

□

STORIA DELLA TECNOLOGIA

LEZIONE 10

**Massimo Guarnieri
Università di Padova
a.a. 2021-22**

1466 - Francia

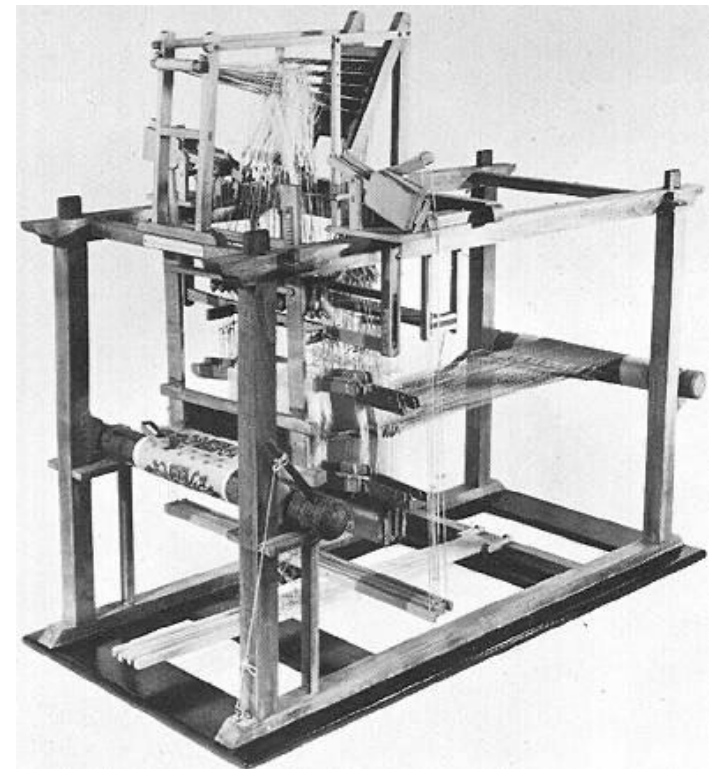
XIV secolo: sofisticato telaio per tessuti operati in seta

Giovanni il Calabrese

- tessitore di Catanzaro
- sviluppato dal telaio orizzontale di origine asiatica

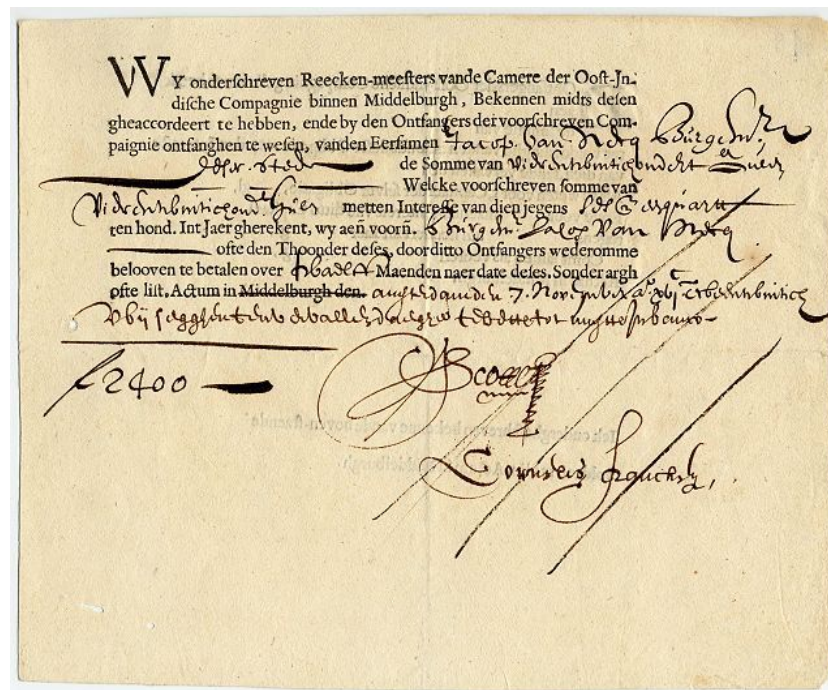
1466 Lione

- il telaio di Jean Le Calabrias è portato a Lione da tessitori italiani ingaggiati dal re di Francia
- diffusione del patrimonio tecnico italiano nell'Europa centrale
- avvia una tradizione secolare in Francia



XV secolo - Europa

Società per azioni: si affermano a Firenze, Venezia, Amsterdam e in altre città (Fiandre e Paesi Bassi), dove prosperano ricche attività artigianali e commerciali (in particolare tessili)



Forme primordiali di società partecipate: Cina del Song (960–1279), 1250 in Francia, 1288 in Svezia. Prima borsa: 1309 a Bruges (Fiandre)

1474 - Venezia

Legge sul brevetto

- emanata il 19/03/1474 dal Senato della Repubblica,
- permette di vendere per un certo tempo l'uso delle proprie invenzioni, impedendo ad altri di sfruttarle liberamente
- ideata anche per proteggere la produzione dello stato (che stava spostando i suoi interessi dal commercio alla produzione)

precedenti

- Venezia 1416: privilegi per nuove macchine tessili per follatura
- Firenze 1421: privilegio di 3 anni a Brunelleschi per il "badalone", barcone anfibia a 14 ruote con paranco per il trasporto dei marmi
- Inghilterra 1449: privilegio a vetraio fiammingo
- Venezia 1469: patente a stampatore tedesco

diffusione in Europa

- Francia 1551: privilegio a maestro vetraio veneziano
- Inghilterra 1623: emanazione dello "Statuto dei Monopoli" (prima legge inglese sui brevetti)

1433-1489 - Italia

Comunicazioni in Europa

Primo servizio postale pubblico commerciale europeo

1433: Ruggiano de Tassis

- originario di Bergamo, organizza servizio postale imperiale

1489 Jeannetto de Tassis

- capomastro delle poste a Innsbruck

altra esportazione di capacità tecniche italiane

germanizzazione del nome in von Taxis e poi Thurn und Taxis

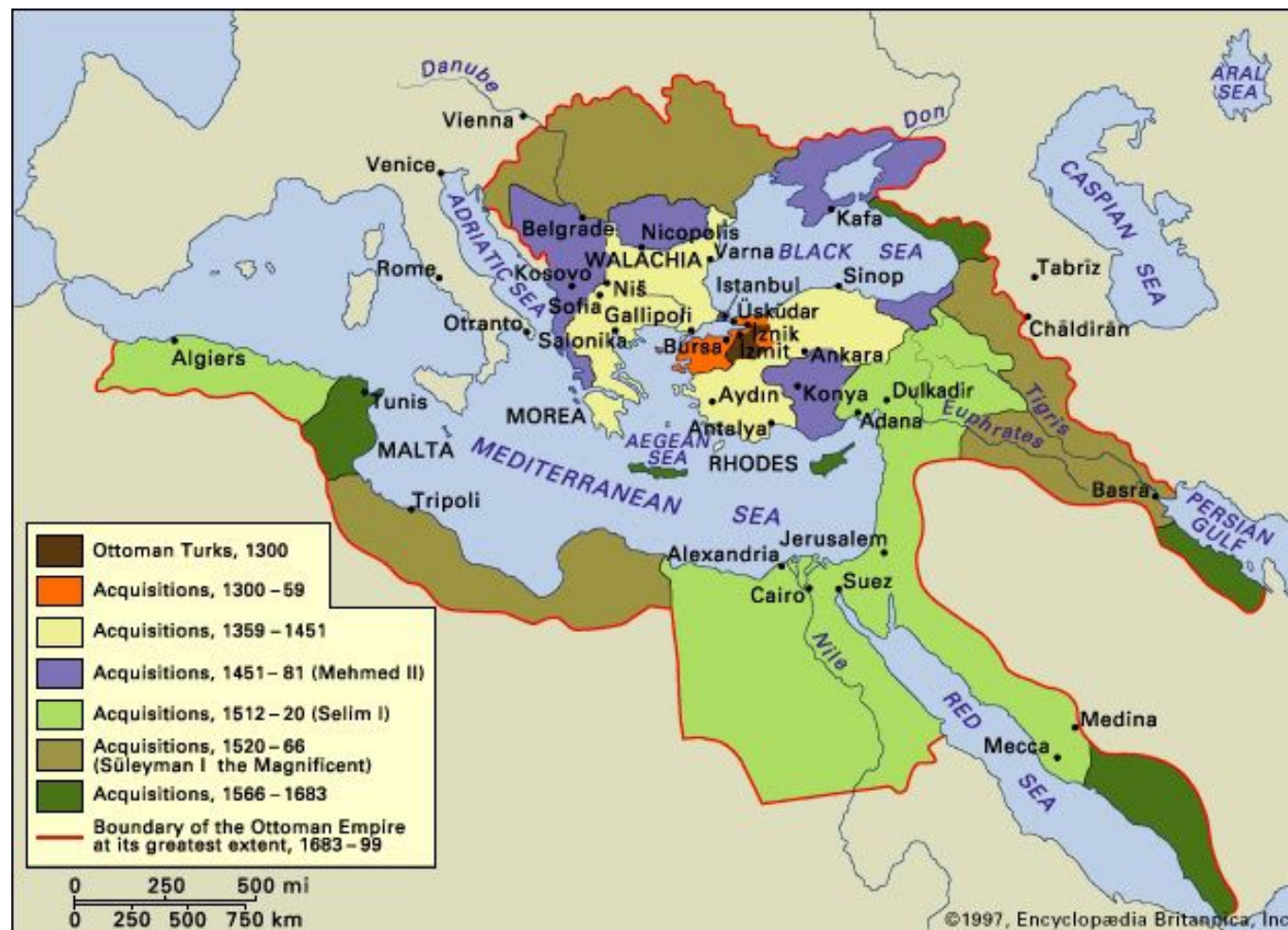
- sotto l'imperatore Carlo V: servizio postale esteso a gran parte dell'Europa continentale
- oggi una delle casate nobili tedeschi

~1400 - Medio Oriente

Espansione dell'Impero Turco-Ottomano

sorto intorno al 1299 sulle ceneri del Sultanato selgiuchide

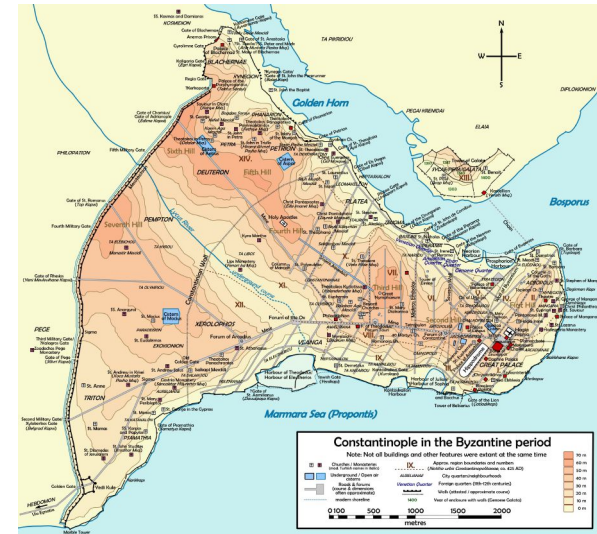
1389: vittoria sui Serbi a Kosovo (sterminio della nobiltà serba)



1453 - Costantinopoli

Conquistata dagli Ottomani di Maometto II

- uso determinante delle artiglierie durante l'assedio:
 - archibugi (in dotazione ai Giannizzeri da un decennio)
- prima impiego bellico rilevante di grandi bombarde, lanciano proiettili da 270 kg (progettate dall'ungherese Urban)
 - 7 colpi al giorno, con effetti psicologici devastanti
 - infrangono le mura teodosiane, che per oltre 1000 anni hanno difeso la città respingendo 29 assedi



Ritratto del sultano Maometto II eseguito da Gentile Bellini nel 1479

1453 - Costantinopoli

Caduta dell'Impero Romano d'Oriente

Definitiva affermazione ottomana in Medio Oriente e nella penisola balcanica

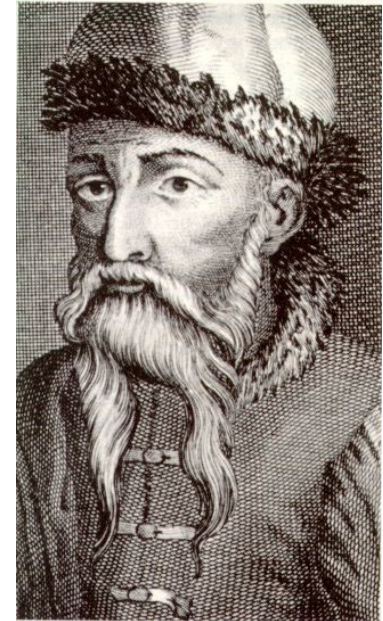
- radicalizzazione del confronto cristiano-islamico, specialmente in Europa orientale
- fuga degli intellettuali bizantini ortodossi in Europa occidentale ed in particolare in Italia dove contribuiscono alla fioritura del Rinascimento
- è anche l'inizio di una fase di scarsa diffusione culturale nel mondo islamico (nonostante i grandi successi politico-militari): dal 1485 nell'impero ottomano è proibito stampare testi in arabo (il divieto sarà abolito nel 1728)

1450 - Germania

Stampa a caratteri mobili metallici
(in piombo) ottenuti per fusione

Johann Gutenberg (~1397 - ~1468)
o altri? (**Johannes Fust, Laurens Coster...**)

- re-invenzione (1041 Cina - in porcellana, 1234 Corea - in metallo)
- richiede una progettazione complessa di “sistema” piuttosto che di “prodotto”:
 - fusione di precisione di caratteri piccoli e a profilo netto in lega di piombo
 - calibrata viscosità dell’inchiostro
 - adeguata pressione, ottenuta con una pressa derivata dal torchio a vite da vino
- diffusione delle copie di set di caratteri, ottenuti per fusione da uno stesso stampo



1455 - Germania

Primo libro occidentale
a stampa di grande diffusione:

La Bibbia

(Bibbia mazarina, o vulgata)

- Stampata sia su pergamena che su carta (meno costosa)
- In pagine di 42 righe
- In latino, lingua colta comune a tutta l'Europa occidentale



1455-1500 - Europa

Inizia la produzione in serie di libri (incunaboli)

- rapida diffusione della stampa, crollo dei prezzi, specialmente su carta
- la quantità di libri in circolazione aumenta vertiginosamente:
 - 1480: stamperie in oltre 100 città europee
 - 1500: 40.000 edizioni catalogate (circa 20 milioni di copie)
 - Germania e Italia: 2/3 della produzione totale europea
 - in particolare a Venezia

“saremmo rimasti increduli se ci avessero assicurato che... sarebbe stato possibile scrivere un’infinità di libri in poco tempo e con velocità mille volte più grande di quella con la quale si parla...”

Pierre Borel 1655



1455-1500 - Europa

Si stampano i grandi libri classici scientifici e tecnici

1473: *De rerum natura* di Lucrezio,

1475: *Geografia* di Tolomeo,

1482: *Elementi* di Euclide,

1486: *De Architettura* di Vitruvio, ...

e libri moderni anche di argomenti profani e laici:

1472 Verona: *De re militari*

Roberto Valturio

primo trattato tecnico a stampa

1478 Treviso: *L'arte de labbacho*

primo libro di matematica a stampa



1455-1500 - Europa

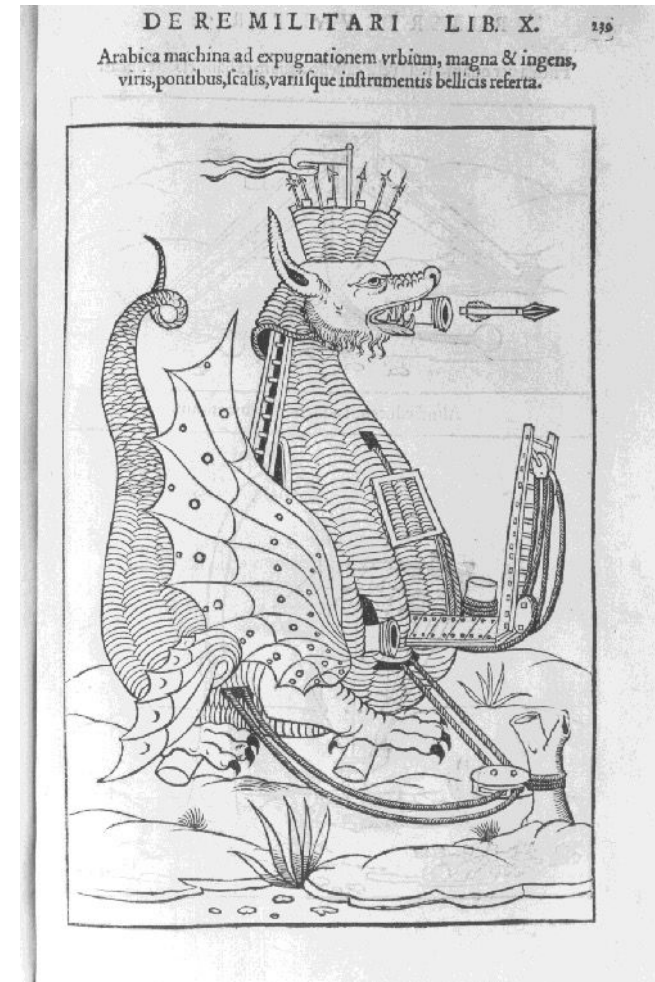
- Fine del monopolio della copiatura amanuense, detenuto dai monasteri
- diffusione della cultura, non più detenuta solo da religiosi e dotti, che diventa più laica
- le idee e le conoscenze divengono patrimonio anche di artigiani e borghesi
- si riducono gli errori di trascrizione, aumenta il rigore verso le fonti
- la circolazione delle conoscenze fa sì che le attività intellettuali si trasformino in uno sforzo collegiale e di confronto e di conoscenza
- si avvia un'era di diffusione culturale che non ha precedenti

1472 - Verona

De re militari

- **Roberto Valturio (1405-1475)**
 - primo trattato a stampa di argomento tecnico-scientifico
 - già pubblicato a mano intorno al 1460
 - macchine militari e navali
 - macchine per assedio
 - propulsione navale a pale
 - scafandro da palombaro
 - ...

come i meccanici alessandrini del III secolo a.C.



Ingegneri rinascimentali

Fioriscono molti inventori di macchine (e spesso architetti), oltre a Brunelleschi (1377-1446) e Leonardo (1452-1519):

- Mariano di Jacopo, Taccola (1382-1453)
- Giovanni Fontana (1395-1454)
- Filarete (1400-1465)
- Leon Battista Alberti (1404-1472)
- Roberto Valturio (1405-1475)
- Fra' Giovanni Giocondo (1433-1515)
- Francesco di Giorgio Martini (1439-1501)
- Giuliano da Sangallo (1445-1516)
- Lorenzo della Volpaia (1446-1512; astrario)

1478-1515 - Italia

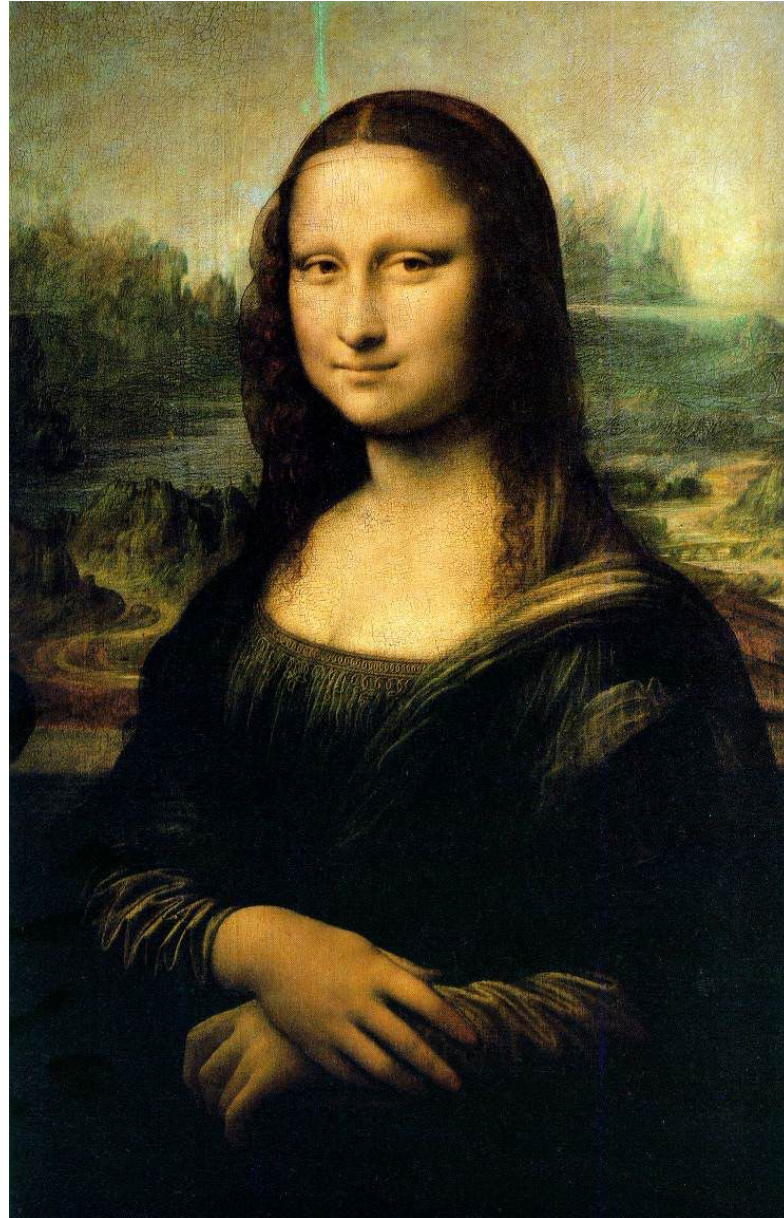
Leonardo da Vinci (1452-1519)

esempio più alto del genio (uomo di intelletto) universale rinascimentale

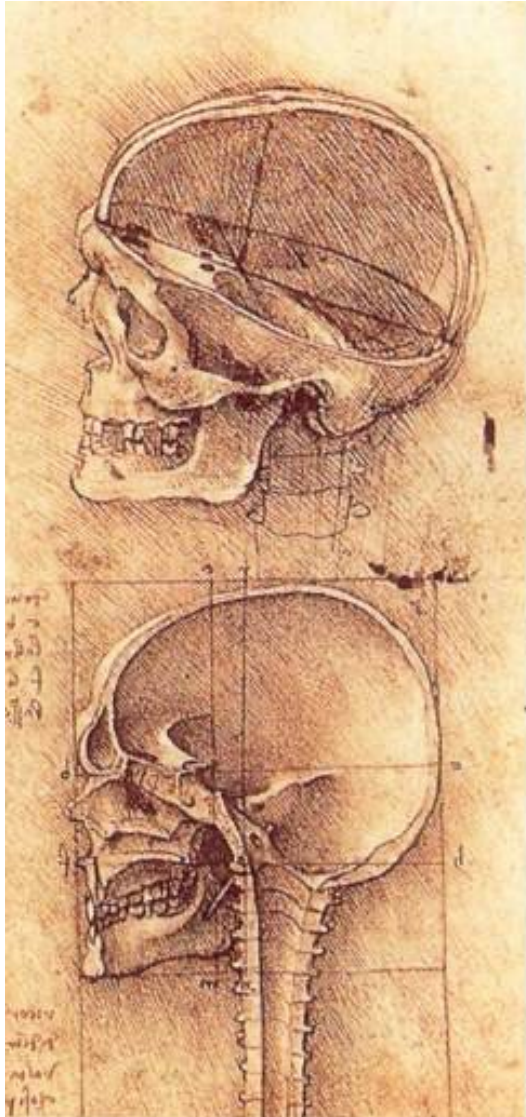
- pittore
- scultore
- anatomista
- scienziato
- tecnico
anche visionario,
solitario anticipatore di
sviluppi tecnici futuri



1506 - Leonardo artista



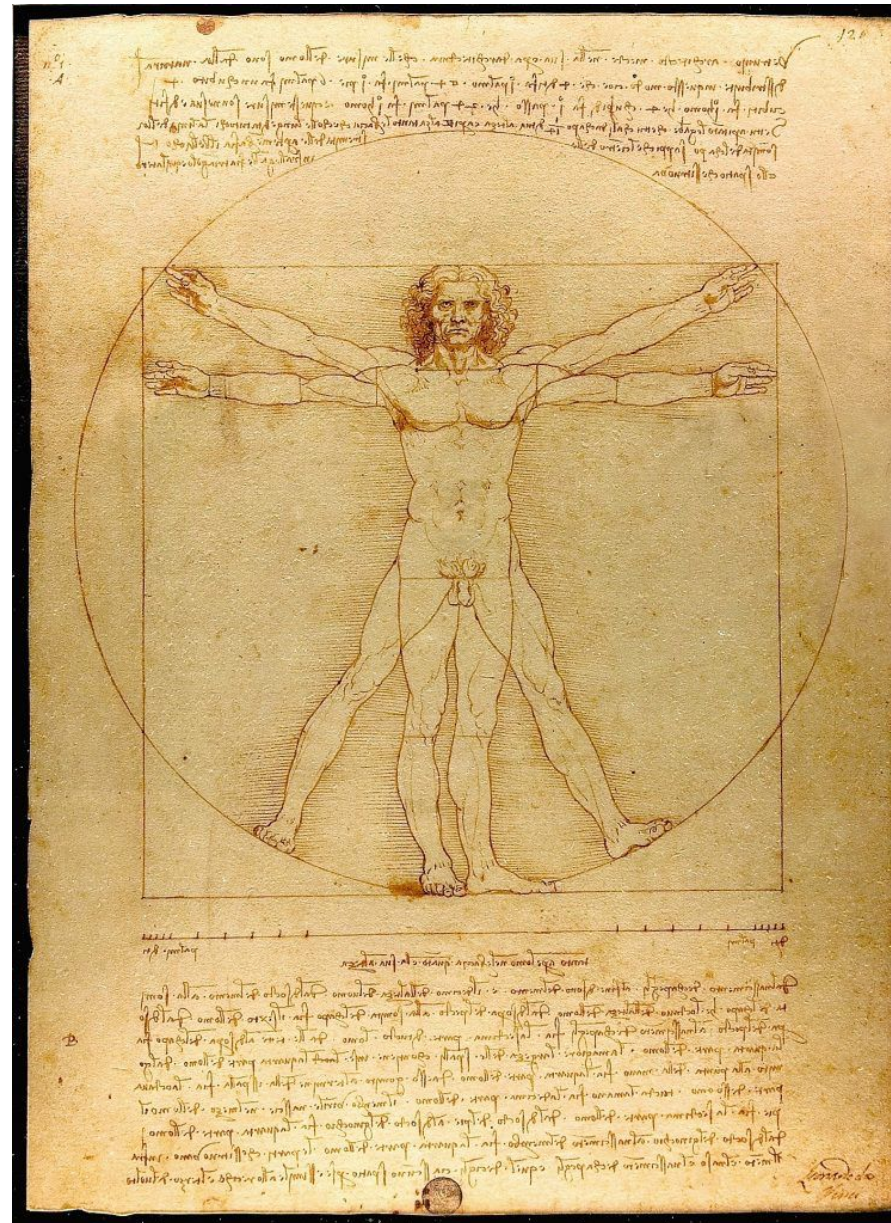
~1490 - Leonardo anatomista



19A. The infant in the womb (R.L. 19102R)

19

1478-1515 - Leonardo tecnico

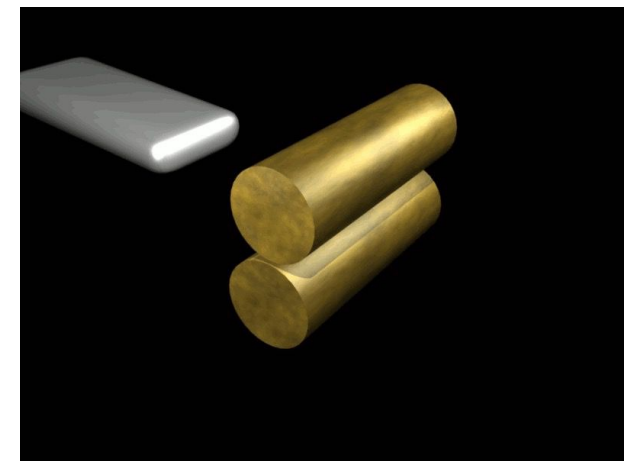
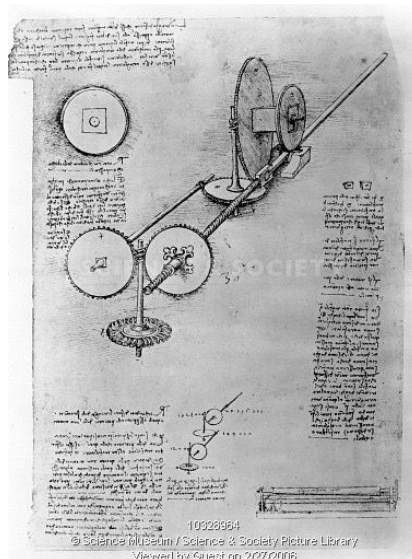


1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica – macchine utensili

laminatoi: per meccanizzare e velocizzare la forgiatura, producendo ferro saldato di sezione regolare

- Si affermano presto per gli impieghi più vari:
 - strutture scatolate → il ferro inizia timidamente a sostituire il legno in impieghi strutturali
 - col tempo: cannoni ottenuti da lamine arrotolate e saldate
 -

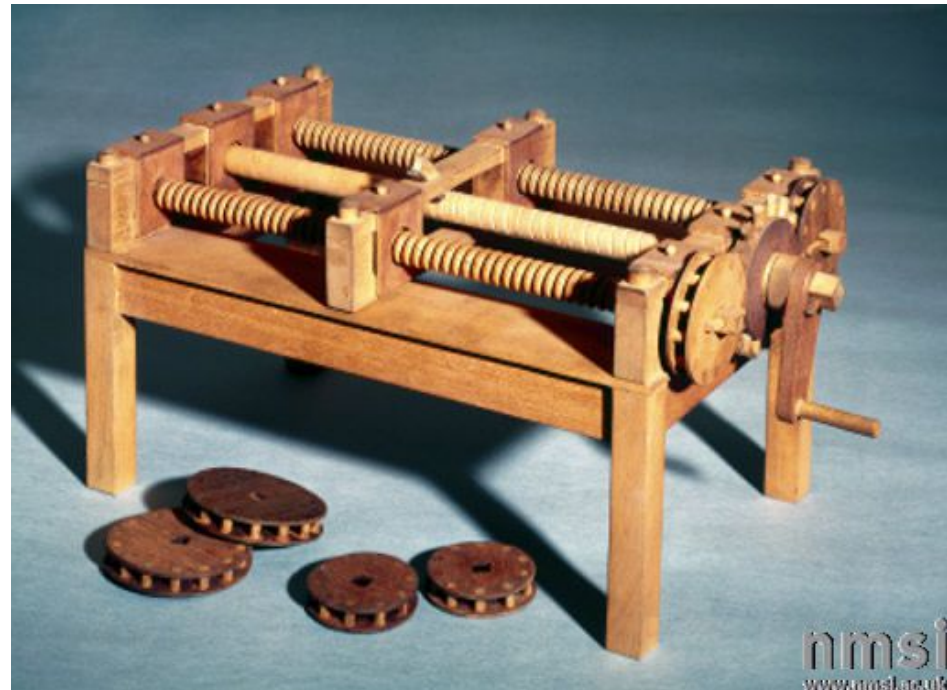


1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica – macchine utensili

- filetatrice
 - dopo quella di Erone del I secolo d.C.
 - doppio movimento sincronizzato che offre velocità e precisione

- torni di questo tipo si diffondono intorno al 1550



1478-1515 - Leonardo

Ingegneria meccanica – macchine utensili
molatrice per lenti e specchi

- doppio movimento sincronizzato garantisce lavorazione sferica (velocità e precisione)
- anticipa macchine simili di Huygens e di Newton (XVII secolo)



1478-1515 - Leonardo

E molte altre **macchine utensili** per fare macchine o loro parti

- applicazione del volano a biella e manovella (supera i punti morti nella conversione di moto alternativo in rotazione continua)
- cuscinetto a rulli (archetipo di quelli a sfere, riduce gli attriti)
- trasmissione a catena
- pressa meccanica
- trafilatrice
- affilatrice per aghi
- alesatrice (anticipa alesatrice di Wilkinson del 1774)
- piallatrice (anticipa piallatrice di Roberts del 1817)
- macchina per fabbricare corde (realizzata per l'arsenale di Venezia)
- macchina per tritare i colori
- macchina per tritare i minerali (realizzata in Germania - 1512)
- torretta girevole per mulini a vento (realizzata in Olanda - 1579)
-

1478-1515 - Leonardo

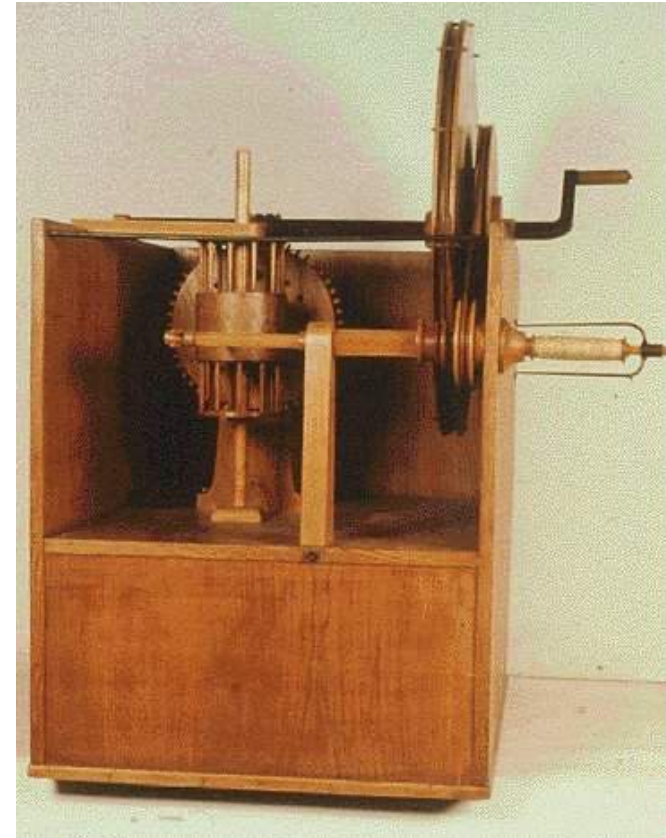
Ingegneria meccanica –anche macchine per altri settori produttivi,

ad esempio **macchine tessili**

filatoio a doppia aletta

- unisce in una sola macchina la filatura e la bobinatura su rocchetto
- permette di usare entrambe le mani per maneggiare il filato
- produce due fili contemporaneamente
- aumenta la produttività

- archetipo delle macchine prodotte dal 1530 e di quelle che diffuse dal 1738



1478-1515 - Leonardo

Telaio automatico

- azionabile da un solo addetto
- velocizza la tessitura e aumenta la produttività
 - (archetipo dei modelli francesi apparsi dal 1524 e di quelli inglesi del '700 - anticipa la navetta volante di Kay del 1733)



Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

E molte altre macchine per migliorare la produzione artigianale

...

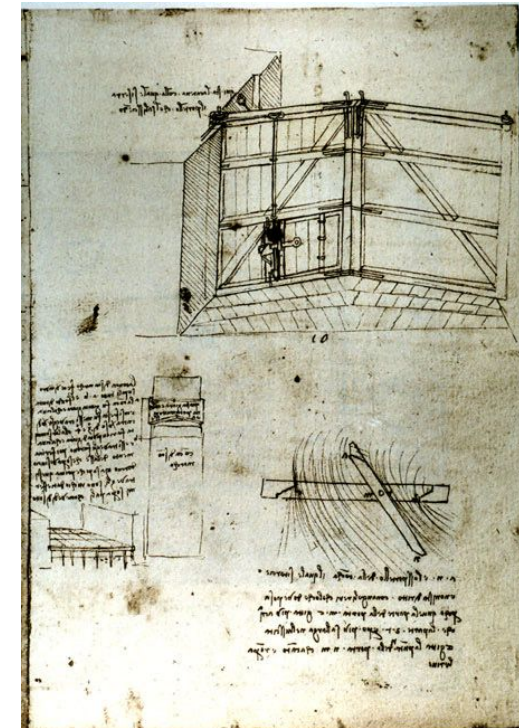
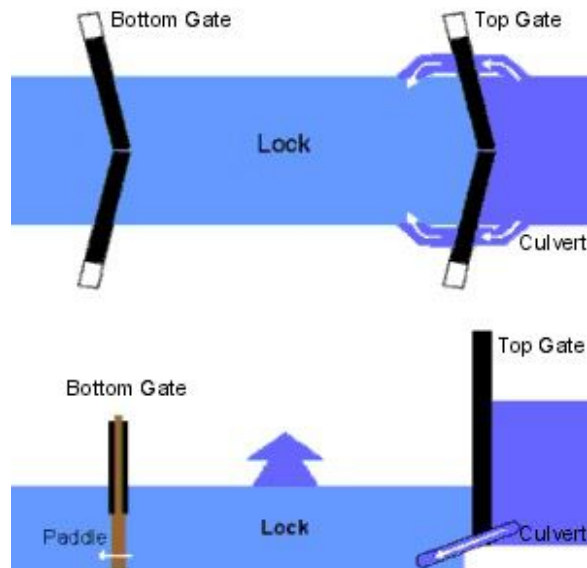
- con lo scopo comune di rendere “meccaniche” (automatiche) e veloci le lavorazioni artigianali
- una concezione del lavoro che è già presente nella seconda rivoluzione tecnologica e troverà compimento nella rivoluzione industriale

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria idraulica

1497: Porta idraulica a due battenti ad angolo per conche fluviali

- regge la spinta idrostatica
- realizzata sul canale della Martesana, a San Marco (Milano)
- Studi di fluidodinamica e per il controllo delle acque fluviali



1478-1515 - Leonardo

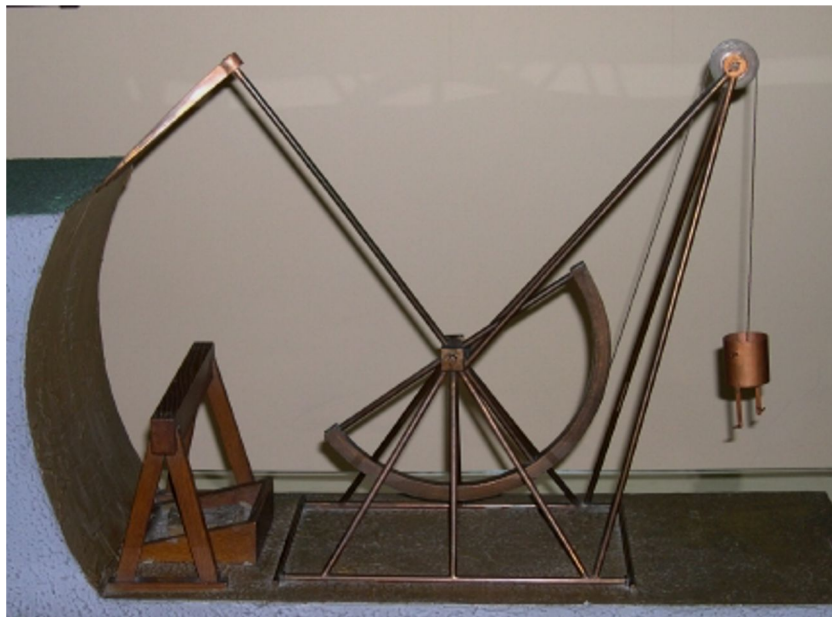
Ingegneria idraulica – Scavatrice e gru girevole

Pensate per realizzare un canale per deviare l'Arno, concepito al tempo della guerra tra Firenze e Pisa

- poi realizzate a Venezia e usate nelle opere di canalizzazione

1503: progetto di canale in quota, a Vicopisano (non realizzato, troppo futuristico)

- opere di bonifica in Lombardia e nel Pontino,



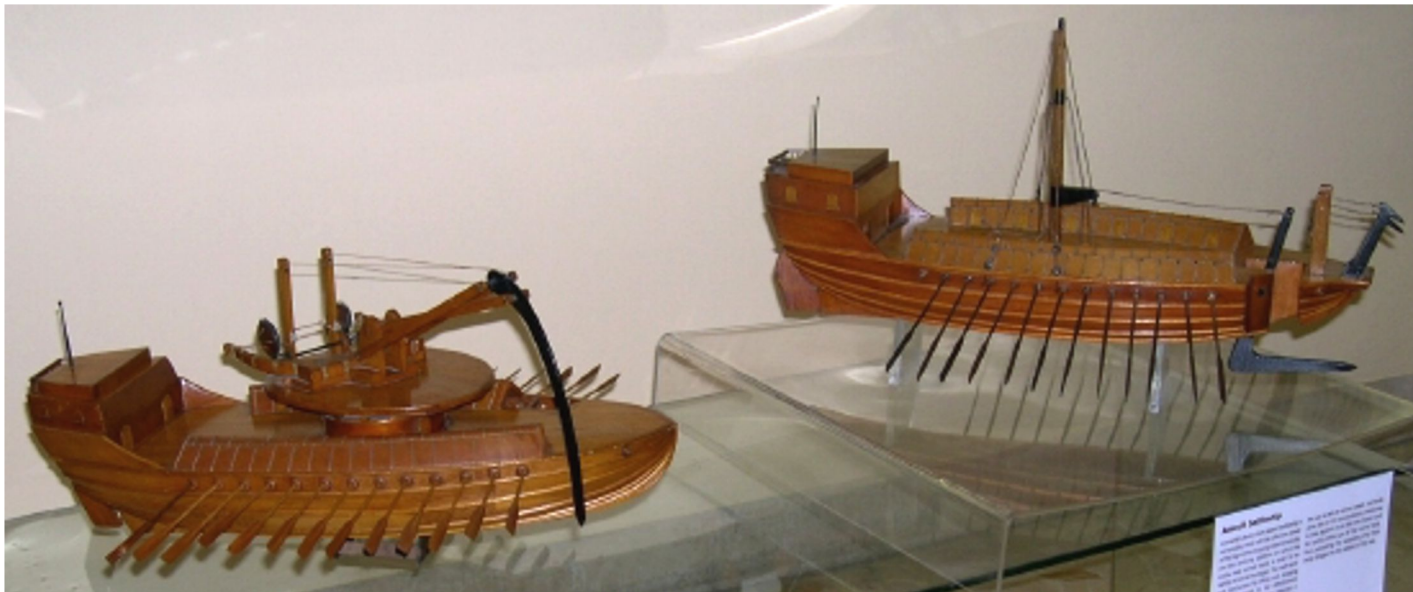
Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria navale

- per i vari principi alle corti dei quali era accolto:
- navi da guerra
- sottomarino

Il primo prototipo di successo apparve nel 1620



Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

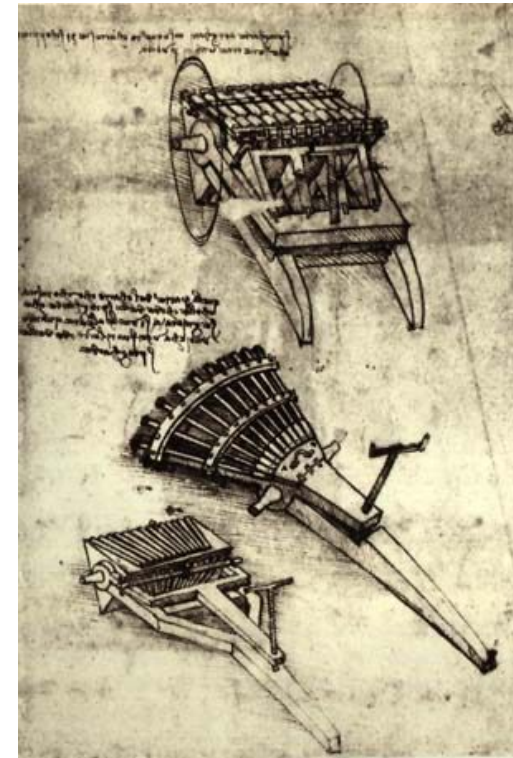
- Sci d'acqua (scarpe galleggianti)
- Scafandro da sommozzatore
già pensato da Roberto Valturio nel 1460, anticipa il prototipo del 1797
e i modelli operativi del XX secolo



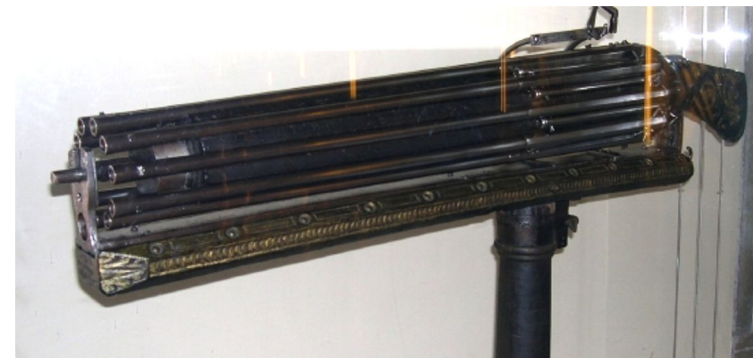
1478-1515 - Leonardo

Ingegneria militare

- cannoni a canne multiple



- anticipano armi a fuoco rapido del ~1650

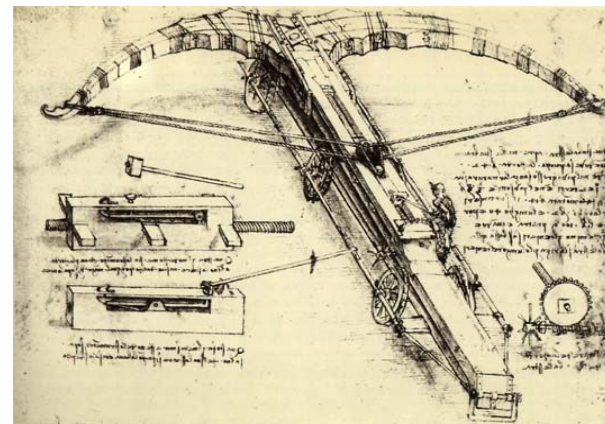
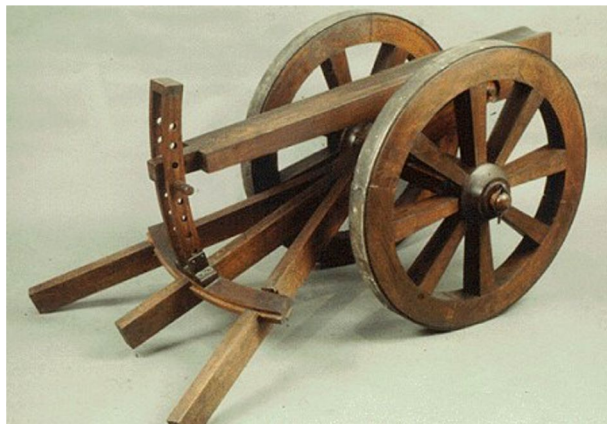


Modello veneziano ~1650 - Palazzo Ducale

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria militare

- Carro armato, senza seguito (anticipa quelli apparsi nel 1915)
- Affusto per cannone a doppia regolazione
- Balestra gigantesca



1478-1515 - Leonardo

Mobilità

Bicicletta (attribuzione del disegno incerta)

- con propulsione a pedali e trasmissione a catena
- anticipa in meglio la dreisina del XIX secolo



1478-1515 - Leonardo

Mobilità

Automobile a molla per uso teatrale

sfrutta l'energia elastica di molle a spirale in ferro alloggiati in due tamburi

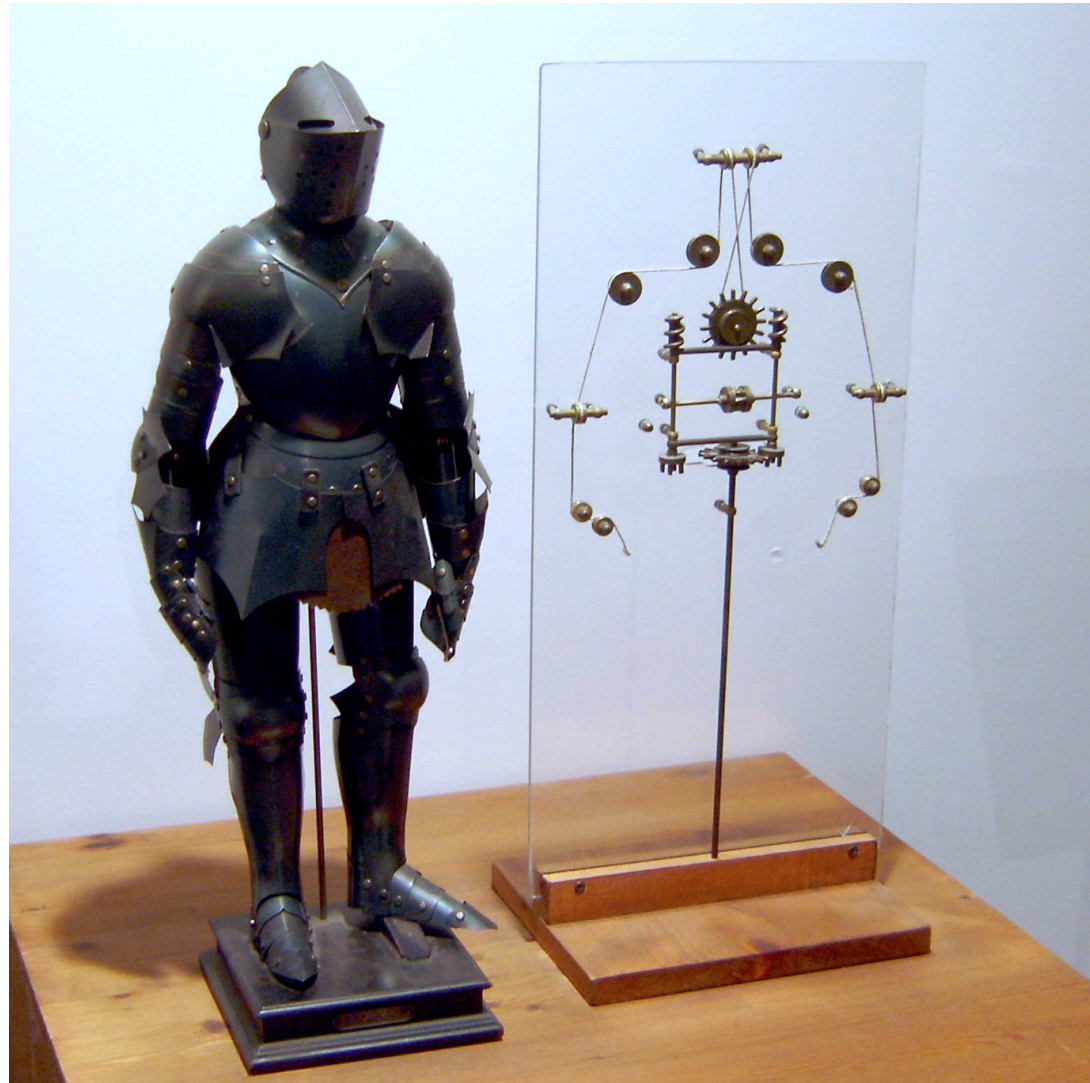
- accumulo di energia
- molle a spirale mutuata da quelle per orologeria, apparse verso il 1440



1478-1515 - Leonardo

Automa
o robot di Leonardo

- macchina teatrale



1478-1515 - Leonardo

Ingegneria aeronautica

Paracadute

- anticipa i primi modelli del 1595, 1732 e 1797



1478-1515 - Leonardo

~1485: Vite aerea

- macchina impossibile
- ma intuisce il principio di sostentamento dell'elicottero

anticipa il prototipo di Forlanini del 1877 e i modelli operativi del XX secolo

Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano



1478-1515 - Leonardo

~1505: Macchine per il volo, studi di ali per volo planato

Anticipano gli alianti realizzati dal 1853

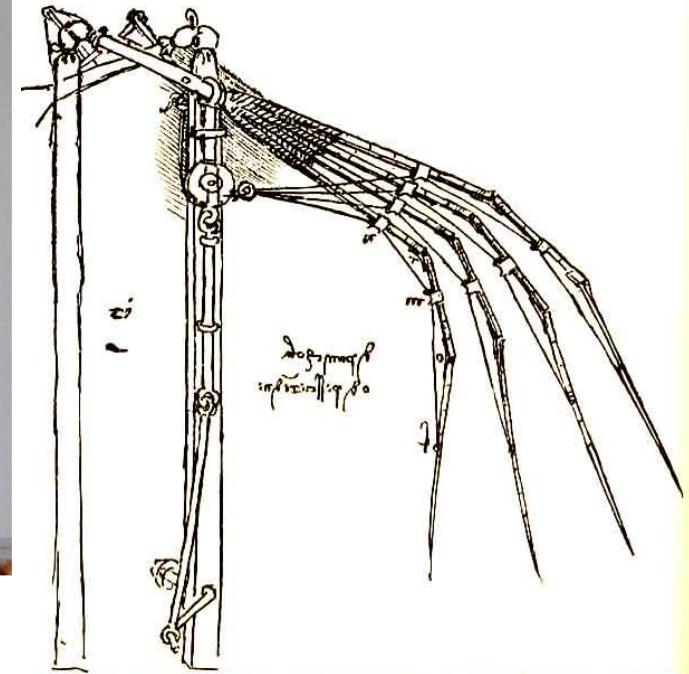
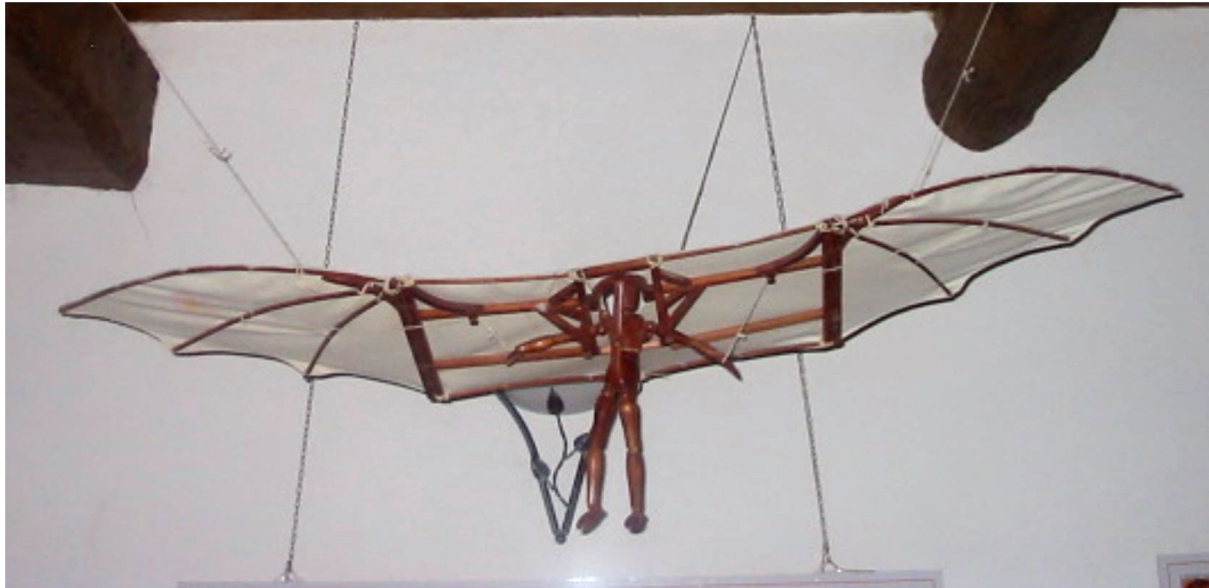
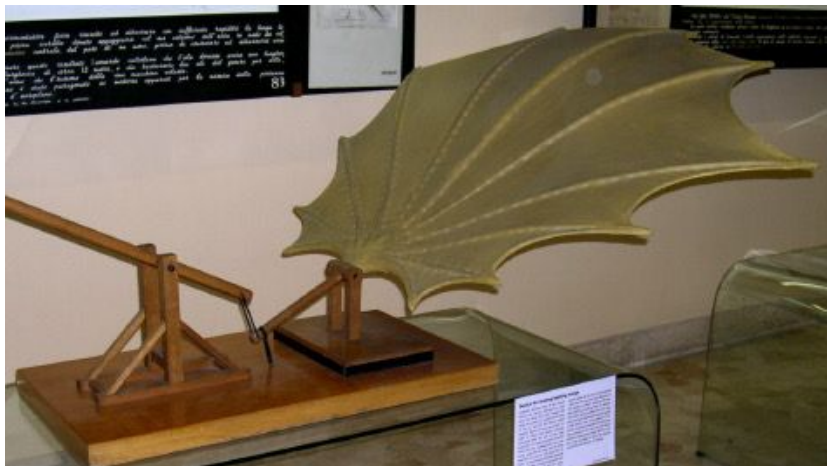


FIG. 4.—ONE EXAMPLE OF SEVERAL DEVICES CONTAINED ON SEPARATE SHEETS, EMPLOYED BY LEONARDO IN HIS STUDIES IN THE MECHANISM OF FLYING.



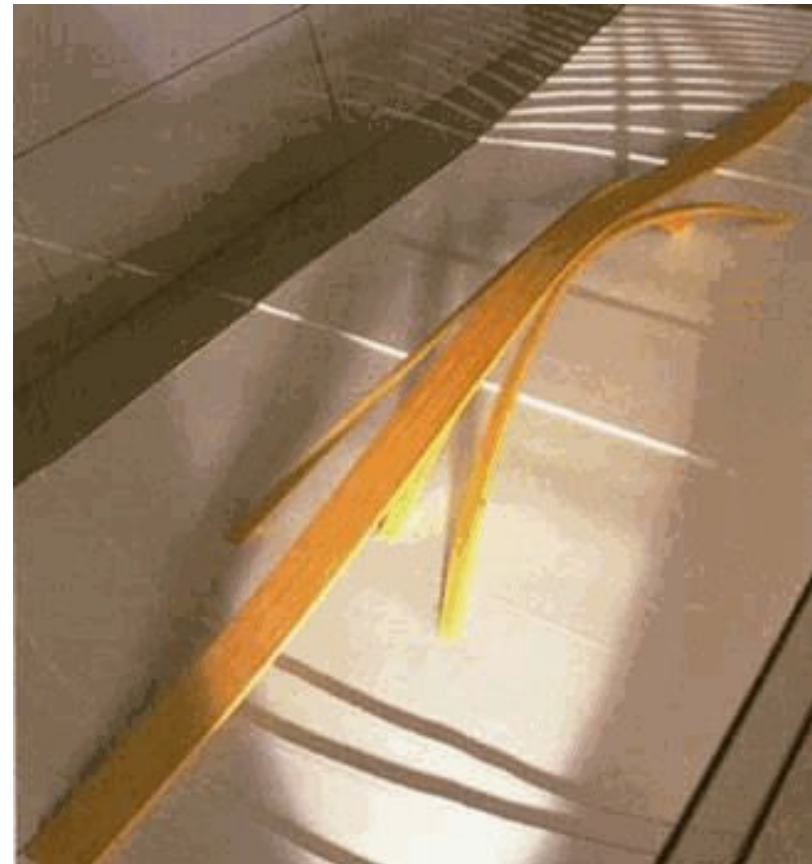
metodo sperimentale “trial and error”

alianti e ornotterri di Leonardo
Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano

1478-1515 - Leonardo

Ingegneria civile

- Ponte a campata singola attraverso il Corno d'Oro, a Istanbul
 - Proposto al sultano in una lettera del 1502
 - lungo 200 metri e alto 55 metri
 - fianchi dell'arco inclinati e dotati di spalle allargate per reggere la spinta orizzontale (scoperta e studiata da Leonardo; nell'arco a fianchi verticali non è compensata)
 - soluzione oggi ordinaria, ma allora rivoluzionaria



1478-1515 - Leonardo

- ...

Studi urbanistici

- Definizione razionale dell'ampiezza delle strade cittadine
 - Concezione del traffico urbano su due livelli differenziati per velocità di transito
 - superiore per pedoni e inferiore per veicoli
sarà realizzato con le metropolitane nel 1863
 - Quartieri residenziali satelliti rispetto ai centri cittadini
 - Regole di igiene urbanistica
- ...

1478-1515 - Leonardo

Studi tecnico-scientifici

- Studi strutturali sulle sollecitazioni dei materiali, prime forme di diagrammi di carico di travi e puntoni
- Scoperta e valutazione della spinta orizzontale dell'arco di volta
- Misura del carico di rottura di fili metallici (automatica con macchina speciale)
- Studi di dinamica
- Studi di fluidodinamica
- Uso moderno della vite come elemento di assemblaggio
-

Museo della Scienza e della Tecnologia - Milano



1478-1515 - Leonardo

... si riconosce nelle sue opere una sequenza straordinaria di ideazioni nei più diversi settori, spesso ispirate alle idee dei grandi tecnici classici e solo in parte recepite e realizzate al suo tempo (alcune, però erano irrealizzabili),

- dal punto di vista umanistico esprimono il dominio e la centralità dell'uomo sulla natura
- dal punto di vista tecnico sono concezioni geniali
- **crede nella "superiorità dell'occhio sulla mente"** (ossia dell'osservazione diretta sullo studio dei libri, ...)
- **inventa un nuovo metodo rigoroso per progettare e rappresentare le macchine**, prime forme di disegno tecnico moderno, col quale le "anatomizza"
 - ...

in definitiva prosegue l'opera di Honeccourt e Brunelleschi nel re-inventare un approccio **scientifico alla progettazione tecnica**, 1700-1400 anni dopo Archimede, Filone ed Erone (ai quali si ispira)

- giungendo a risultati molto più progrediti della cultura dell'epoca

1478-1515 - Leonardo

Ma:

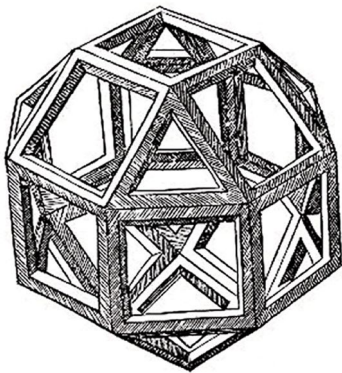
- scrive per se stesso, in modo arcano (da destra a sinistra) con simbologia volutamente oscura (*pensando di non poter essere capito dai suoi contemporanei?*)
- disprezza la stampa e la tipografia e quindi la divulgazione tecnico-scientifica (non pubblica libri a stampa)
- è ancora un uomo che concepisce la conoscenza in modo “sacerdotale”, non trasmissibile o divulgabile
- e il suo metodo non è raccolto dai filosofi naturali e dai tecnici del suo tempo, che continuano a costituire due ambiti ancora privi di linguaggio comune e di possibilità di intesa

1494 - Italia

Summa di Arithmetica, Geometria, Proportioni e Proportionalità

Luca Pacioli (1445-1517)

- Frate e matematico
- il più influente testo europeo di matematica dopo il *Liber Abaci* di Fibonacci del 1202



Rombicubottaedro disegnato da Leonardo per la Summa



Jacopo de' Barbari, museo nazionale di Capodimonte

1414-1450 - Portogallo

Navigazione atlantica esplorativo-commerciale (infrangendo tabù culturali ed ideologici):

- Genova: primi commerci lungo le coste atlantiche africane e prime navigazioni d'altura in Atlantico (scoperta delle Canarie - 1312)
- Portogallo: poco dopo, in competizione con i Genovesi
- Interessi mercantili (oro senegalese, ...), materie prime dal Ghana
 - Scoperte: Madeira (1419), Azzorre (1432) e poi la Costa africana centro-meridionale oltre capo Bojador (1434)

Enrico il navigatore (1394-1460)

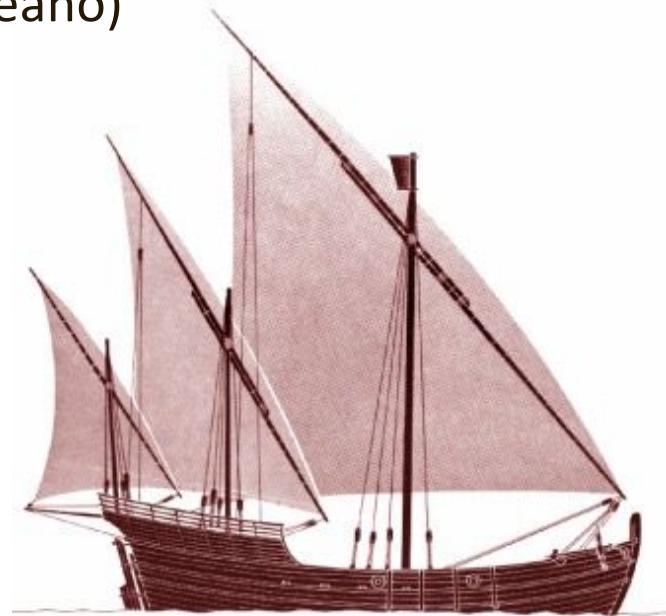
- centro nautico a Sagres:
 - cartografia:
Studio sistematico di rotte e metodi di navigazione, con apporti moreschi e ebrei
- +



1441 - Portogallo

Nuovo tipo di imbarcazione: **Caravella**

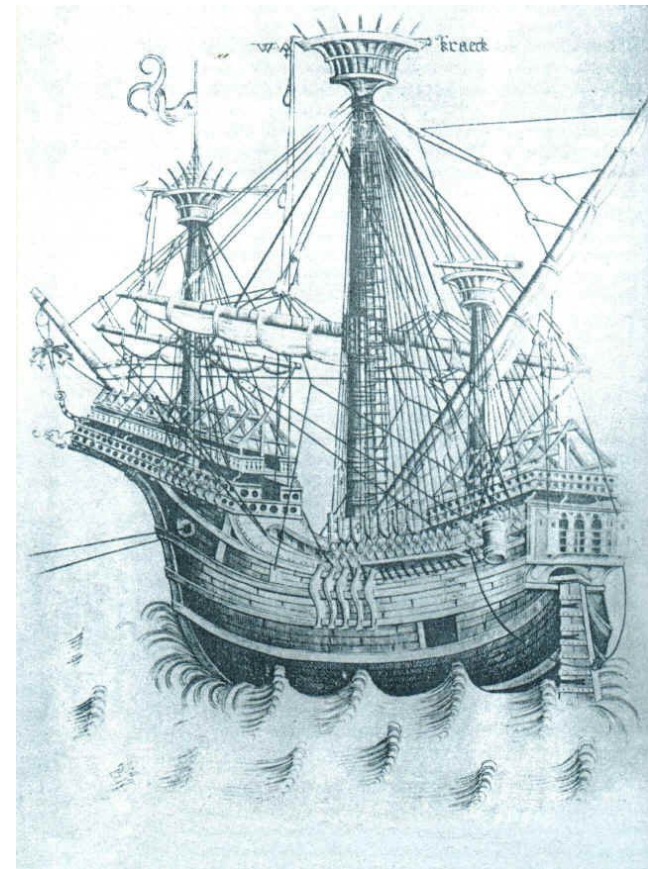
- elaborando elementi del qarib moresco, della galea mediterranea e del vascello nordico
- murate alte, forma panciuta
 - regge i marosi oceanici e offre grande capacità di carico
- priva di remi e di rematori (inutili in oceano)
- minor equipaggio
 - maggior autonomia di navigazione
- velatura estesa e versatile (vele quadrate e triangolari)
 - venti di poppa o angolati
- timone di poppa
- bussola



XVI sec. - Portogallo

Caracca

1470 circa, evoluzione della caravella
più grande e con sistema di vele più ricco
caravella e caracca: grande capacità di carico,
ideali per commercio oceanico



Caracca francese, 1476

~1480-90 - Portogallo

Tecniche di navigazione

- Mappatura delle coste oceaniche
 - Navigazione astronomica per rotte d'altura
 - con sistemi di coordinate geografiche triangolari



- Portolano del XV secolo

~1480-90 - Portogallo

Tecniche di navigazione

Strumenti per navigazione d'altura

- Mappe stellari
- Nord
 - bussola
- Latitudine
 - angolo di elevazione del sole al meridiano
→ **astrolabio**
 - angolo di elevazione della stella polare
→ **notturnale**

(strumento astronomico per stabilire l'ora di notte)

- sviluppati nell'Asia Centrale islamica (Samarkanda, Bukhara), importati da arabi ed ebrei della Spagna Islamica
- il primo astrolabio metallico europeo è realizzato da Rabbi Abramo Zacuto, a Lisbona



1487-8 - Portogallo

Caravelle portoghesi doppiano Capo delle Tempeste
- ribattezzato Capo di Buona Speranza

Bartolomeu Dias (1450-1500)

- Navigando in pieno oceano trova la rotta degli alisei verso sud



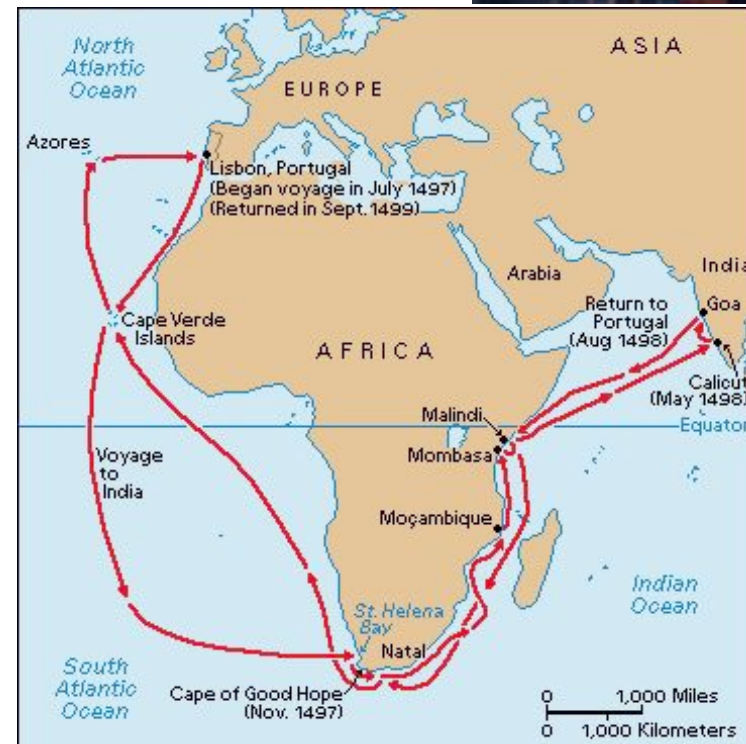
1498 - Portogallo

Vasco de Gama (1469-1524)
circumnaviga l'Africa e arriva in India

- Sbarca a Calicut, primo europeo
- con 3 caracche e 1 caravella



São Gabriel - caracca ammiraglia



1498 - Portogallo

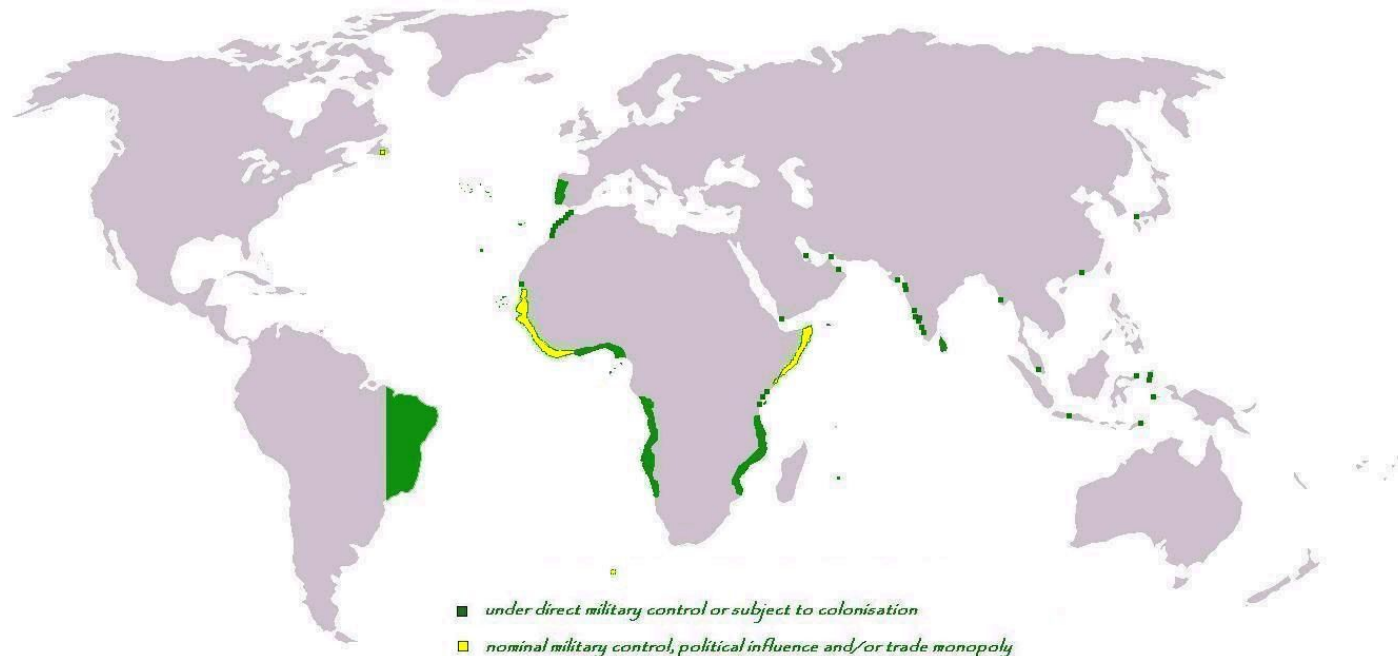
Conseguenze dell'impresa di Vasco de Gama

- creazione di rotte oceaniche tra Europe e Asia
- apertura delle rotte commerciali oceaniche
 - penetrazione diretta degli europei nei mercati costieri africani (prima scoperta dell'Africa sub-sahariana) e dell'Asia meridionale
 - rotte commerciali in progressiva estensione a tutto il mondo civile
 - prima forma di “globalizzazione”
- prodromi della nascita degli imperi coloniali europei in Oriente
 - prima Portoghesi
 - poi Olandesi
 -

~1500 - Portogallo

Primo impero coloniale europeo

- scoperta del Brasile (1500)
- Conquiste e avamposti portoghesi in Africa (Mozambico, Kilwa, Brava e Mombasa, Madagascar, Abissinia, ...)
- e Asia (Goa, Malacca, Molucche, Macao, Nagasaki, Ceylon, Timor, ...),
- insediamenti costieri: interessi commerciali e non territoriali



1492 - Spagna

Conquista di Granada

Realizzata dai sovrani cattolicissimi

- **Ferdinando d'Aragona**
(1452-1516) e
Isabella di Castiglia
(1451-1504)



- la Spagna torna ad essere tutta cristiana
- cacciata dei mori (e degli ebrei)
- obbligo di conversione ad arabi ed ebrei che rimangono
- persecuzioni dell'inquisizione spagnola (Torquemada), istituita nel 1479

1492 - Spagna

Termina la reconquista

- gli ebrei spagnoli cercano asilo in regni più tolleranti, come il Portogallo, portandovi le loro conoscenze
- elementi cospicui del patrimonio culturale arabo-giudaico rimangono comunque in Spagna e a disposizione dell'Occidente

- Comprendono:
 - conoscenze astronomiche
 - tecniche di navigazione
 - matematiche
 - trigonometria,
 - algebra, ...
 - chimiche
 - mediche



1492 - Spagna

Scoperta dell'America

Cristoforo Colombo (1451-1506)

- impresa finanziata da banchieri genovesi e dai regnanti di Spagna, per celebrare l'unificazione, intesa a trovare la via delle Indie viaggiando verso ovest, senza circumnavigare l'Africa, realizzata con due caravelle e una caracca



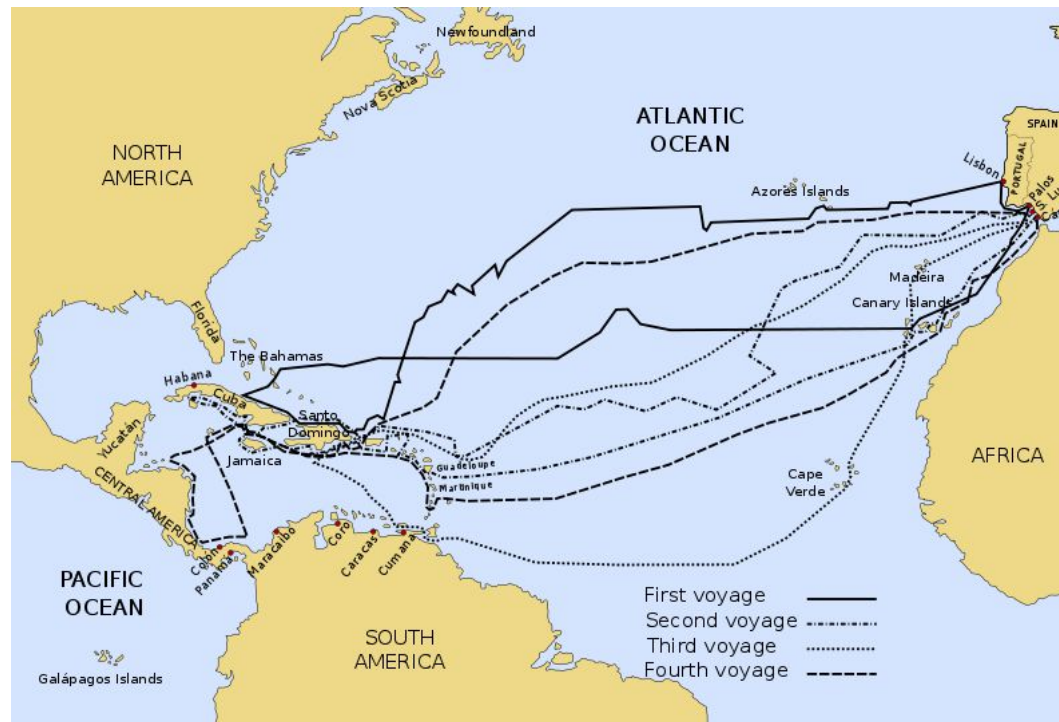
Niña, Pinta, Santa Maria

1492 - Spagna

Scoperta **fortunosa** dell'America

Cristoforo Colombo (1451-1506)

- favorita da una grossolana sottostima della circonferenza terrestre (era noto il risultato di Eratostene, del III sec. a.C.?)

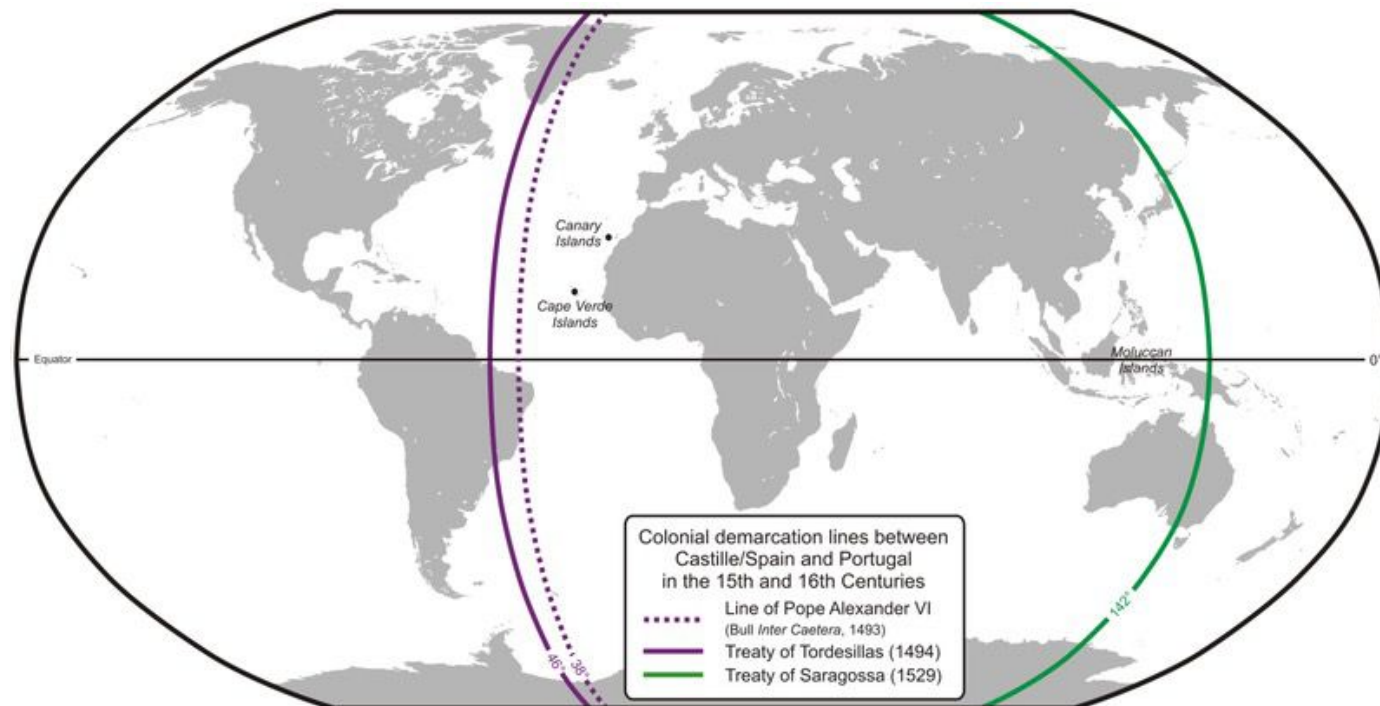


1494 - Portogallo, Spagna

Trattato di Tordesillas

spartizione delle aree di conquista extra-europee nel meridiano posto 370 leghe a ovest di Capo Verde

- Portogallo a est = Asia, Africa, Brasile
- Spagna a ovest = il resto dell'America



1507-1520 - Portogallo, Spagna

Primi imperi coloniali europei in America

1500: evidenza che è un nuovo continente - Amerigo Vespucci per il Portogallo

1507: primo uso del nome *America*, in una mappa del cartografo tedesco Martin Waldseemüller

1520: conquista spagnola dell'impero azteco

1532: conquista spagnola dell'impero Inca



1520 - Spagna

Spagna: Nel “siglo de oro” arrivano dall’America ricchezze e tesori immensi

- stimati equivalenti a 1.5 trilioni di dollari (valutazioni del 1990)

America: crollo delle culture precolombiane, pauroso calo demografico (malattie) e persecuzioni delle culture pagane

Europa: inflazione

- Superamento di restrizioni ed equilibri economici preesistenti e avvio di nuove economie
- Spagna: scarso interesse all’innovazione tecnico-economica
- Altri paesi europei: allettati a commerciare con la Spagna, sono interessati a promuovere le innovazioni

1519-22 – Spagna-Portogallo

Fernão de Magalhães (Ferdinando Magellano 1480-1521)

- nel 1519 inizia la circumnavigazione del globo, per Carlo V, con 5 navi e 237 uomini terminata nel 1522, tornano 1 nave e 18 uomini (anche Magellano muore durante il viaggio)
- Ma è un'impresa fantastica per l'epoca (documentata da Antonio Pigafetta, che fa ritorno)
- Allarga i confini del mondo conosciuto e induce una sua nuova concezione: il mondo è limitato e conoscibile




1494 - Italia

Calata in Italia del re francese **Carlo VIII** (1470-1498)

- guerra tra Francia e Spagna
- prima delle 8 guerre d'Italia
- esercito di oltre 20.000 uomini «enorme» per le città italiane
- con potenti artiglierie
 - costosissime
 - primi eserciti moderni



 Italy, 1494, showing the largest of the city-states. The city-states were among the most wealthy urban areas in the world.

decretano la superiorità militare degli stati nazionali sulle città-stato che non hanno le dimensioni necessarie a dotarsi di tali eserciti

1498-1559 Italia

Guerre franco-spagnole

Uso sistematico delle armi da fuoco in battaglia

- Artiglierie, bombarde, archibugi
 - 1503 Cerignola
 - 1522 Bicocca
 - 1525 Pavia

- 1500-1503: sistemi di mine
 - **Pedro Navarro**



1498-1559 Italia

Uso sistematico delle armi da fuoco

- le armi da fuoco sono molto più costose delle armi tradizionali e quindi richiedono risorse economiche disponibili più facilmente in uno stato nazionale che in una città-stato
- ma possono essere usate da soldati poco addestrati e sviluppare **potenze molto maggiori** delle armi bianche e da lancio tradizionali:
- inducono una rivoluzione in campo militare, sia nelle armi da offesa che nei sistemi di difesa (le vecchie spade e lance divengono molto meno importanti, corazze e cinte murarie sono inefficaci)
- fanno tramontare il concetto medioevale del “mestiere delle armi”
- realizzano la **conversione di energia chimica in energia termica e meccanica** (prime applicazioni sistematiche di conversione energetica): rendono evidente che è possibile ricavare effetti meccanici intensi anche da sistemi non meccanici (quindi non solo da muscoli, acqua, vento, ...)

1527 - Italia

Sacco di Roma

- Ad opera dei lanzichenecci imperiali di Carlo V, di fede protestante, rimasti privi di condottieri
- Saccheggio efferato e prolungato (quasi un anno)
- Evidenza in modo clamoroso la vulnerabilità delle città ove è nato ed è coltivato il Rinascimento



1559 - Spagna-Francia

Pace di Cateau-Cambrésis:

- Francia-Spagna-(Savoia)
- L'affermazione del dominio spagnolo in Italia avvia la decadenza del Rinascimento italiano

