alla morte (1519): la Gioconda.

Fu lui a capire per primo che scaldando acqua si produce energia da sfruttare

spiega Milanesi. «La pittura per lui era un piacevole intervallo tra uno studio di anatomia e un progetto di fortificazione. E invece oggi di Leonardo si ammirano la Gioconda e la Vergine delle Rocce, i disegni di anatomia e i ritratti a sanguigna, ma si trascura l'opera, immensa, di ingegnere, scienziato e inventore. Sotto questo aspetto i critici sono spietati e lo "liquidano" con una battuta: Leonardo non realizza mai ciò che progetta, e quando lo realizza non funziona. Anche Leonardo, devo dire, ha le sue colpe, perché faceva di tutto per non farsi capire: scriveva a rovescio, usava matite che col tempo sbiadivano e soprattutto non trovò mai il tempo di mettere ordine nelle sue carte».

Dispersi nell'Atlantico

Esportati, smarriti, rosicchiati dai topi, rubati, trafugati, dimenticati nelle biblioteche o danneggiati da maldestri restauratori, quel che resta dei manoscritti vinciani è disperso in numerosi codici, il più importante dei quali è l'Atlantico. «Molti studiosi provarono, in epoche diverse, a classificare i documenti di Leonardo per materia e argomento, secondo un proprio criterio, apponendo su ogni foglio o frammento un numero», spiega Milanesi. «col risultato di rendere ancor più difficile l'individuazione di quello originale. Che Leonardo sicuramente appose, perché ne parla nei suoi scritti. Ma c'è di più: in una lettera a Ludovico il Moro, Leonardo ci fornisce persino l'elenco delle materie principali, che sono dieci: ponti, strumenti per conquistare le città assediare, distruzione di fortezze, bombarde, gallerie, carri d'assalto, fusioni in bronzo, catapulte, armi per la guerra navale e opere d'arte. Ebbene, ordinati i documenti secondo la numerazione originale, que-

I segreti del vapore



Leonardo 1: la turbina

Un vaso di vetro con due ampolle: il liquido scaldato produce vapore che salendo attraverso un tubo mette in azione una rozza turbina.



Leonardo 2: la pentola a vapore...
Uno schizzo preso da Leonardo che prefigura il primo motore a vapore: un cilindro e uno stantuffo azionato dal vapore.

sti vanno a raggrupparsi perfettamente secondo le materie elencate nella lettera».

Milanesi quindi esamina, pagina per pagina, i disegni e i testi dei 24 volumi che compongono il Codice Atlantico, trascrivendo tutti i numeri che vi sono annotati su schede, una per ogni pagina, assieme agli argomenti trattati. Poi inserisce i dati delle schede e le immagini dei documenti originali in un computer, infine mette a confronto sul monitor del computer il materiale raccolto, servendosi di un programma di elaborazione predisposto ad hoc.

Il nuovo ordine è vecchio

I risultati non si fanno attendere: stralciando per esempio i fogli riguardanti gli studi sul volo (IX e X volume del Codice Atlantico) e disponendoli secondo quelli che da numerosi indizi sono i numeri antichi (apposti principalmente al centro della pagina), Milanesi scopre che a essi corrisponde la logica evoluzione dei disegni: dal più semplice al più completo, dalla vista in pianta a quella prospettica e così via. Quindi fa altre verifiche, per esempio con le «armi da fuoco»: 28 documenti che nel Codice Atlantico sono sparsi in fogli separati a volte da centinaia e centinaia di pagine. Ebbene, gli stessi



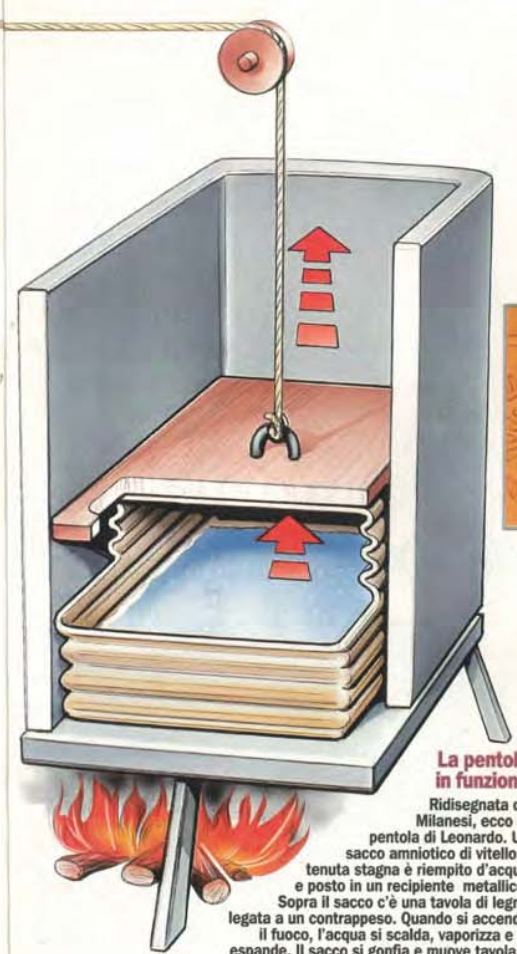
...E quella di Papin, due secoli dopo

Un cilindro di rame chiuso in basso e aperto in alto: con uno stantuffo (A), sfiatatoio (B), asta per chiuderlo (C), linguetta per bloccare lo stantuffo (D/E), corda e pulegge per alzare pesi (FGH).



Scoperte d'aria calda

Anche le osservazioni sul vapore sono frutto di esperimenti. Ecco alcuni principi di Leonardo, con disegni di Milanesi ispirati agli originali: a sinistra, l'acqua che bolle diventa aria (il concetto di vapore non era chiaro) e più si scaldava e più sale (Codice Arundel). Accanto, l'acqua fangosa scaldandosi, si rischiarava, perché si rarefà (C. Atlantico). A destra, il vapore schizza in ogni direzione, come acqua dalla spugna (C. Atlantico).

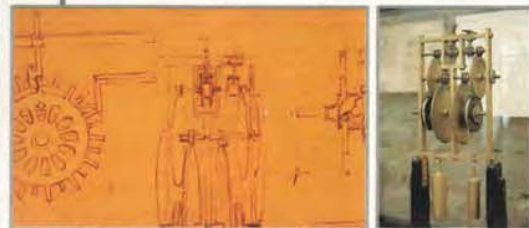


La pentola in funzione

Ridisegnata da Milanesi, ecco la pentola di Leonardo. Un sacco amniotico di vitello a tenuta stagna è riempito d'acqua e posto in un recipiente metallico. Sopra il sacco c'è una tavola di legno legata a un contrappeso. Quando si accende il fuoco, l'acqua si scalda, vaporizza e si espande. Il sacco si gonfia e muove tavola e contrappeso. Quando si spegne il fuoco sotto la pentola, il processo si inverte.

Alcuni errori da museo

Non sempre chi ha realizzato le idee di Leonardo ha rispettato i suoi progetti. Vediamo qualche esempio.



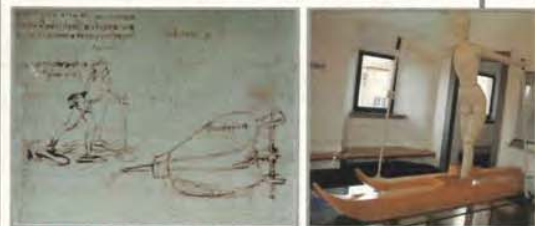
L'orologio non funziona perché mancano ingranaggi

A sinistra, il disegno originale dell'orologio a contrappeso, a destra la ricostruzione del Museo di Vinci: mancano ingranaggi e un perno.



Il ponte era un'idea più pratica

Ponte militare (sempre a Vinci): arcata diversa, muri non previsti e troppi pali.



Sci al posto di scarponi per camminare sull'acqua

Leonardo concepisce degli scarponi per camminare sull'acqua: ma quelli del Museo di Vinci diventano un moderno paio di sci.



Una barca troppo grande per poter essere spostata

Nel disegno della barca a pale sono evidenti le proporzioni, non rispettate nel museo: è impossibile che un uomo da solo la sposti.

Sottoposto ai raggi Uva, il disegno del carro ha rivelato dettagli scomparsi. E ora funziona

documenti, disposti secondo l'antica numerazione, danno luogo a una sequenza sorprendentemente regolare dall'1 al 33, per poi proseguire con molti vuoti fino al numero 260. Le conseguenze sono straordinarie: rileggendo i documenti nel nuovo ordine (e qualche volta sottoponendoli ai raggi ultravioletti che mettono in luce dettagli invisibili a occhio nudo), le macchine di Leonardo diventano finalmente chiare e comprensibili.

I disegni del «carro balestra» ne sono un bell'esempio. Il carro balestra è una macchina da guerra capace di lanciare enormi proiettili e gettare scompiglio nelle file nemiche. L'idea iniziale si perfeziona in disegni successivi: il problema della stabilità viene risolto con la convergenza (inclinando verso l'esterno le ruote), che nel disegno precedente sono invece perpendicolari al suolo. Leonardo prevede inoltre un carro d'appoggio per trasportare il dispositivo di caricamento e le ruote di scorta. Si riesce anche a capire il funzionamento dei sistemi di caricamento e sgancamento, disegnati a parte.

● Vettura a molle

Ma è soprattutto il «carro automatico», la cosiddetta «automobile di Leonardo», che ci dà la misura degli errori commessi dalla critica ufficiale. Si tratta di un carro a energia elastica, accumulata da potenti molle e «restituita» con



Il carro

Uno guida l'altro spinge

Particolari di disegno (Cod. Atl.) recuperati con i raggi Uva: a sinistra lo sterzo, qui sopra la trasmissione.

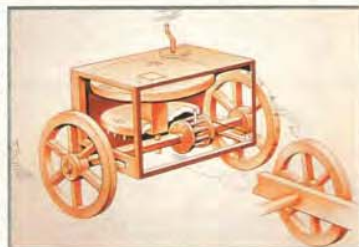
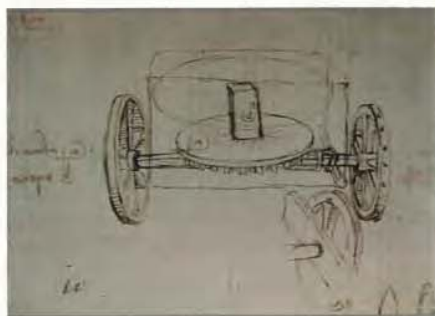
Così potrebbe marciare

Come sarebbe apparso alla fine il carro in alto: nel cassone c'è lo sterzo per girare le ruote. Davanti, le ruote vengono mosse a mano grazie a manovella e roccetto.

moto lineare, che un ingegnoso meccanismo trasforma in rotatorio. Le interpretazioni che ne sono state date finora escludevano uno dei due telai raffigurati da Leonardo. Oggi invece sappiamo che i due telai vanno sovrapposti: quello superiore è il motore vero e proprio (costituito da molle e balestra), quello inferiore è la trasmissione. Leonardo li ha disegnati separatamente solo per renderli più visibili. L'automobile, così ricostruita, funziona in modo anomalo ma si muove. Il modello esposto al Museo di Vinci, invece, trascura

Una svolta a destra

Sopra, il carro raffigurato nel Codice Atlantico (17v). A destra, il suo funzionamento secondo Milanesi: con una manovella si trasmette il moto ai due ingranaggi, quindi al pignone e all'assale.



Un disegnatore di oggi ricostruisce il puzzle del passato

Sergio Milanesi, 57 anni, milanese, è diplomato a Brera e fa l'illustratore. I suoi disegni sono stati pubblicati da importanti riviste italiane, tra cui «La Domenica del Corriere», «Oggi», «Quattroruote», «Focus», e stranieri. Ha iniziato a occuparsi di Leonardo nel 1982, aiutato in

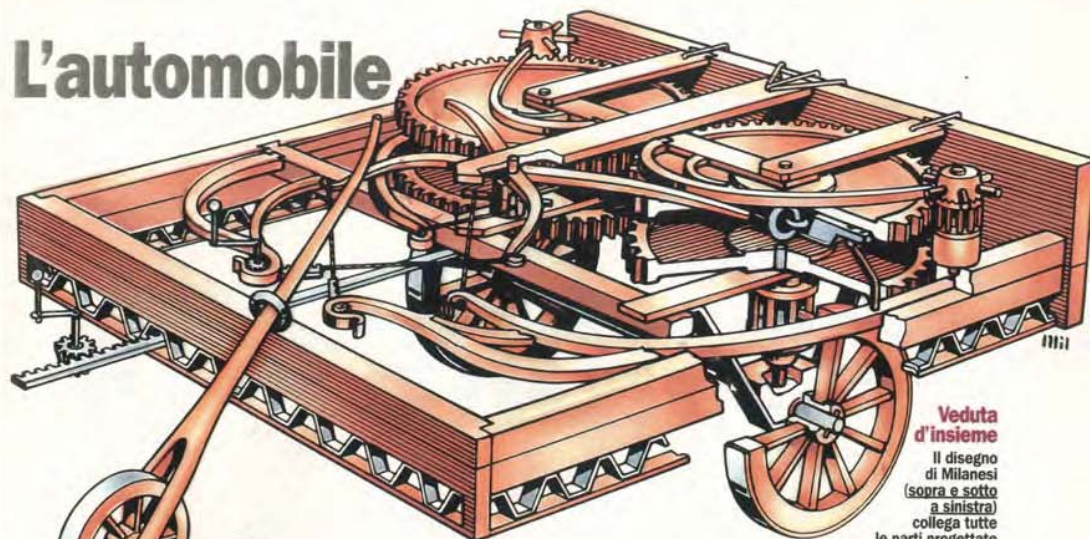
questo dalla sua esperienza d'illustratore tecnico, e ha raccolto i risultati delle sue ricerche in un libro: «Leonardo vero e falso» (non ancora uscito in libreria).

● Quindici anni tra gli scaffali

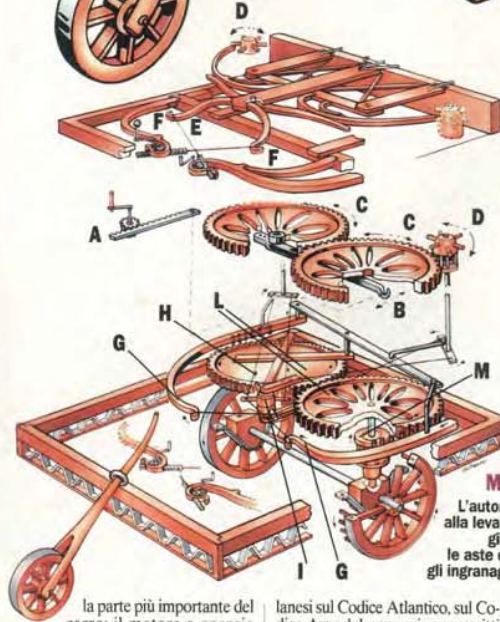
Il suo lavoro si è svolto principalmente in uno dei

luoghi per eccellenza di Leonardo: presso la Biblioteca Ambrosiana a Milano, dove c'è il Codice Atlantico. Le sue relazioni hanno raccolto l'apprezzamento del professor Augusto Marinoni (presidente dell'Ente Raccolta Vinciana) e l'interesse della Biblioteca reale di Windsor.

L'automobile



Veduta d'insieme
Il disegno di Milanesi (sopra e sotto a sinistra) collega tutte le parti progettate da Leonardo (qui sotto). Nessuno l'aveva mai fatto.



Meccanismo a strati: sopra il motore, sotto la trasmissione

L'automobile (a sinistra) si muoveva così: la manovella (A) trasmette movimento alla leva (B) collegata agli ingranaggi superiori (C) e ai roccetti (D). Gli ingranaggi girando spingono la tenaglia (E) che carica le molle (F). I roccetti muovono le aste curve (G) e tramite le funi (H) azionano le leve (I) per collegare le aste con gli ingranaggi inferiori (L), collegati ai pignoni (M) che trasmettono il moto alle ruote.

la parte più importante del carro: il motore a energia elastica. L'automobile di Leonardo viene così declassata a semplice carro a energia muscolare, che chiunque avrebbe potuto disegnare anche in epoche decisamente anteriori.

Studi importantissimi, come quelli sul vapore, sono sfuggiti ai critici. La ricerca metodica di Mi-

lanesi sul Codice Atlantico, sul Codice Arundel e su vari manoscritti prova invece che Leonardo anticipa intuizioni e conclusioni attribuite a personaggi di epoche successive: aveva capito che il vapore era fonte di energia e aveva anche studiato il modo di trasformarla. Per esempio con una turbina azionata da un getto di vapore all'interno di un'ampolla di vetro, sotto

la quale annota consapevolmente: «moto continuo».

● Pentole brevettate

Ancora più interessante la «pentola di Leonardo», nella quale sono già presenti un cilindro e uno stantuffo, i due elementi fondamentali del futuro motore a vapore. La pentola è straordinariamente simile al «brevetto» di Pa-

pin, di due secoli posteriore (1690). Insomma, Leonardo non ha ancora finito di stupire chi gli dedica tempo e passione. «Per questo continuo a studiarlo», conclude Milanesi, «e anche perché vorrei che prima o poi gli fosse resa finalmente piena giustizia anche dagli scienziati».

Raffaele Laurenzi ha collaborato Riccardo Tonani