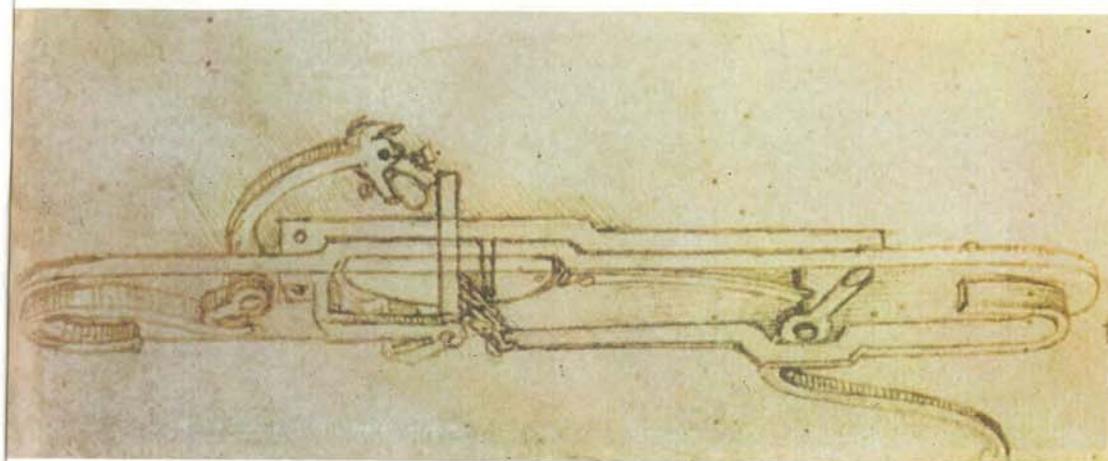




# Il fucile di Leonardo

*Gli appunti di Leonardo da Vinci sono pieni di invenzioni: complicate parti di fucili, biciclette e automobili. Ma tra le molte creazioni leonardesche ce n'è qualcuna che abbia trovato compiuta realizzazione durante la sua vita?*

di Vernard Foley



La leggenda vuole che Leonardo da Vinci sia morto pronunciando questa frase: «Ditemi che qualcosa è stato fatto». Benché gli storici dubitino di questo specifico episodio, la frase compare effettivamente negli appunti di Leonardo e indica il suo rammarico per non aver concluso abbastanza nella vita. La questione di quali siano state le realizzazioni di Leonardo nei suoi 67 anni di vita (1452-1519) è riemersa tra gli studiosi contemporanei della tecnica rinascimentale. Quando i manoscritti di Leonardo vennero pubblicati per la prima volta, alla fine dell'Ottocento, suscitavano sorpresa e ammirazione le pagine zeppe di invenzioni realizzate solo se-

coli dopo. Verso la metà del XX secolo storici come Bertrand Gille e Leonardo Olschki misero però in luce il grande debito di Leonardo nei confronti della trattatistica tecnica rinascimentale precedente, giungendo a presentarlo come figura di secondo piano.

Leonardo cominciò a recuperare la sua fama negli anni sessanta, quando vennero trovati altri suoi appunti, pubblicati come *Codici di Madrid*. Il primo curatore della raccolta, lo storico italiano Ladislao Reti, il suo successore Augusto Marinoni, e il facoltoso collezionista e storico statunitense Bern Dibner trovarono negli appunti molti disegni originali e la documentazione di esperimenti condotti da Leo-

nardo, dimostrando così che era stata la tecnica dell'epoca a far proprie alcune idee leonardesche, e non viceversa.

Resta aperta, tuttavia, la questione se le fondamentali invenzioni del genio vinciiano siano state mai realizzate nel corso della sua vita. Risulta che almeno in un caso ciò sia accaduto: quello dell'otturatore girevole, o «a ruota», che controlla il meccanismo di sparo delle armi da fuoco.

## Ruota, calcio e canna

Si tratta di un piccolo meccanismo metallico che produce la scintilla che

incendia la polvere da sparo; una sua variante moderna si può trovare in molti accendini. Ai tempi di Leonardo l'otturatore a ruota veniva usato principalmente su armi da fuoco di ridotte dimensioni, come il moschetto, che poteva essere utilizzato da una persona sola. Queste armi erano composte da tre parti: l'otturatore, il calcio e la canna. La lunga canna cilindrica conteneva la polvere e le pallottole; l'otturatore era posto nella parte posteriore della canna, mentre il calcio era la parte in legno che teneva insieme le altre due.

Alcuni componenti dell'otturatore a ruota assomigliano a quelli della serratura di una porta. Il meccanismo consiste in una ruota di acciaio, al cui asse

è applicata una catena che la collega a una potente molla. Insieme, la catena e la molla caricano la ruota preparandola per lo sparo. Quando la ruota è completamente caricata, un chiavistello, detto anche dente d'arresto, la blocca, finché non viene liberata dalla pressione del grilletto. Girando, la ruota sfrega contro una pietra focaia - in genere pirite - che una seconda molla tiene saldamente premuta contro la ruota in movimento, e in questo modo si generano scintille. Il bordo superiore della ruota si inserisce in un contenitore di polvere, o «scodellino», attraverso una sottile fenditura che questo ha alla sua base. La scintilla dà fuoco alla carica posta nello scodellino.

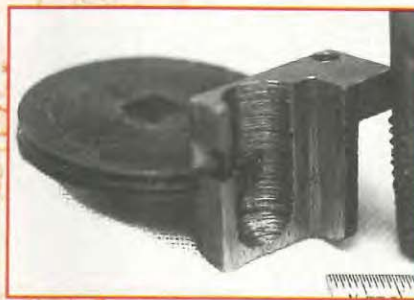
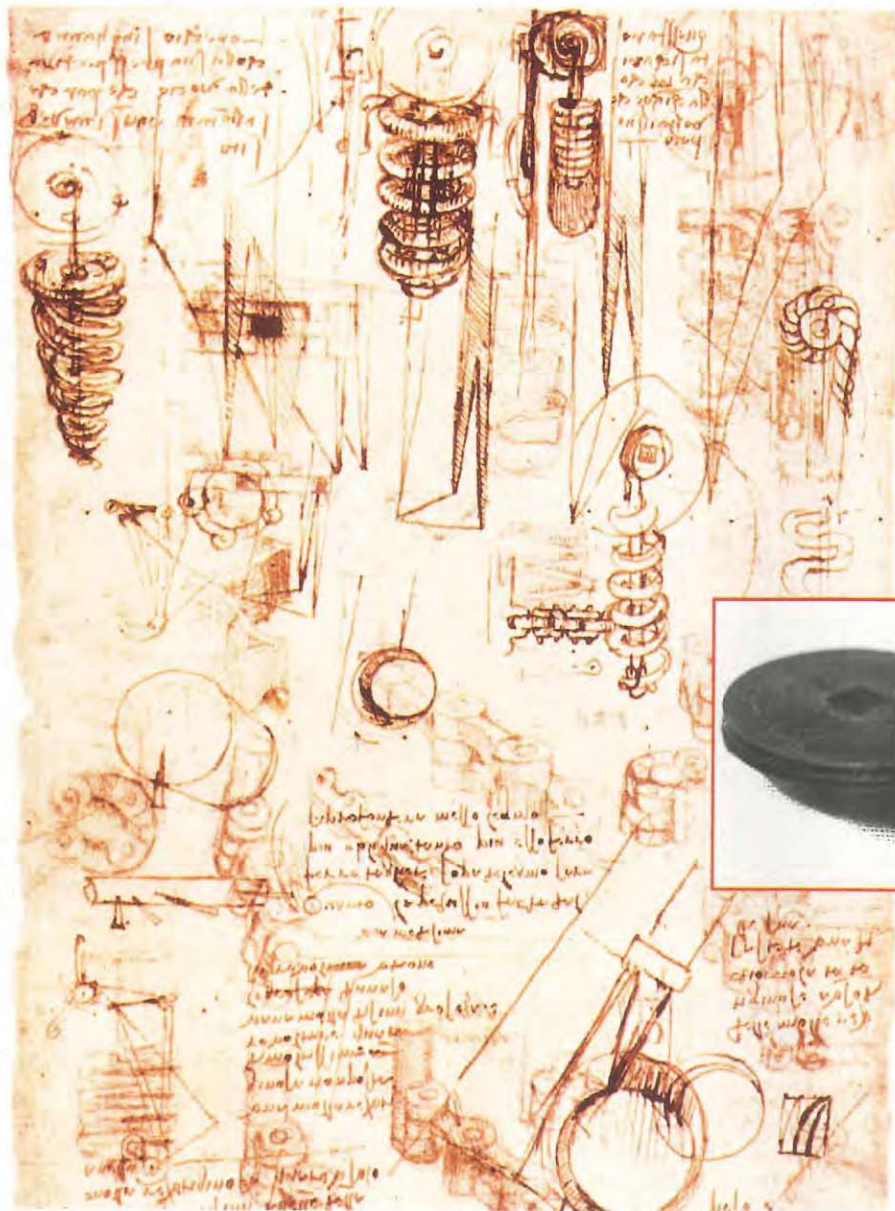
Benché ci siano pervenuti molti disegni di Leonardo che hanno portato vari storici a ritenere che sia lui l'inventore dell'otturatore a ruota, altri non sono d'accordo, e portano a sostegno della loro tesi il fatto che la prima produzione documentata del meccanismo si ebbe in Germania. Questi studiosi arrivano a concludere che Leonardo debba aver disegnato la sua versione dell'otturatore solo dopo aver avuto notizia di ciò che si faceva in Germania.

Fino a poco tempo fa non era possibile arrivare a una soluzione definitiva: le prime illustrazioni tedesche di otturatori girevoli risalgono all'inizio del Cinquecento, e sono quindi molto vicine nel tempo ai disegni di Leonardo;



Disegno di un otturatore a ruota tratto dal *Codice Atlantico* (in alto) che ne mostra una sezione trasversale passante per l'asse della ruota. Per predisporre allo sparo il moschetto a ruota (*qui sopra*) si abbassa un morsetto che contiene una pietra focaia finché non sfrega contro la ruota, che è collegata al-

la molla principale da una breve catena a maglie piatte fissata all'asse della ruota. Questa viene tenuta ferma da un chiavistello o da un dente d'arresto. Quando si preme il grilletto, il chiavistello si solleva, la ruota comincia a girare e sfrega contro la pietra focaia, producendo la scintilla.



inoltre i riferimenti scritti all'otturatore e le poche armi da fuoco dell'epoca rimaste non sono di facile interpretazione. Studi recenti ci danno però la prova che l'invenzione dell'otturatore a ruota deve essere attribuita a Leonardo, che iniziò a lavorarvi verso il 1493.

### Catene e ceselli

Ho analizzato i primi otturatori a ruota da un punto di vista meccanico, prestando particolare attenzione alla forma dei singoli componenti. Appare evidente che Leonardo sfruttò componenti di altre macchine su cui aveva lavorato negli anni ottanta e novanta - come serrature di porte e biciclette - e li riorganizzò in maniera del tutto nuova per creare l'otturatore.

Si prenda in considerazione per prima cosa una pagina del celebre *Codice Atlantico*, conservato alla Biblioteca Ambrosiana di Milano. La pagina (si

veda l'illustrazione qui sopra) contiene disegni di catene e molle dello stesso tipo di quelle associate all'otturatore. Tutti gli studiosi di Leonardo sono concordi nel ritenere che questi disegni siano la dimostrazione del fatto che egli avesse conoscenza di tale dispositivo. La pagina comprende anche immagini di ceselli a V per incidere il legno, che Leonardo voleva evidentemente adattare al taglio dei metalli.

Sono proprio i ceselli a essere particolarmente degni di nota. Questi strumenti avrebbero prodotto una scanalatura a forma di V (analogo alla filettatura di una vite) lungo il margine della ruota dell'otturatore. Le prime ruote, in effetti, avevano quasi sempre diverse scanalature di questo genere. Per di più, sui bordi si trovava generalmente anche un secondo insieme di incisioni, che incrociavano le prime ed erano molto ravvicinate, in modo tale da formare una serie di minuscoli dentini co-

Progetti tratti dal *Codice Atlantico* che mostrano due componenti della ruota del meccanismo di sparo: molle elicoidali e diverse catene a maglie piatte, che appaiono in inchiostro più chiaro perché disegnate sulla faccia opposta del foglio. Leonardo sembra essersi interessato alle molle elicoidali perché meno ingombranti di quelle a lamina piatta in uso al suo tempo. Nella parte alta della pagina Leonardo ha disegnato una serie di ceselli a forma di V, il cui angolo diventa più ampio spostandosi da destra a sinistra (come è noto, Leonardo scriveva da destra verso sinistra). In basso a destra si ha una veduta laterale dell'ultimo cesello della serie, con la parte a V situata sulla superficie inferiore dello strumento. Il cesello sta tagliando il bordo superiore di un cerchio, probabilmente un otturatore a ruota. L'autore ha usato ceselli simili per riprodurre le scanalature (nel riquadro) che si trovavano intorno ai bordi delle ruote dei primi meccanismi di sparo.

me quelli di una sega circolare. A prima vista il sistema sembra inutilmente complesso, perché ciascuna delle filettature dovrebbe avere la sua corrispondente nello scodellino della polvere e le scanalature trasversali potrebbero ostacolare una buona accensione.

Ma i vantaggi del progetto leonardesco divennero evidenti quando feci una prova con alcune ruote e scoprii che i denti funzionavano davvero come quelli di una sega circolare per tagliare i metalli: la ruota stessa incideva il fondo dello scodellino della polvere, assicurando un incastro perfetto. La cosa è fondamentale, perché la polvere per l'accensione è di grana molto fine e, se il fucile veniva sballottato (per esempio, se veniva portato da un cavaliere), essa poteva sfuggire dagli interstizi tra la ruota e lo scodellino. Benché queste «seghe» del XV secolo fossero lente (ci volevano parecchie ore per fare ciò che un tagliametri di oggi compie in pochi secondi), garantivano una precisione analoga a quella della tecnologia moderna. Non era difficile che raggiungessero margini di tolleranza inferiori a 0,3 millimetri.

Prima di questa scoperta, si faceva risalire l'uso delle seghe circolari per metalli al 1540, ossia a molto dopo la morte di Leonardo; oggi invece risulta che si deve attribuire a lui l'impulso dato allo sviluppo di questi dispositivi,

conquista notevole se si considera la diffusione della moderna fresatrice, che incorpora tale strumento.

Il lavoro di Leonardo con molle, catene e ceselli dimostra con certezza che egli conosceva i componenti dell'otturatore a ruota; non è però ancora chiaro quando li usò per realizzare il dispositivo. Nel 1493 Leonardo assunse Giulio Tedesco, che rimase per qualche anno con lui a Milano come assistente. Non si sa con precisione quando Giulio abbia lasciato la città, ma probabilmente non dopo il 1500. Leonardo testimonia che Giulio era particolarmente abile in ciò che aveva a che fare con serrature e altri meccanismi a molla, come balestre e cesoie.

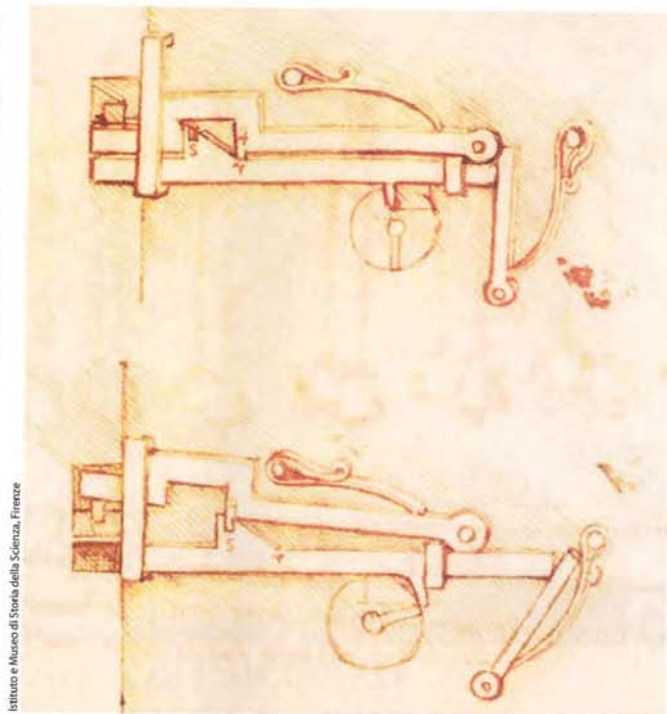
### Una collaborazione importante

I disegni di serrature per porte o per bauli eseguiti da Leonardo nello stesso periodo contengono componenti che richiamano da vicino le parti dell'otturatore girevole. Queste analogie indicano che probabilmente il progetto della ruota venne sviluppato insieme da Leonardo e Giulio intorno al 1495. Giulio, poi, avrebbe potuto portare il progetto della ruota nella sua natia Germania: si spiegherebbe in questo modo come l'invenzione abbia raggiunto l'Europa settentrionale all'inizio del Cinquecento.

Lo storico Claude Blair, già del Victoria and Albert Museum, ha fornito ulteriore sostegno alla tesi che Leonardo sia l'inventore dell'otturatore a ruota. Egli ha stabilito che a Cividale del Friuli la manifattura di questi dispositivi era già attiva almeno dal 1510, e probabilmente da parecchi anni prima; Leonardo aveva lavorato in Friuli per un certo tempo, occupandosi di fortificazioni, ed è quindi verosimile che la produzione friulana sia debitrice dei suoi studi anziché derivare da un'invenzione tedesca.

Nelle mie ricerche sull'origine dell'otturatore a ruota, oltre a poterne attribuire l'invenzione a Leonardo, ho anche chiarito in che modo egli sfruttasse componenti di macchine già esistenti e li ricombinasse per produrre nuovi dispositivi. Questo processo può essere meglio compreso se si osservano con più attenzione i suoi disegni di serrature e di biciclette.

Per aprire le serrature di bauli e porte vincendo la pressione delle potenti molle di chiusura, Leonardo talvolta realizzava chiavi, distinte da quelle per l'apertura, che servivano a comprimere le molle della serratura. Di solito que-



Disegni di serrature per porte si trovano nel *Codice di Madrid* e risalgono al periodo in cui Giulio Tedesco, un tecnico proveniente dalla Germania, lavorava con Leonardo a Milano. I disegni mostrano barre a chiavistello che servono a tenere aperto il catenaccio nonostante la pressione delle potenti molle di chiusura. Queste barre assomigliano ai denti di arresto dell'otturatore girevole: entrambi hanno sporgenze triangolari con tacche e perni sporgenti più piccoli e corti che servono a tenere fermo il meccanismo.

ste chiavi avevano la forma di un dado a farfalla, spesso forato su ciascuna aletta. Anche alcune delle prime ruote di otturatore avevano chiavette simili fissate alla ruota. Un'altra somiglianza tra serrature e ruote di otturatore si osserva nelle barre che tengono caricate le molle. Come si vede nei disegni di Leonardo, queste barre hanno una protuberanza triangolare scanalata da un lato e un ulteriore piccolo perno.

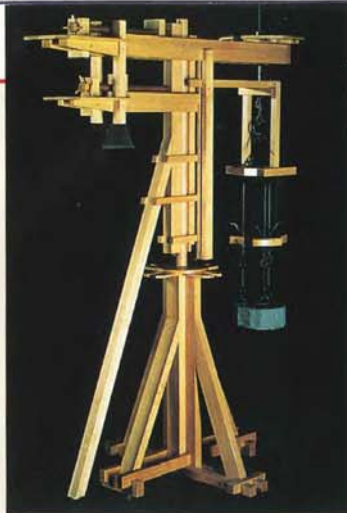
Nell'ultimo decennio del Quattrocento, Leonardo lavorò anche al progetto di una bicicletta, e alcune delle soluzioni che escogitò sono riprese nell'otturatore a ruota. Si conosce un rozzo disegno di bicicletta, attribuito a uno degli scolari di Leonardo, ma che probabilmente riflette i suoi lavori precedenti. Questo disegno pone parecchi problemi, in particolare per quanto riguarda i pedali, il sistema di sterzo e la catena di trasmissione.

Insieme con alcuni miei ex studenti

della Purdue University (Edward Blessman, Jim Bryant e Kyle Datesman) ho interpretato altri disegni - dell'ultimo decennio del Quattrocento e di mano di Leonardo - che ci hanno consentito di ricostruire il sofisticato sistema di sterzo della sua bicicletta. Due pagine del *Codice di Madrid* illustrano i componenti dello sterzo e i progetti di una catena di trasmissione sperimentale. Fra i disegni di Leonardo per la bicicletta ci sono anche freni a contropedale, che permettono al mezzo di continuare a correre quando non si pedala. È significativo il fatto che sia i meccanismi della catena di trasmissione sia la molla del freno della bicicletta ricompaiono negli otturatori a ruota.

L'invenzione di questo dispositivo di sparo ebbe una portata davvero notevole. Le armi da fuoco precedenti - come l'archibugio - si servivano di una fiamma esterna per accendere la polvere da sparo. Con l'introduzione dell'ot-

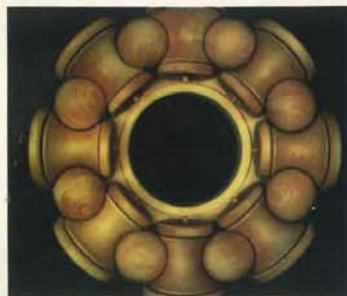
Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze



Leonardo da Vinci  
GRU GIREVOLE DEL BRUNELLESCHI



Leonardo da Vinci  
MARTINETTO A VITE  
CON SUPPORTO ANTIFRIZIONE



Leonardo da Vinci  
CUSCINETTO A SFERE RESISTENTE  
ALLA PRESSIONE

Francesco di Giorgio Martini - DRAGA MECCANICA



### Tecnologia rinascimentale

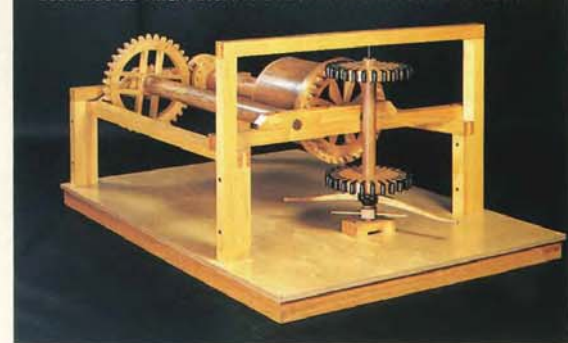
La creatività degli inventori del Rinascimento è chiaramente messa in luce da questa serie di modellini funzionanti di macchine progettate da due dei maggiori geni della tecnologia del tempo.

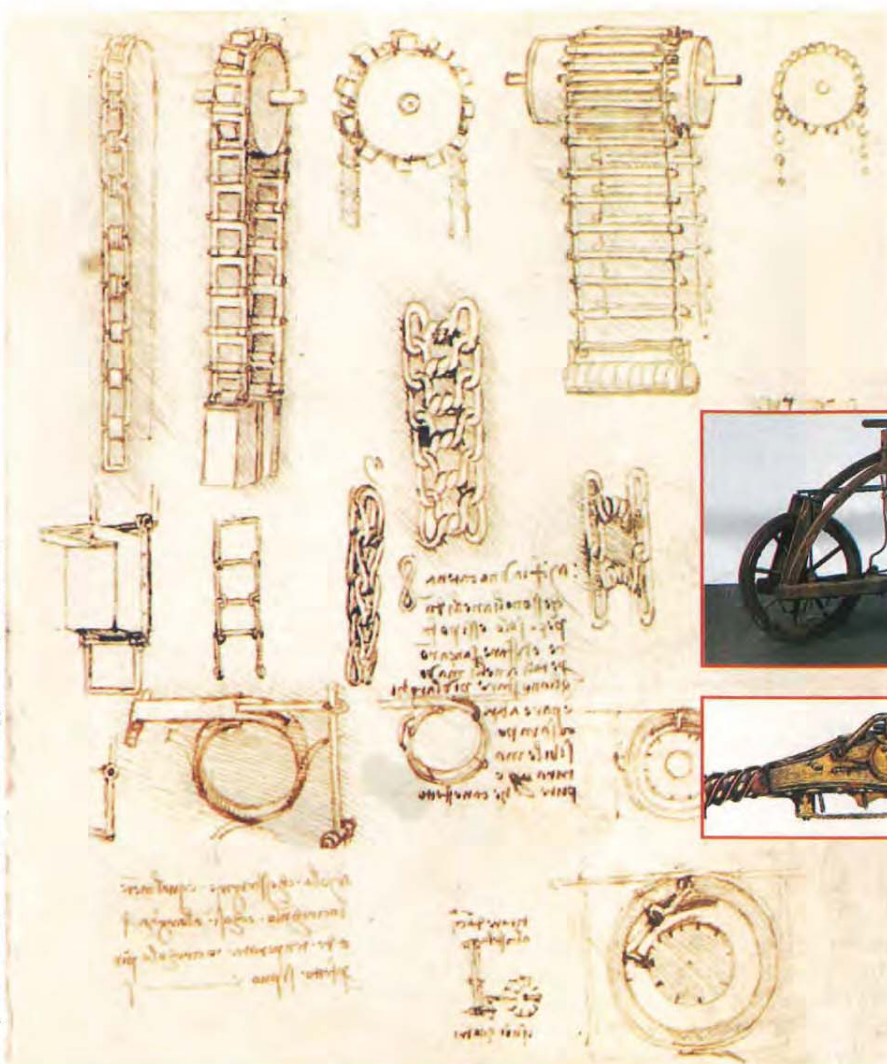
Qualche volta queste invenzioni erano troppo avanzate per la loro epoca: molte di esse infatti non vennero mai realizzate nella pratica, come lo stesso Leonardo ebbe a lamentare nei suoi scritti.



Francesco di Giorgio Martini  
MULINO AD ACQUA  
A RUOTA ORIZZONTALE

Leonardo da Vinci - ARGANO DI SOLLEVAMENTO A TRE VELOCITÀ





Nell'otturatore a ruota compaiono parti già usate nella bicicletta di Leonardo. I meccanismi e le catene che si vedono nella parte alta di questa pagina del *Codice Atlantico* sono molto simili alle catene che collegano l'asse e la molla principale dell'otturatore. Kyle Datesman ha costruito un modello funzionante di bicicletta (nel riquadro in alto) incorporandovi altri componenti illustrati negli appunti di Leonardo: il sistema di sterzo che si trova su una pagina adiacente a

quella riprodotta e i freni, che si possono vedere nella parte bassa dell'illustrazione. Questi ultimi funzionano come i moderni freni a contropedale che permettono alla bicicletta di continuare a correre quando non si pedala, ma anche di fermarsi sul posto. La loro forma ricompare nei primi otturatori a ruota (nel riquadro in basso).

turatore a ruota esse potevano essere pronte a far fuoco senza la perdita di tempo di accendere un fiammifero. Questo progresso era destinato a modificare per sempre il ruolo di queste armi nella società.

A quanto racconta uno scrittore tedesco dell'epoca, Wilhelm Rem, il primo episodio di colpo lasciato partire accidentalmente - un evento facilitato dall'invenzione dell'otturatore girevole - si verificò nel 1515 nella città di Costanza. Un tale Laux Pfister aveva ingaggiato una prostituta e «mentre si trovava con lei in un salottino, prese in

mano un moschetto carico, di quelli che funzionano in modo tale che, quando viene premuto il grilletto, danno da soli fuoco alla polvere e lasciano partire il colpo». Mentre Pfister giocherellava con l'arma, questa a un tratto sparò colpendo la donna al mento. Il colpevole dovette pagare le spese mediche e garantire alla donna una rendita annua per il resto dei suoi anni.

Il fatto che un numero crescente di briganti e altri malviventi possedesse armi da fuoco dotate di otturatore a ruota portò le autorità a emanare editti contro la costruzione e il possesso di

tali armi. Simili leggi vennero tuttavia eluse sia dai costruttori sia dai possessori di armi da fuoco e i tentativi di controllo legale si rivelarono, sul lungo periodo, inefficaci; furono fattori concreti come il costo, l'affidabilità e la domanda di armi dotate di quel meccanismo a condizionarne l'uso.

Nei secoli che sono seguiti alla morte di Leonardo, i progressi nella tecnica di costruzione delle armi da fuoco hanno dato un contributo allo sviluppo di altri settori, il più importante dei quali è sicuramente quello della produzione in serie con parti intercambiabili. Da un'idea apparentemente insignificante come quella di inserire una ruota che gira nello scodellino della polvere da sparo sono nate molte cose; si può pertanto affermare che la preoccupazione di Leonardo di non aver realizzato abbastanza nel corso della vita non ha davvero ragion d'essere.

VERNARD FOLEY è docente di storia della scienza e della tecnica alla Purdue University. Fra i suoi interessi di studio vi sono lo sviluppo delle tecniche produttive e l'evoluzione del pensiero economico; nel suo lavoro si è accorto che costruire materialmente antichi dispositivi fornisce informazioni preziose che non possono essere ottenute altrimenti. Ha già pubblicato diversi articoli in «Le Scienze».

FOLEY VERNARD, BLESSMAN EDWARD R. e BRYANT JAMES D., *Leonardo da Vinci und das Fahrrad* in «Technikgeschichte», 50, n. 2, 1983.

FOLEY VERNARD, BEST STEVEN, CASSIDY DAVID e LOGAN F. CHARLES, *Leonardo, the Wheellock, and the Milling Process* in «Technology and Culture», 24, n. 3, luglio 1983.

FOLEY VERNARD, *The Invention of the Wheellock* in «Journal of the Arms and Armour Society», 11, n. 4, 1984.

BLAIR CLAUDE, *New Light on the Early History of the Wheellock in Italy* in «Waffen- und Kostümkunde», 37, nn. 1-2, 1995.