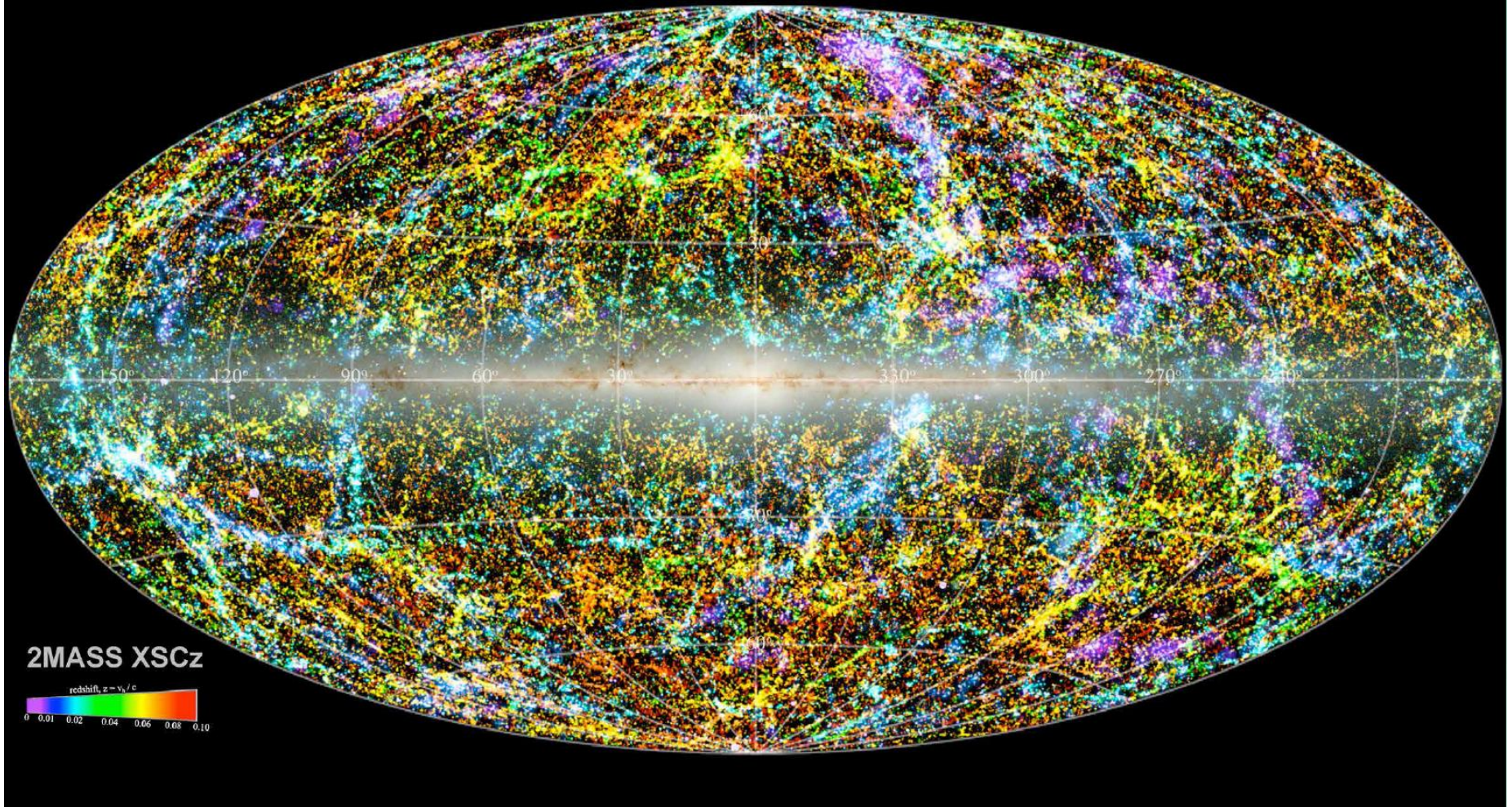




immagini, scienza e comunicazione

febbraio – marzo 2026



le immagini svolgono un ruolo portante in ogni mostra

immagini nelle mostre scientifiche

- **suppliscono a ciò che non può venir esposto direttamente**
- **descrivono realtà e fenomeni**
- **evidenziano particolari importanti**
- **sintetizzano informazione, risultati e dati**
- **riportano immagini frutto di ricerche**
- **rappresentato concetti e processi**
- **integrano la comunicazione testuale**
- **promuovono la narrazione di “storie”**
- **rispondono alle presenti esigenze culturali**

***Pictorial turn* dell'evoluzione umana**

mai prima d'ora l'umanità ha avuto a disposizione più materiale visivo (statico e dinamico) e il trattamento delle immagini è un processo centrale per la nostra comprensione del mondo

(Felten, 2008)

frutto della convergenza di due sviluppi tecnologici:

- diluvio di tecnologie in grado di catturare immagini**
- capacità tecnologica di distribuirle con una velocità e ampiezza senza precedenti.**

comunicare per immagini è estremamente efficace ed esplicativo

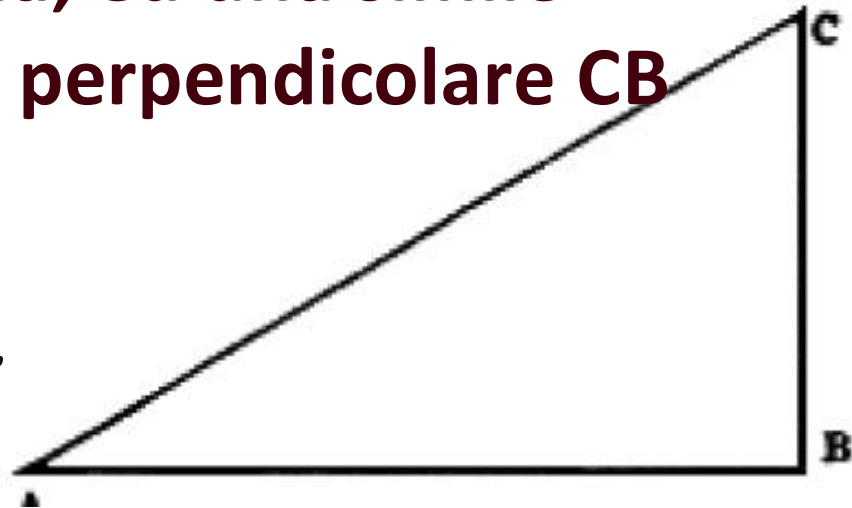
- **l'immagine è ridondante e sintetica**
- **ha un impatto immediato, inevitabile e persistente**
- **evoca e provoca**
- **integra il testo e ne agevola la comprensione**



SAGR. Non intendo bene il quesito.

SALV. Mi dichiarerò meglio col segnare un poco di figura. Però noterò questa linea AB, parallela all'orizzonte, e sopra il punto B drizzerò la perpendicolare BC, e poi congiungerò questa inclinata CA. Intendendo ora la linea CA esser un piano inclinato, esquisitamente pulito e duro, sopra il quale scenda una palla perfettamente rotonda e di materia durissima, ed una simile scenderne liberamente per la perpendicolare CB

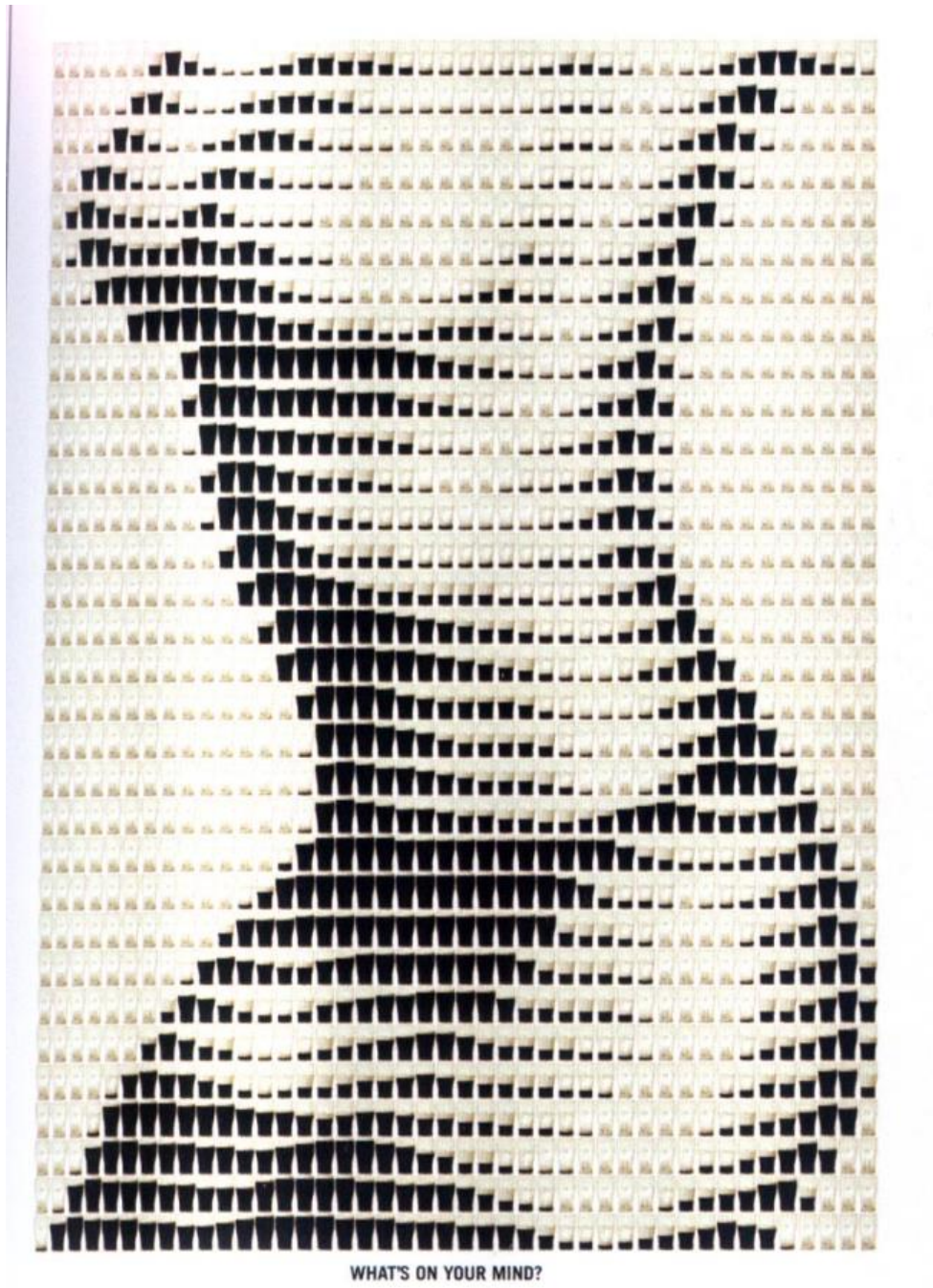
**Galileo, *Dialogo sopra
i due massimi sistemi***



**la ridondanza
informativa permette
manipolazioni efficaci**

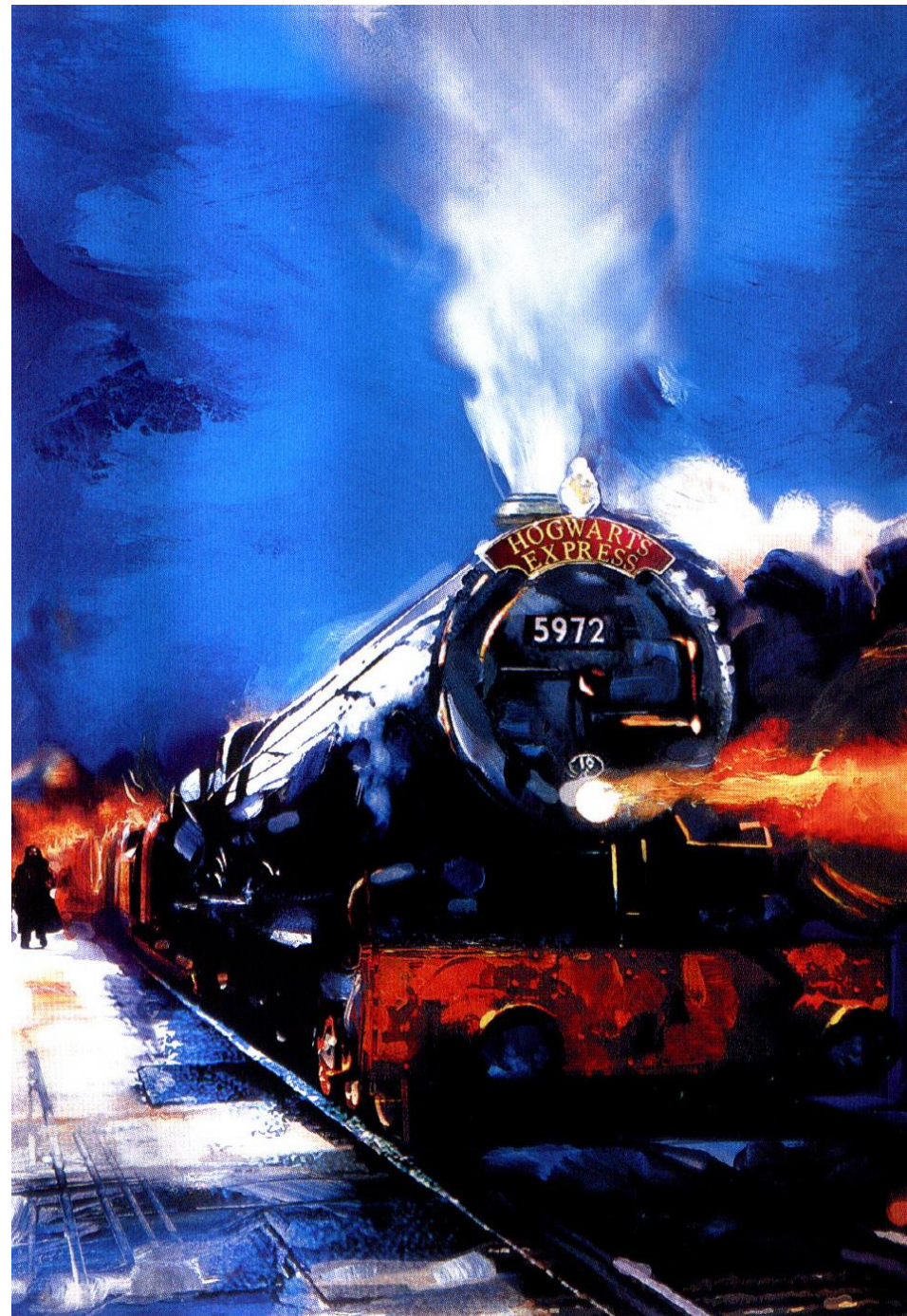
**si può giocare
sull'evidenza
immediata o
suggerire visioni a
primo sguardo
inusitate**

bicchieri mezzi vuoti



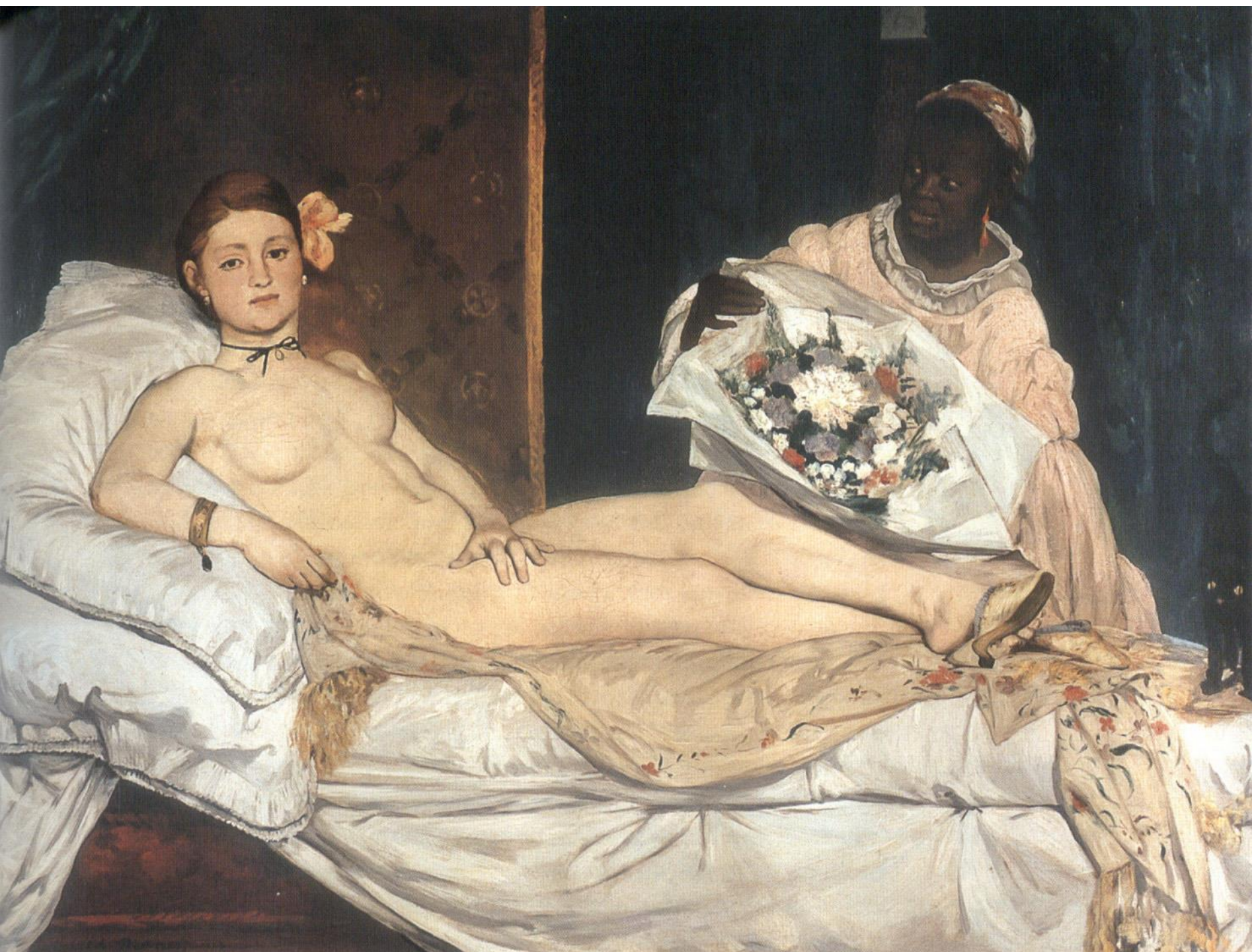
**il potere delle
immagini**

**bastano minimi
particolari per ricreare
immagini complete e,
attraverso una catena
di riferimenti,
individuare reti di
ricordi e di pensieri,
ripescare motivi
dell'immaginario**









Un'immagine ci fa prigionieri, e non possiamo liberarcene, perché entra nel nostro linguaggio, e questo sembra continuare a ripetercela inesorabilmente.

Wittgenstein, *Philosophische Untersuchungen*

La pittura è molto più loquace del linguaggio stesso e spesso scende più a fondo nel cuore umano.

Erasmus, *Institutio Christiani Hominis*

Le immagini sono superiori a ogni altra forma di comunicazione

Orazio, *Ars Poetica*

**la forza della
simmetria**

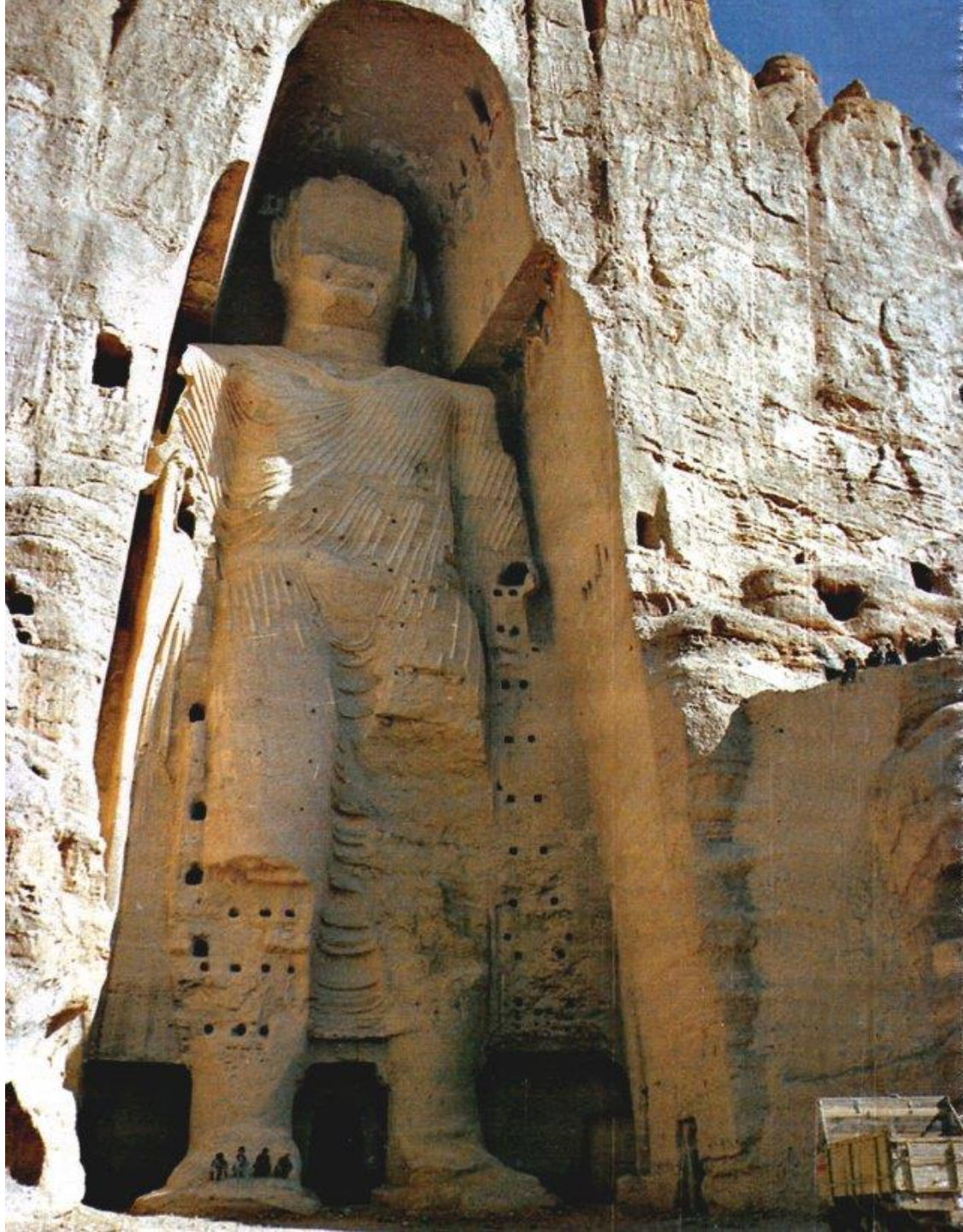


la pittura rende presente l'assente e vivo il morto, aiuta la memoria e la conoscenza, ispira timore e rispetto, suscita pietà

Leon Battista Alberti, *De pictura*

Le immagini possono imporsi all'immaginazione e creare emozioni profonde anche se negate o perse





**efficacia delle
immagini:
tutta una storia in
una sola immagine**

**Girolamo Porro
per l'Orlando furioso,
1587**



una sintesi teologica

Carlo Crivelli,
Madonna con Bambino
1480-3



immagini e ideologie

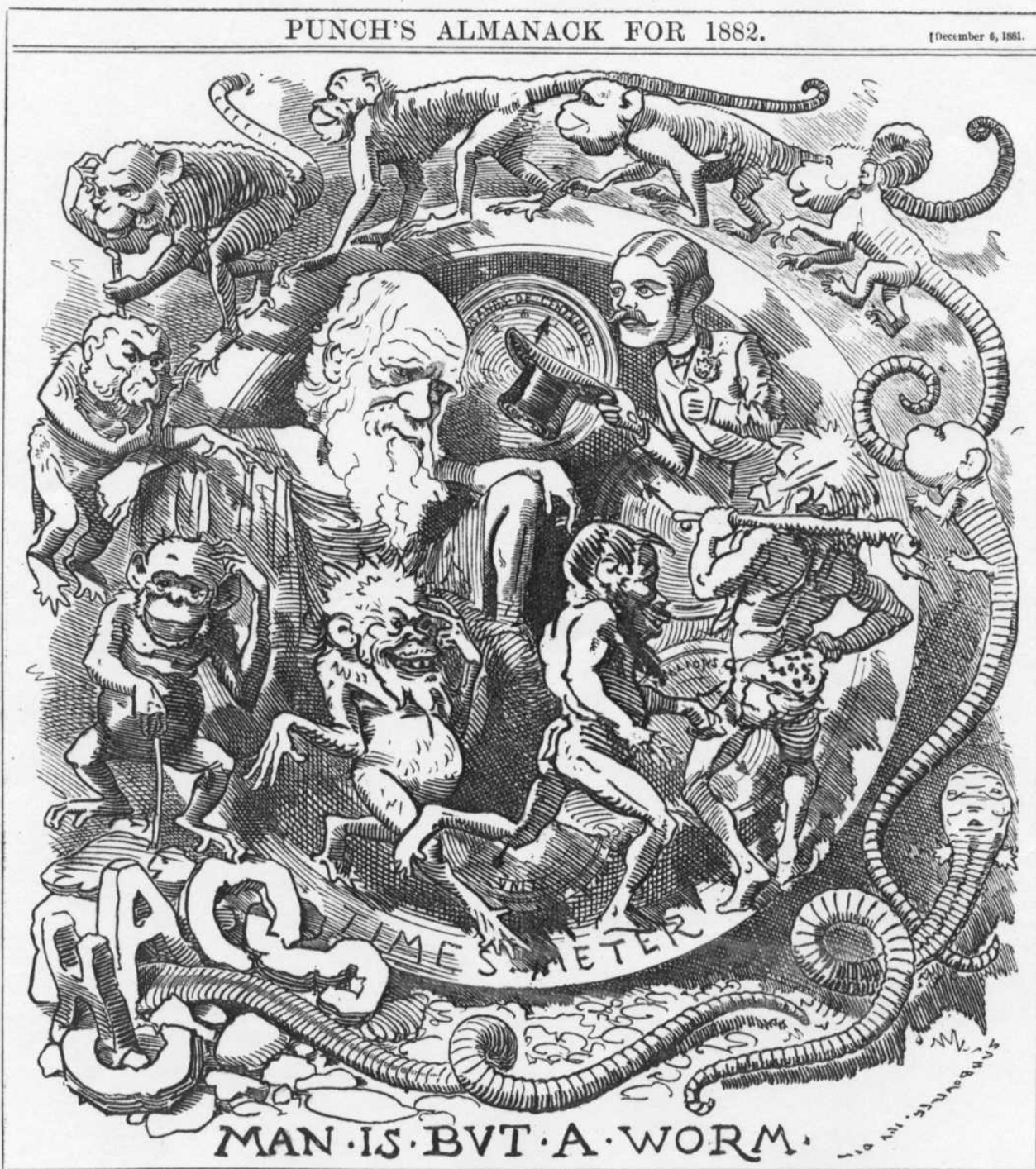
Hatshepsut, faraone donna: le sue immagini pubbliche la presentano sempre in forma maschile, il modo sancito per garantirne il diritto al trono e la discendenza divina.

Allo stesso tempo i testi che accompagnano le immagini, accessibili solo a una ristretta cerchia, la descrivono correttamente come donna.

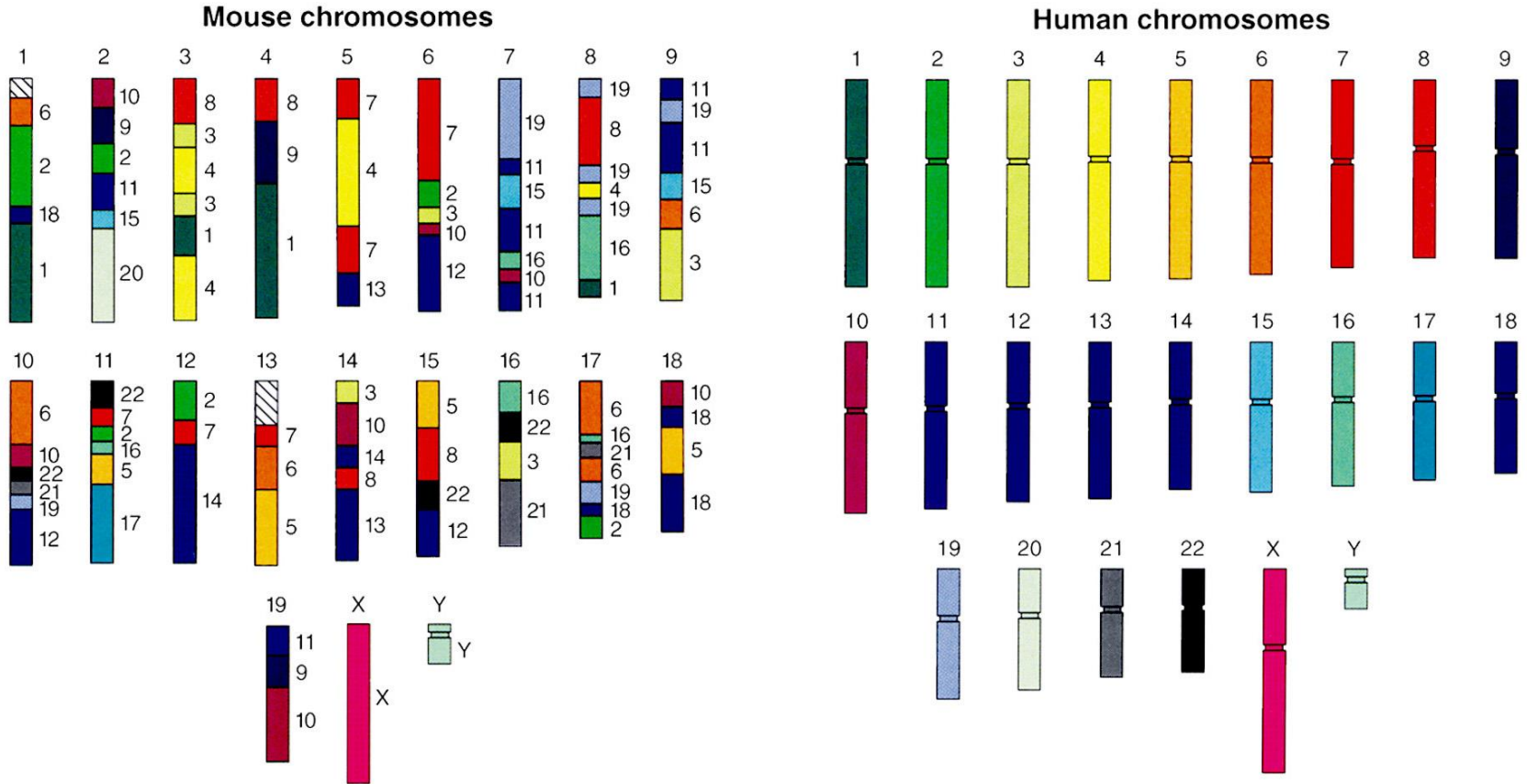


**le immagini
hanno
enorme
potere
sintetico**

**tutta
l'evoluzione in
una immagine**



Mouse and Human Genetic Similarities



Courtesy Lisa Stubbs
Oak Ridge National Laboratory

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813.

Dressée par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite. Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes; ils sont de plus écrits en travers des zones. Le rouge désigne les hommes qui entrent en Russie, le noir ceux qui en sortent. Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Légué, de Fezensac, de Chambray et le journal inédit de Jacoby, pharmacien de l'Armée depuis le 28 Octobre. Pour mieux faire juger à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Jérôme et du Maréchal Davout, qui avaient été détachés sur Minsk et Mohilow et qui rejoindront Orscha et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.

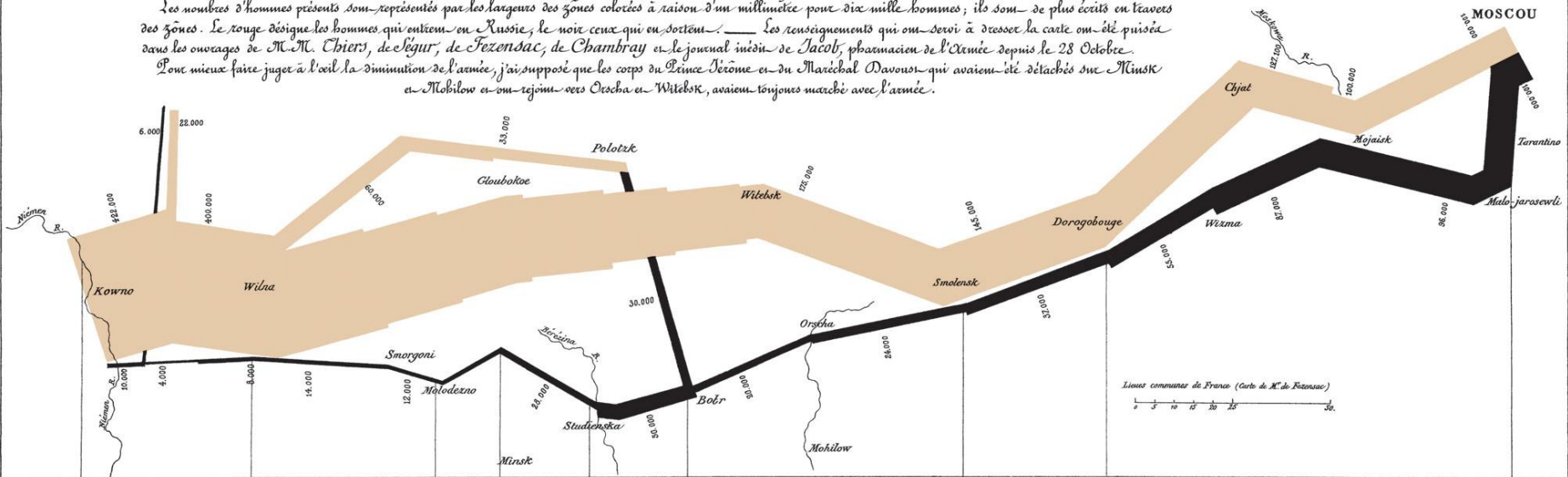
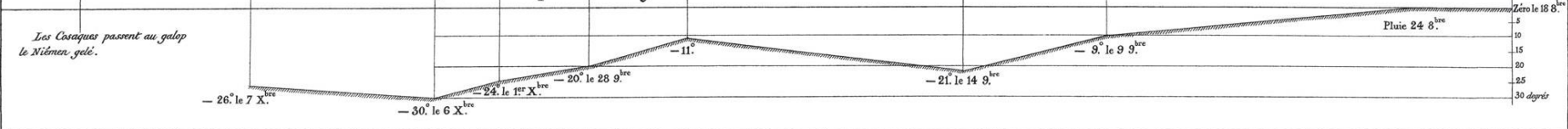


TABLEAU CRAPHIQUE de la température en degrés du thermomètre de Réaumur au dessous de zéro.



Autog. par Regnier, R. Par. S^{te} Marie S^{te} O^{de} à Paris.

Imp. Lith. Regnier et Dour-lac.

**infografica delle perdite francesi nella
campagna di Russia
Charles Joseph Minard 1869**

FILTER BY LOCATION

FILTER BY LOCATION

Africa Asia Europe North America South America

FILTER BY NUMBER OF DEATHS

FILTER BY NUMBER OF DEATHS

Between 909 and 50Million

DURATION
(years)



**infografica caduti in guerra 1900-2010 a
seconda dei continenti**

Valentina d'Ef Filippo 2014

le immagini manipolano il reale

- l'imprinting
- caratteri magici
- immagini miracolose



le immagini manipolano il reale l'imprinting



Giovanni Benedetto Castiglione, 1632

**le capre di Giacobbe e di Laban (Genesi 30)
riportato da Shylock ne *Il mercante di Venezia* (atto
I scena III)**

l'imprinting

**Cariclea, figlia di
Hydaspes e Persinna
reali dell'Etiopia**

**Eliodoro di Emesa,
*le Etiopiche***

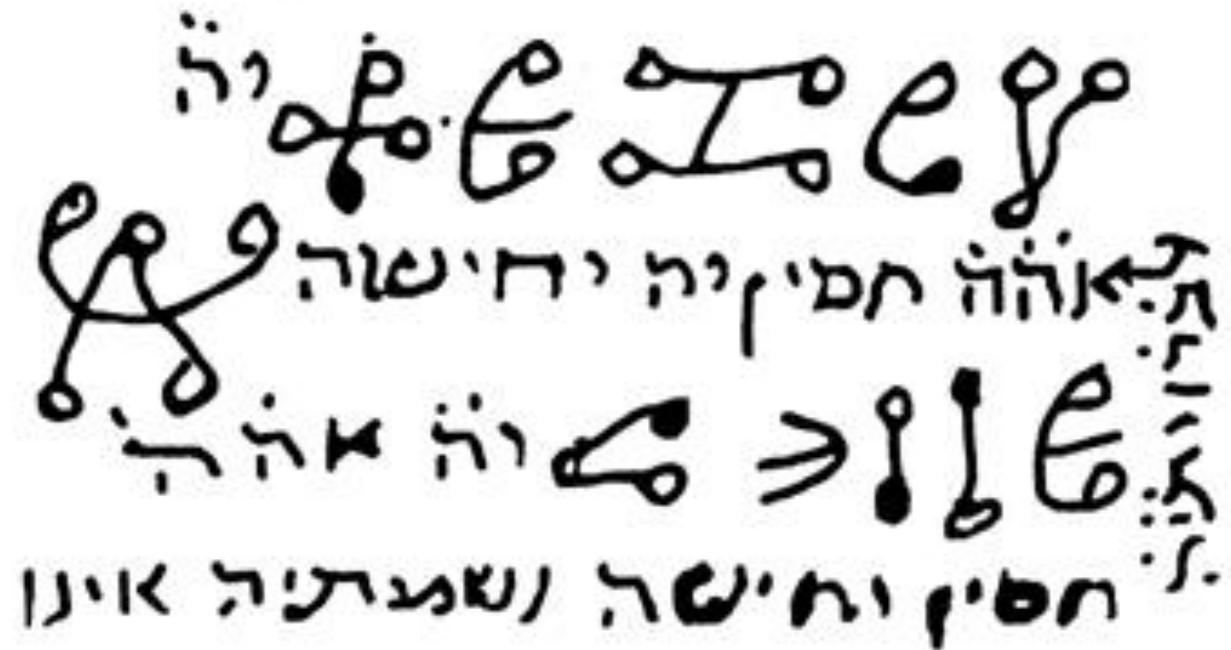


**Tegene riceve la palma da Cariclea
*Abraham Bloemaert, 1626 (Mauritshuis)***

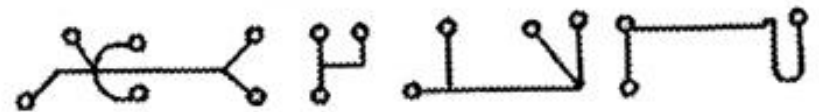
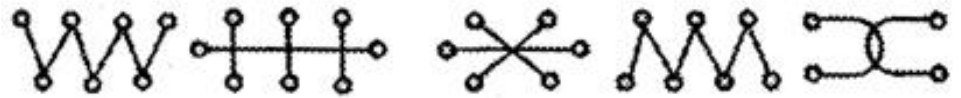
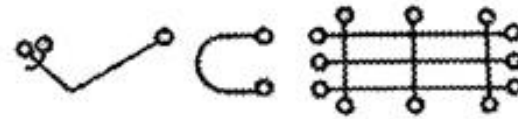
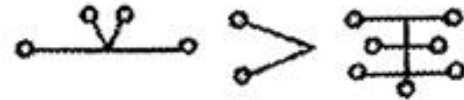
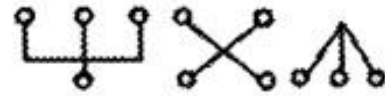
charakteres

hanno poteri apotropaici

- per potere esplicito
- grazie al guazzabuglio incomprensibile di simboli, diavoli e demoni restano intrappolati in una rete inestricabile e inesplicabile



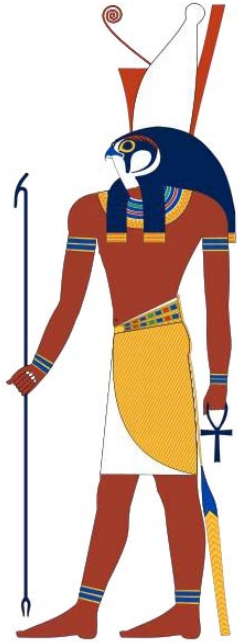
Se vuoi che una persona corra da te o venga in un luogo che desideri, fai queste figure su di un panno di lino, nel giorno e nell'ora di Venere, mentre ascende il secondo aspetto del Toro e vi si trova Venere, e in questa ora scriverai il nome di chi vuoi che venga a te. Quindi accendi l'estremità di questo panno di lino con il fuoco. E subito verrà a te chi desideravi.



Ghayat al-hakim

immagini miracolose:

- identità fra la cosa rappresentata e la sua immagine e il simbolo dell'immagine



- la forza magica assorbita dall'immagine (Bild)

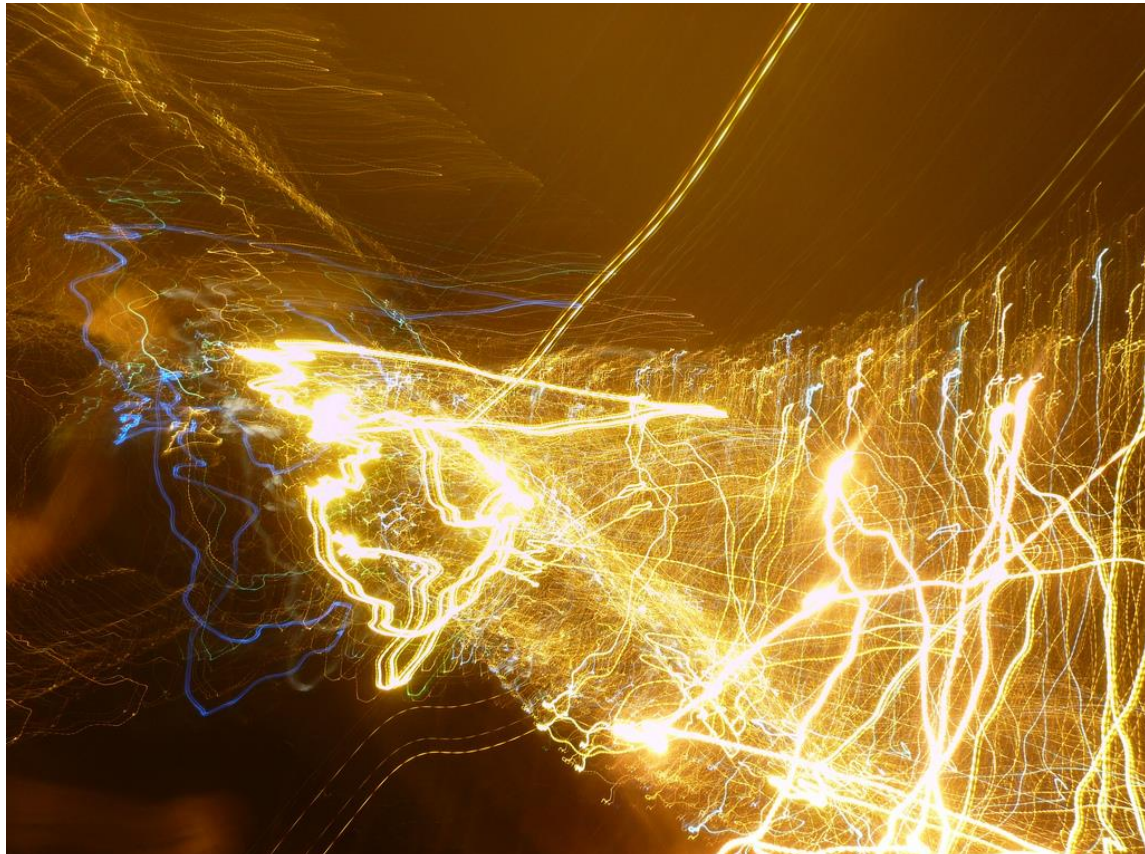


**problema dell'artefice
delle immagini
miracolose:
sarebbero più potenti delle
mani che le hanno prodotte**

**soluzione:
sono acheropite, hanno
genesi miracolosa,
proveniente dal cielo o da
misteriosi autori remoti
nello spazio e/o nel tempo**



**Il pericolo che le immagini, per la loro efficacia
emozionale, portino all'idolatria sta alla base
dell'aniconismo ebraico e musulmano, della
diffidenza del primo protestantesimo e delle
reazioni iconoclaste**



**un'immagine
può affascinare**

***Dovrebbe essere
quindi dovere del
governo proibire
tutte le statue e
tutti i dipinti che
presentano
qualsiasi sorta di
azioni indecenti***

**Aristotele,
*La politica***



giustificazione delle immagini per Tommaso d'Aquino:

il senso della vista, il più intenso e accurato tra quelli donatici da Dio, più ancora dell'udito che trasmette la Parola, va utilizzato con intenti pastorali

- per esporre con chiarezza i temi religiosi, grazie alla precisione delle immagini, anche agli illetterati, che possono imparare come da un libro;
- presentare i temi in un modo che tocchi grazie appunto alla forza dell'immagine;
- rendere indimenticabile il messaggio, dato che la facoltà di ritenere a mente un'immagine supera quella di ritenere un suono



Le immagini nella scienza

Le immagini sono pedagogicamente, epistemicamente e metafisicamente inalienabili dall'obiettivo della scienza stessa.

Le immagini sono inestricabili dalle pratiche quotidiane della scienza, della rappresentazione e della divulgazione della conoscenza.

Diagrammi, mappe, grafici, tabelle, disegni, illustrazioni, fotografie, simulazioni, visualizzazioni al computer e scansioni corporee sono utilizzati nel lavoro scientifico quotidiano e nelle pubblicazioni.

Prima, dice Platone, afferriamo il triangolo tracciato nella sabbia, poi il triangolo disegnato con maggiore precisione, poi i triangoli in generale, poi l'idea di triangoli al di là di tutte le particolarità dei triangoli individuali.

Le immagini, a volte da sole, spesso in sequenza, sono pietre miliari lungo il cammino verso la vera conoscenza che l'intuizione sostiene.



**Gli scienziati hanno sempre dato notevole
importanza al pensare per immagini
l'immaginazione creativa nella scienza
funziona solo evocando impressioni sensoriali
potenziali o fantastiche**

***I cannot grasp anything
that cannot be
“visualized”***

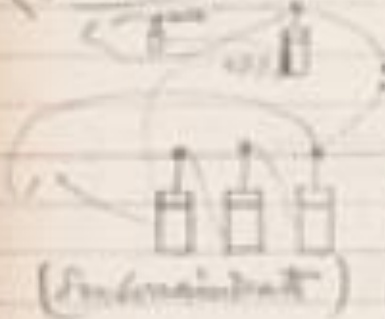
Ehrenfest, 1928



< Bessere Stäbe herstellen.
 < Doppeltbatterien auch mit Glas
aufstellen!

< 19/12

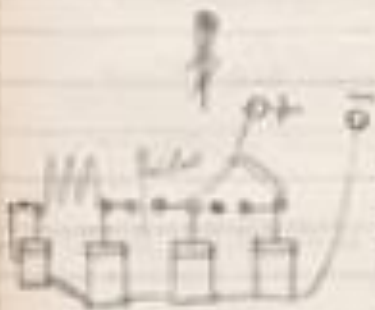
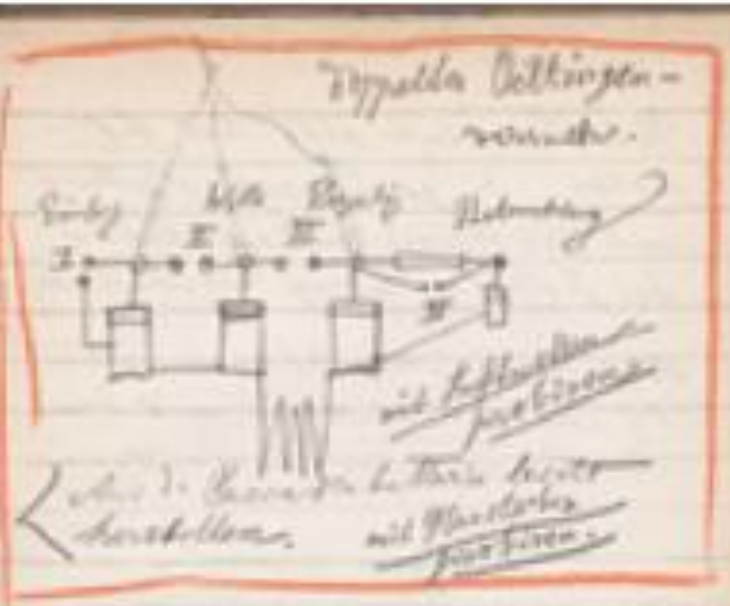
< Vordruckbahn



Mit Luft-
 zellen bei
 dieser Anord-
 nung sehr gute
 Resultate.

Mit der in jedem Antenne, Pla-
 n... Sollte auch bei
Luftzellen sehr gute Resultate

Carad... Batterie mit Sonderan-
 dreit... bei Plat-
staben



Das ist auch gut
 in geringe...

Die ganze Batterie...
 ab... ein Wasser... eingeschaltet
 werden

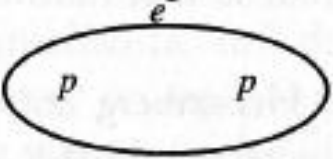


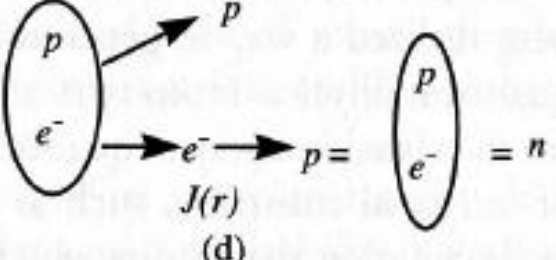
commenti di Mach su vari circuiti per bottiglie di Leida

Per Goethe l'immagine (Bild) di un oggetto codifica e anticipa la comprensione realizzata nella concettualizzazione di quell'immagine.

Tale posizione costituisce un'eco laica di un principio centrale della teologia morale cristiana, ossia che l'uomo acquisisce una dimensione spirituale interiore nella misura in cui risponde alla necessità di sviluppare pienamente l'imago dei** presente in lui, secondo le leggi dello sviluppo spirituale descritte dalla teologia ascetica e mistica cristiana.**

Kant distingue fra *Anschauung*, la visualizzazione attuale e *Anschaulichkeit*, la visuabilizzabilità in via di principio di un dato processo o realtà fisica.

La questione della visuabilizzabilità divenne un punto cruciale del dibattito sulla meccanica quantistica negli anni '20.

Visualization by "ordinary intuition" [<i>Anschauung</i>]	 <p>(a)</p>	 <p>(b)</p>
Visualizability through quantum mechanics [<i>Anschaulichkeit</i>]	 <p>(c)</p>	 <p>(d)</p>

Nella scienza antica e medievale le immagini:

- forniscono materiale illustrativo per alcune discipline, in particolare la matematica e l'astronomia**
- producono guide per individuare gli oggetti scientifici in ricerche sul campo (erbari, immagini astronomiche)**
- rappresentano concezioni, dottrine, teorie (sia nella logica che nella filosofia naturale e cosmologia e pure nelle applicazioni pratiche)**
- entrano come elementi di dimostrazioni o costituiscono dimostrazioni geometriche**
- aiutano a comprendere e ricordare i testi**

**erbari e costellazioni
celesti impongono
immagini guida per
poter riconoscere e
identificare gli oggetti
in questione
– spesso le immagini
non erano frutto di
osservazioni naturali
ma ricavate da
precedenti manoscritti
o disegnate sulla base
di descrizioni testuali**



rotae per calendari
– essenziali per
fissare tempi sacrali,
la pasqua e l'inizio
del ramadan



quadrato di opposizione su testo di Apuleio

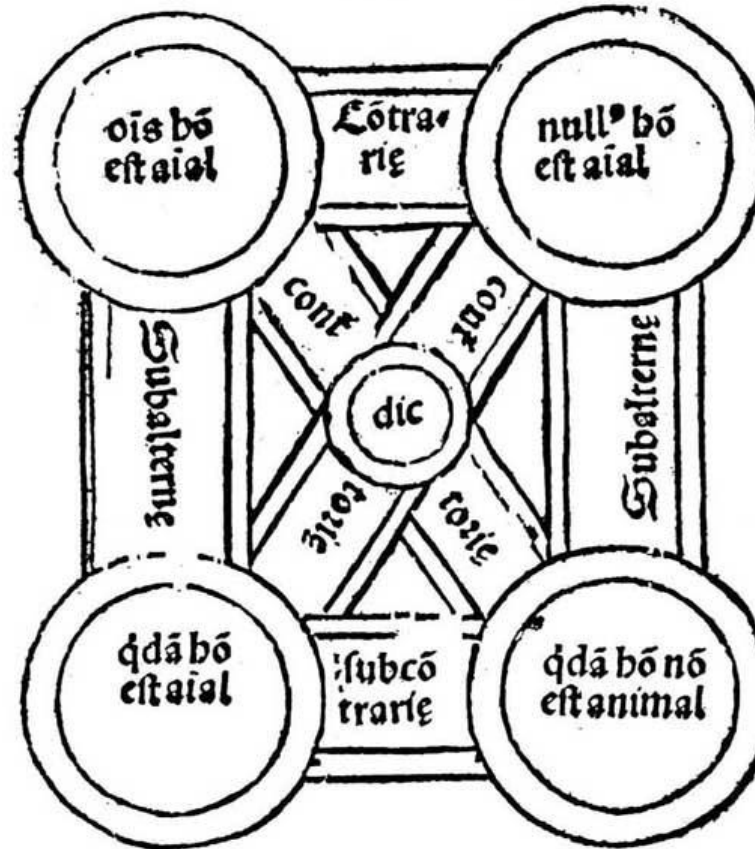
vniversalis affirmatiua z particularis negatiua: vt oīs hō est aīal: quidā hō nō est aīal: z vniversalis negatiua z particularis affirmatiua eiusdē subiecti z

pdicati: vt nullus hō est aīal: qdā hō ē aīal **Subalterne**

Subalterne sunt vniversalis affirmatiua z particularis affirmatiua eiusdē subiecti z pdicati: vt oīs hō est aīal / quidā hō est animal. Et vniversalis negatiua z particularis negatiua eiusdem subiecti z pdicati: vt nullus hō est aīal / quidā homo est animal.

Subcōtrarie

Subcōtrarie sunt particularis affirmatiua z particularis negatiua eiusdē subiecti z pdicati vt qdā hō est animal / quidā hō non est aīal. Comprehēdunt aut in pposito indefinita z singularis sub particulari. Nā quic

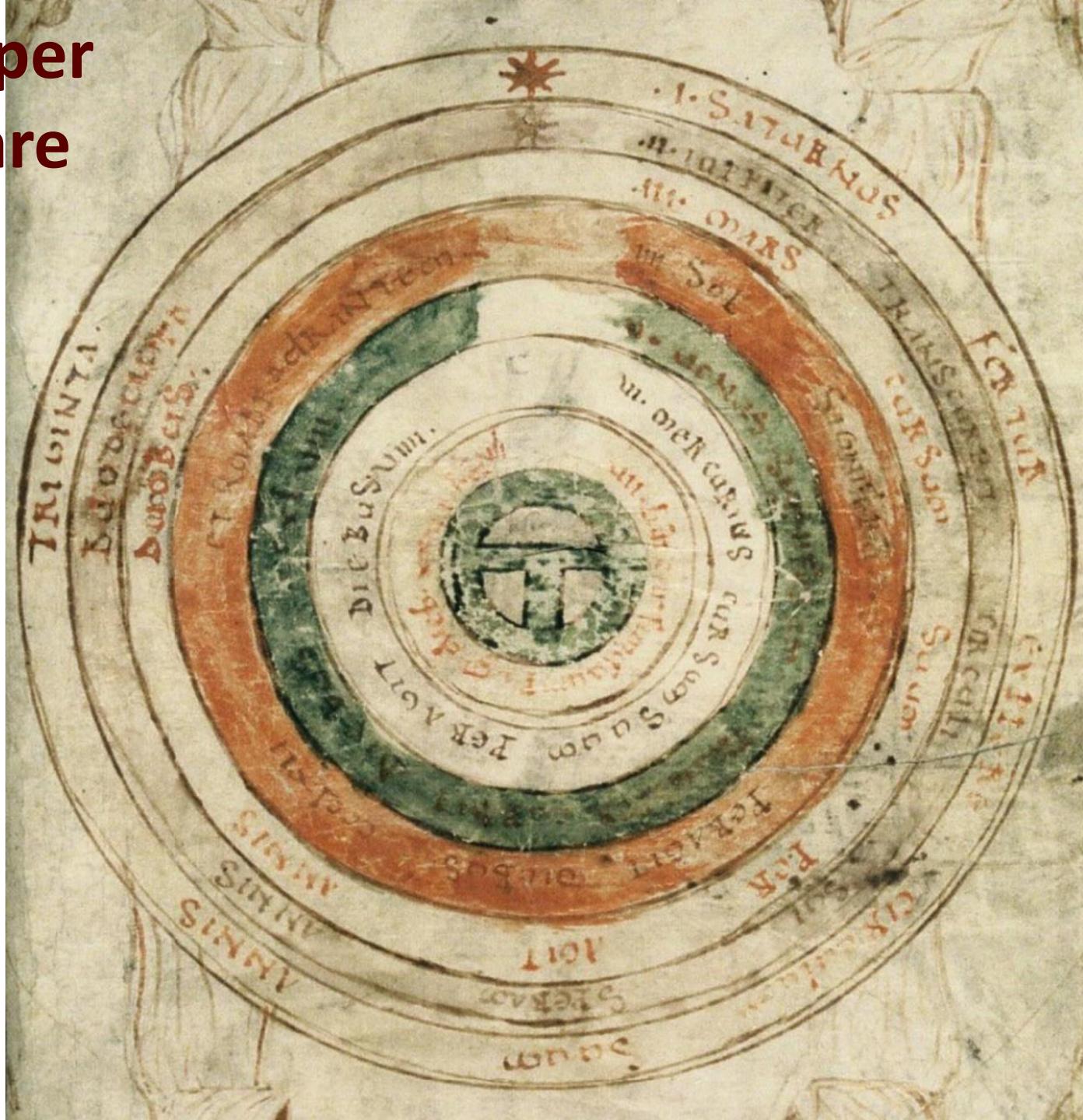


quid de vna dicē / idem de alia intelligendū est. Oportet aut ppositionū oppositarū subiecta z predicata teneri significatiue: eque ample: eque stricte z eodē genere suopositionis. Omnīū dictōrū exempla valent in figura vze in

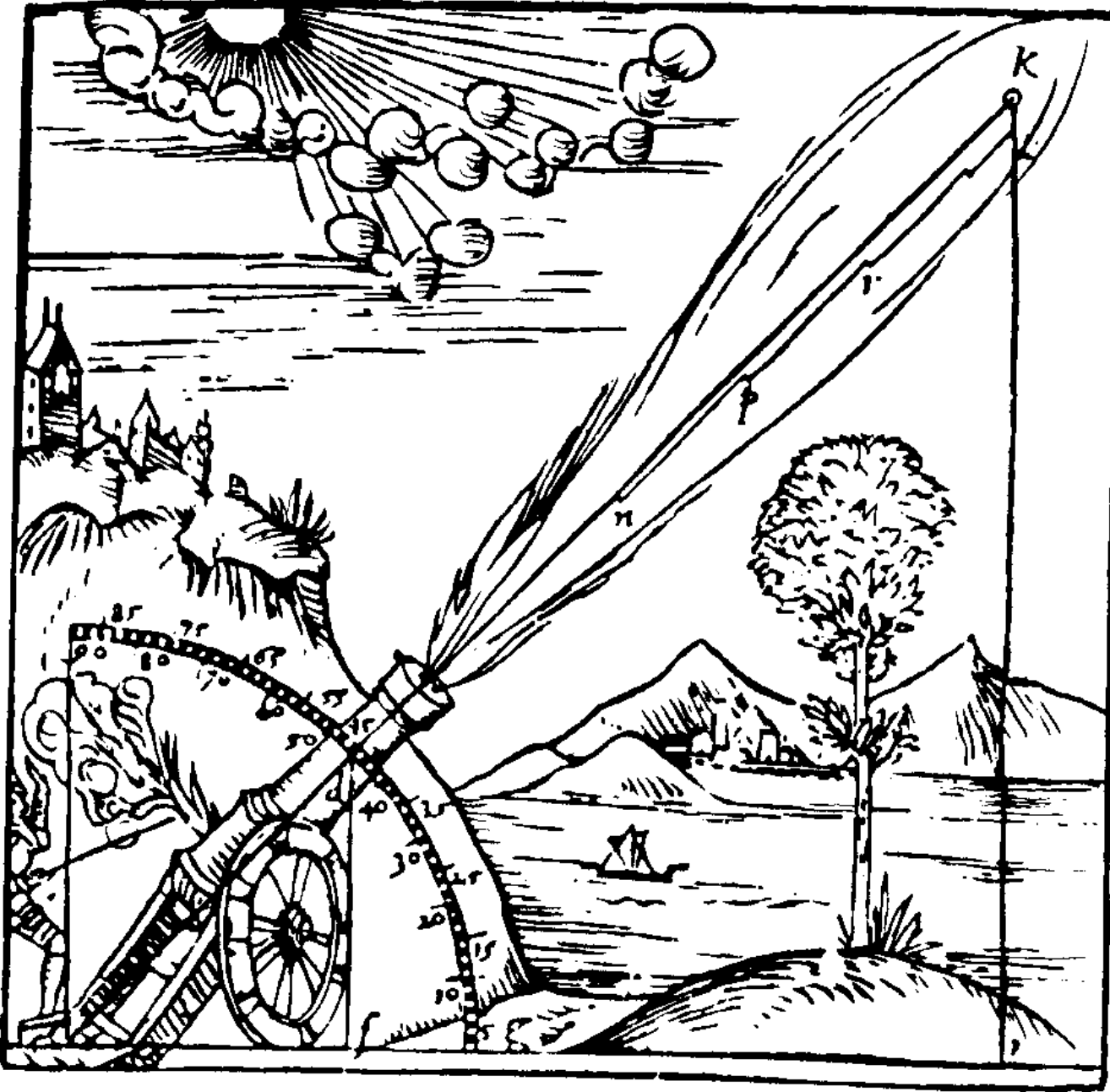
Georg Reisch, Margarita Philosophica tractans de
omni genere scibili, Basel 1517

Diagrammi per rappresentare concetti

*Mappa
Mundi
Bede,
De natura
rerum*

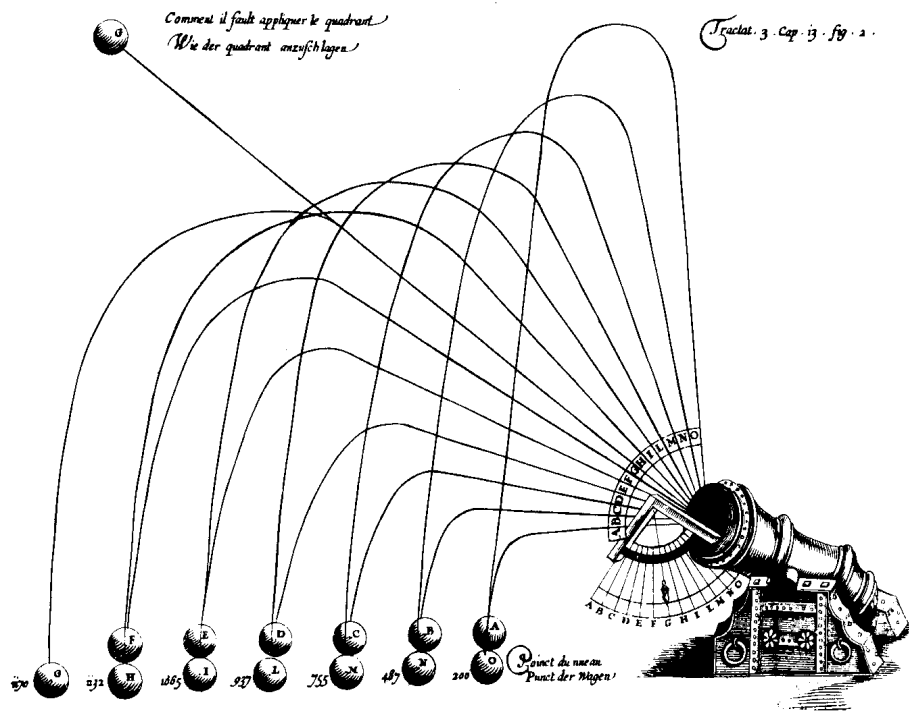


**Il moto dei
proietti
nella
concezione
dell'*impetus***





moto dei proietti per Leonardo



I B R O

corpo egualmente graue di moto uiolente sopra a qualunque piano, ouer sopra a qualunque retta linea, e quello che termina precisamente in esso piano, ouer in *(la linea)* (essendo cioè eto ouer tirato da una medema possanza mouente.)

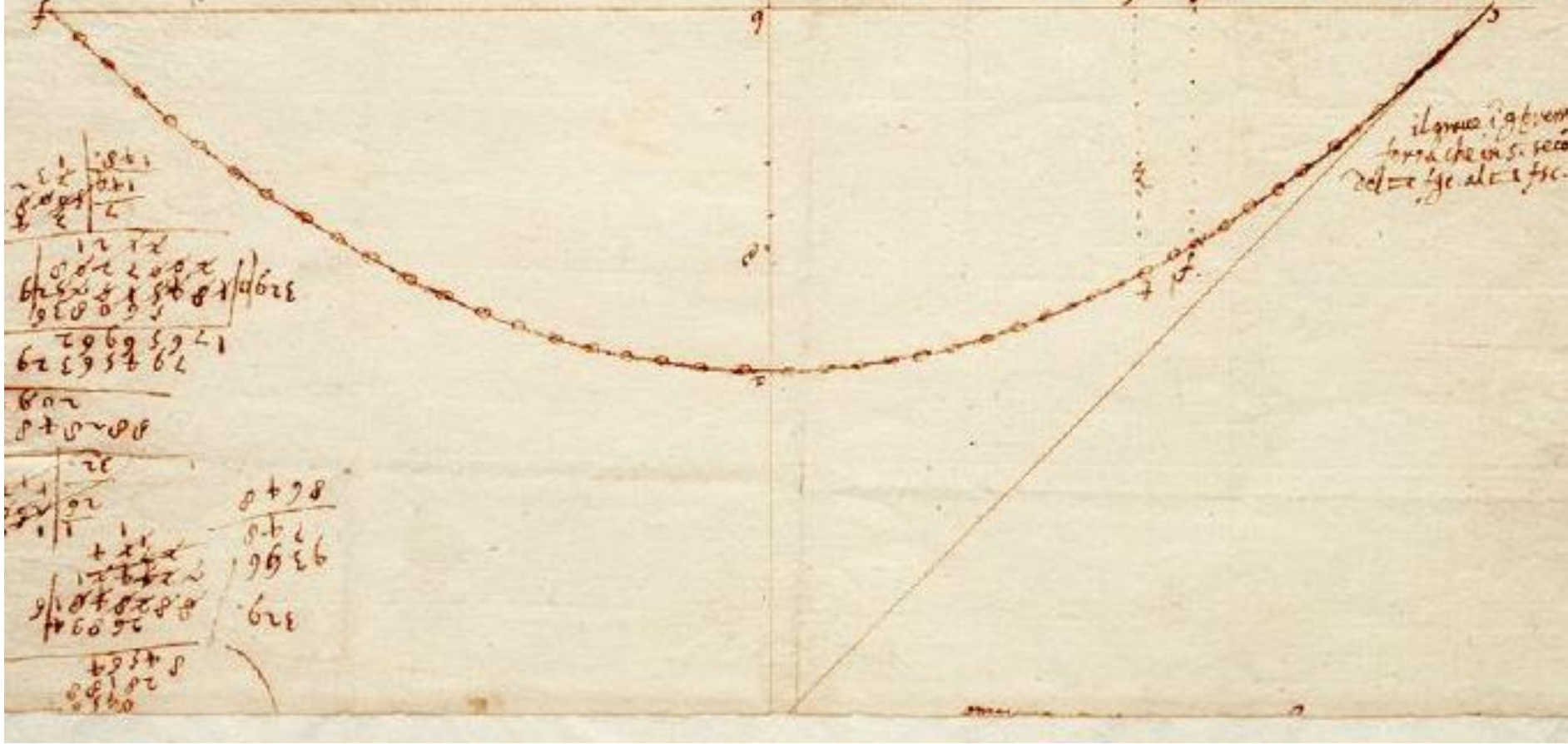
Essemi gratia sia una possanza mouente in punto. a. la qual habbia cielo, ouer tirato il corpo. b. egualmente graue uiolentemēte per aere. il cui trāsito sia la linea. a. e. d. et il poto. d. poniamo sia lo istite, che distingue il trāsito, ouer moto uiolente. a. e. d. dal trāsito, ouer moto naturale. d. b. dal punto. a. al punto. d. sia pretratta la linea. a. d. c. hor dico che il punto. d. e il piu lontano effetto dal punto. a. che far possa il detto corpo. b. sopra la linea



a. d. ouer sopra quel piano doue e fica la detta linea. a. d. c. cosi conditionatamente equaro. Perche se la detta possanza. a. traesse il medemo corpo. b. piu ellentamēte sopra a l'horizonte, quel faria il suo effetto di moto naturale sopra la medema linea. a. d. c. come appar in la linea, ouer trāsito. a. f. g. in pēto. g. ilqual effetto. g. alio che faria piu propinquo al punto. a. cioè al principio di tal moto di quello, che fara lo effetto. d. perche il detto corpo. b. nō se

moto dei proietti secondo Tartaglia

Parsi la catenella f i punti f , e dato lo spazio z , tira tale la catena et trova p e troverai la distanza sc e l'ang. della elevat^o
 Si come la Parabola di Proietto e descritt^a da 2. moti oriz^o e pl così la catenella risultata da 2. forze, oriz^o da che ignora nell' estrema, e pl da oriz^o



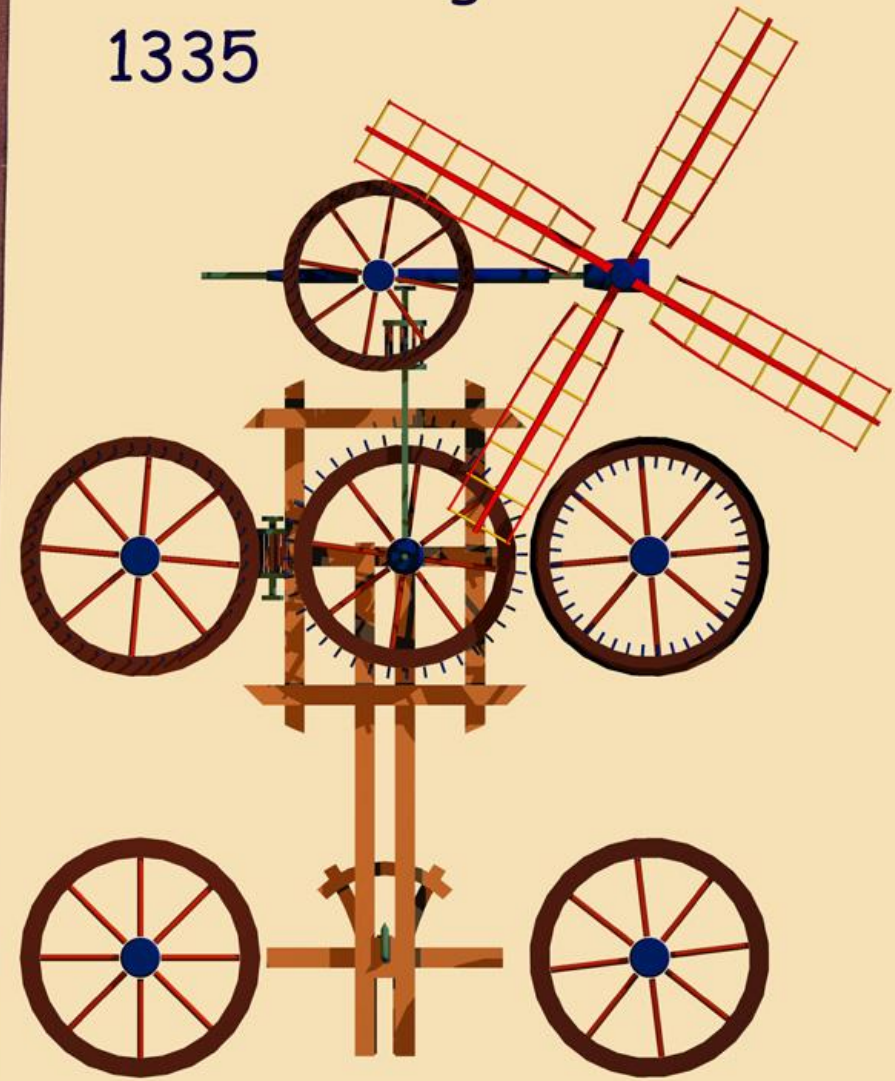
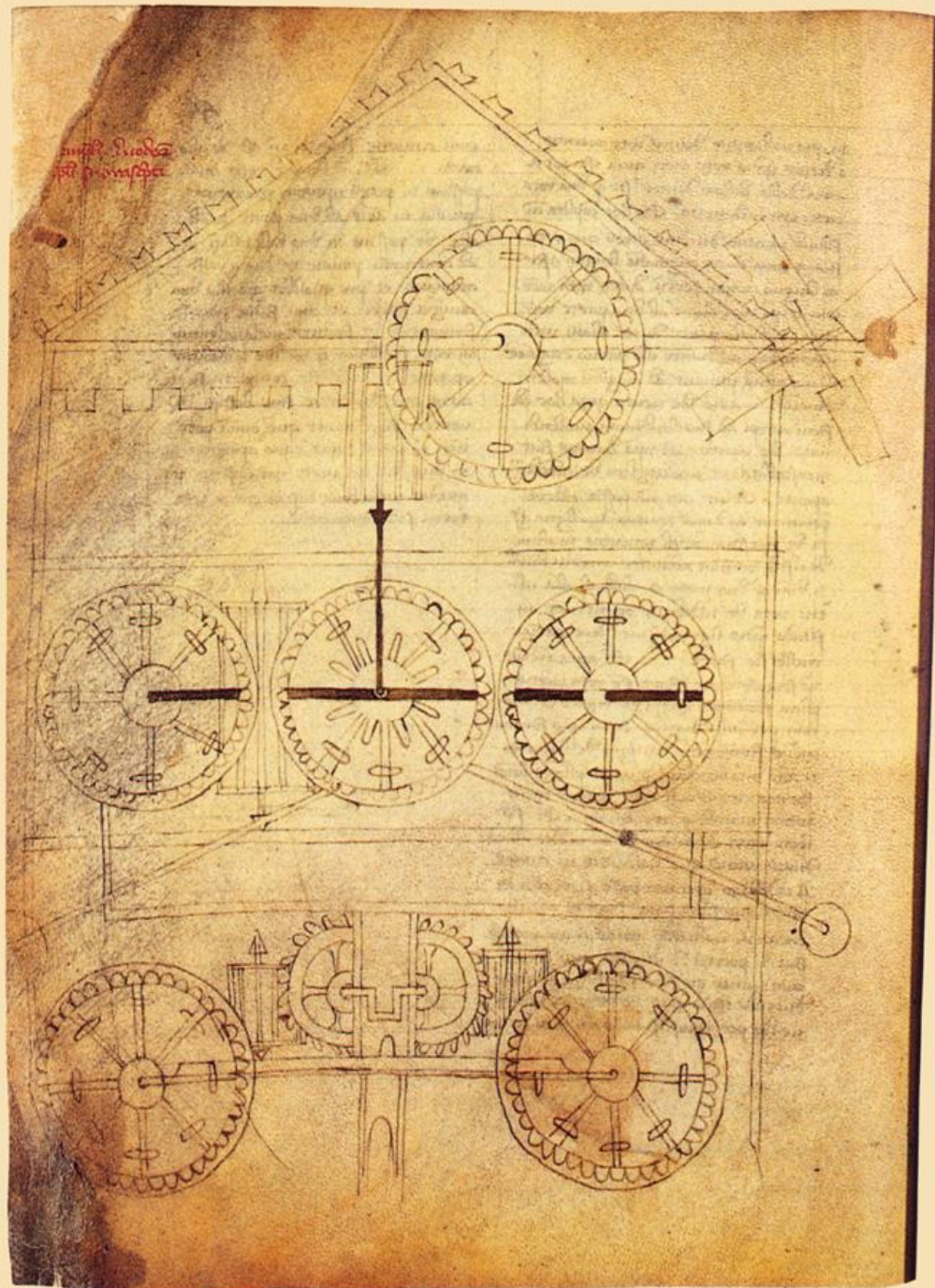
**traiettoria dei gravi costruita
 sperimentalmente da Galileo**

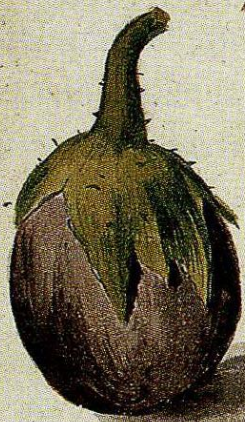
manuali per applicazioni - testi medici



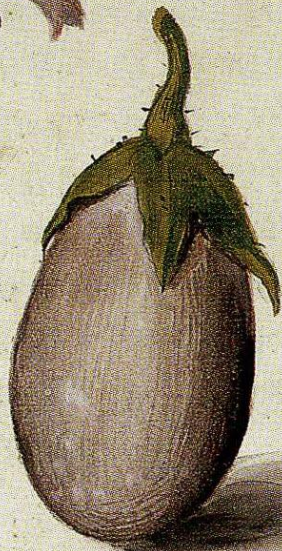
papiro di Joseph Smith

Der Windwagen des Guido von Vigevano 1335





Fior di Melanzane



Maschio

Femina

Melanzane, in Lombardia, e in Toscana Pettranciani, e specie di mandragola. ouero p^u piu proprio nome Mele insano, sonno di natura loro. uentosi e dure a digerire. generano humori Malincomici, suppurazioni, Canceri, Lepria. dolore di testa, ristozze, opilatione di fegato, e di milza. e fanno catiuo colore p^u tutto la persona. e febre long^ue,

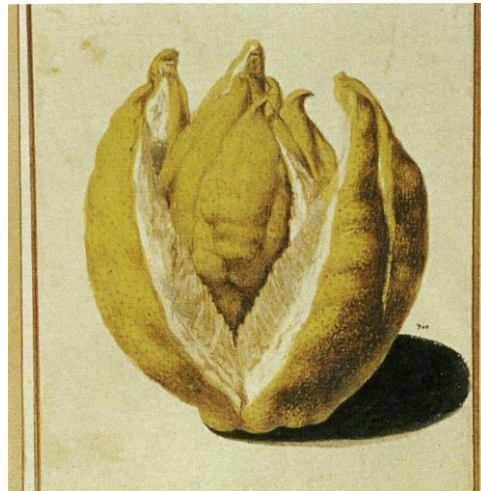
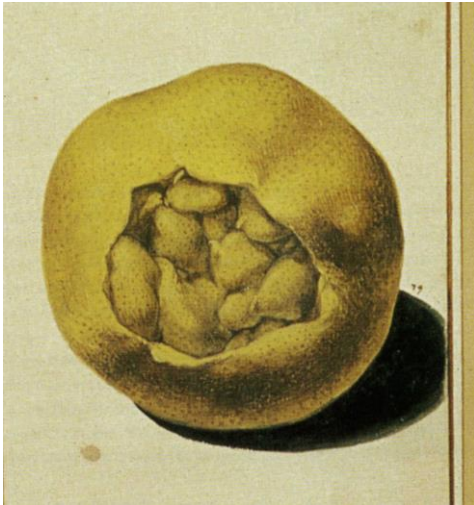
1135.



Pomi doro: sonno buoni da mangiare como le meli insame
1136. se se ritroano di doi sorte. l'una rossa e l'altra
giulla e se usembano oro.

Galileo a Cesi: le immagini

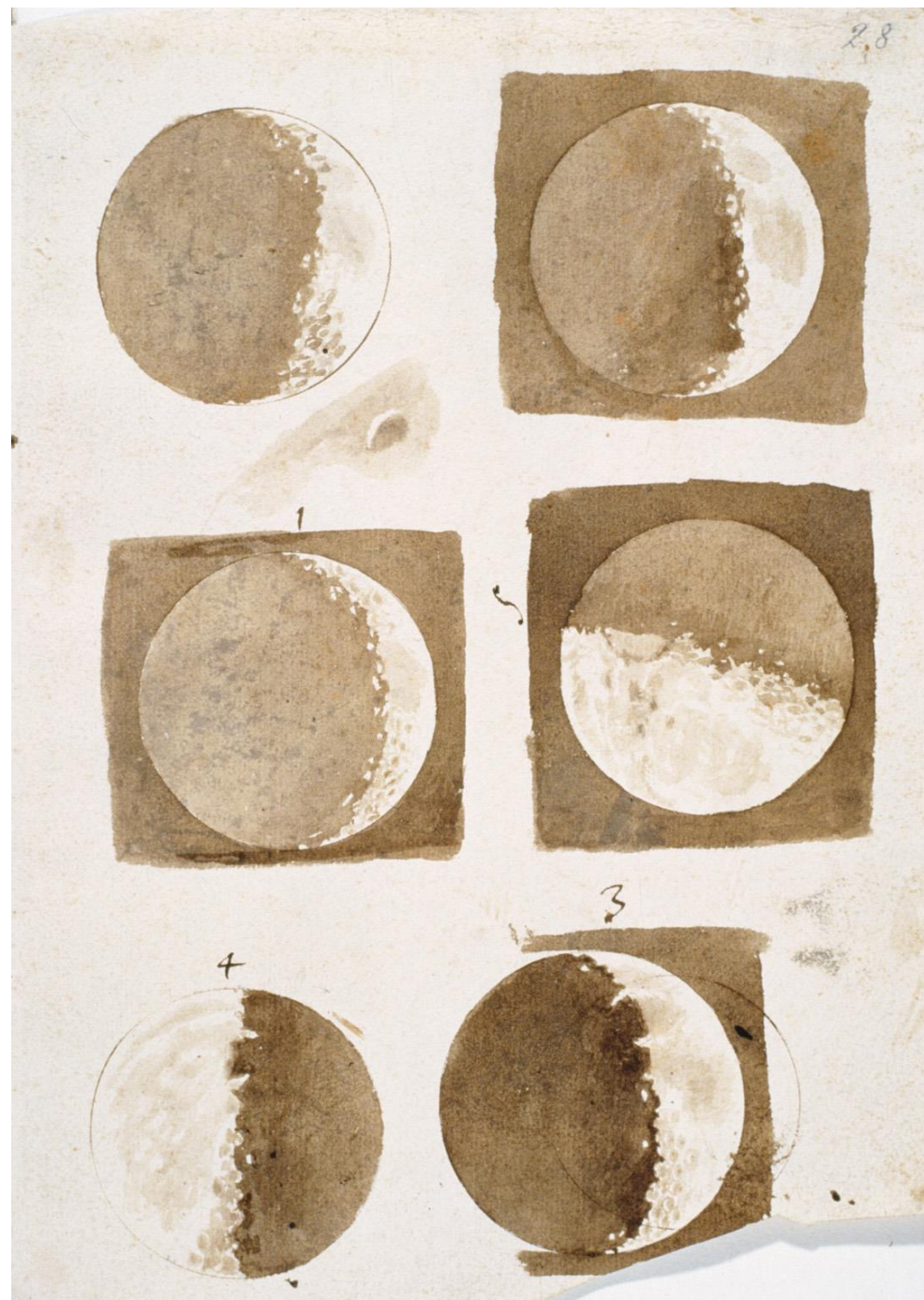
- mostrano dettagli troppo meticolosi e impediscono di cogliere gli aspetti essenziali e regolari nelle cose
- più sono accurate, più riflettono il disordine e le irregolarità naturali
- sono descrittive e sintetiche, incompatibili con l'ordine e l'analisi



le immagini ingannano

Le immagini creano aspettative artefatte, ci inducono a ragionare su premesse false. Siamo esseri umani, e come tali siamo facilmente fuorviati dal canto delle sirene della specificità materiale. La logica, non l'immaginario, è il banco di prova della verità che smonta i ragionamenti sciatti propri dell'occhio che fraintende. L'astrazione, la rigorosa astrazione, è precisamente ciò che non dipende dalle immagini. L'astrazione condotta correttamente procede attraverso il formale, il logico e il sistematico. Il ragionamento rigoroso e logicamente non-intuitivo è la via regia verso la conoscenza. La conoscenza, pertanto, non è e non dovrebbe essere limitata alla misera parte della natura che la nostra immaginazione visiva riesce a evocare dall'esperienza quotidiana.

**Il problema non si
pone per gli enti unici.
Questi vanno studiati
nei loro dettagli**



Immagini per produrre scienza

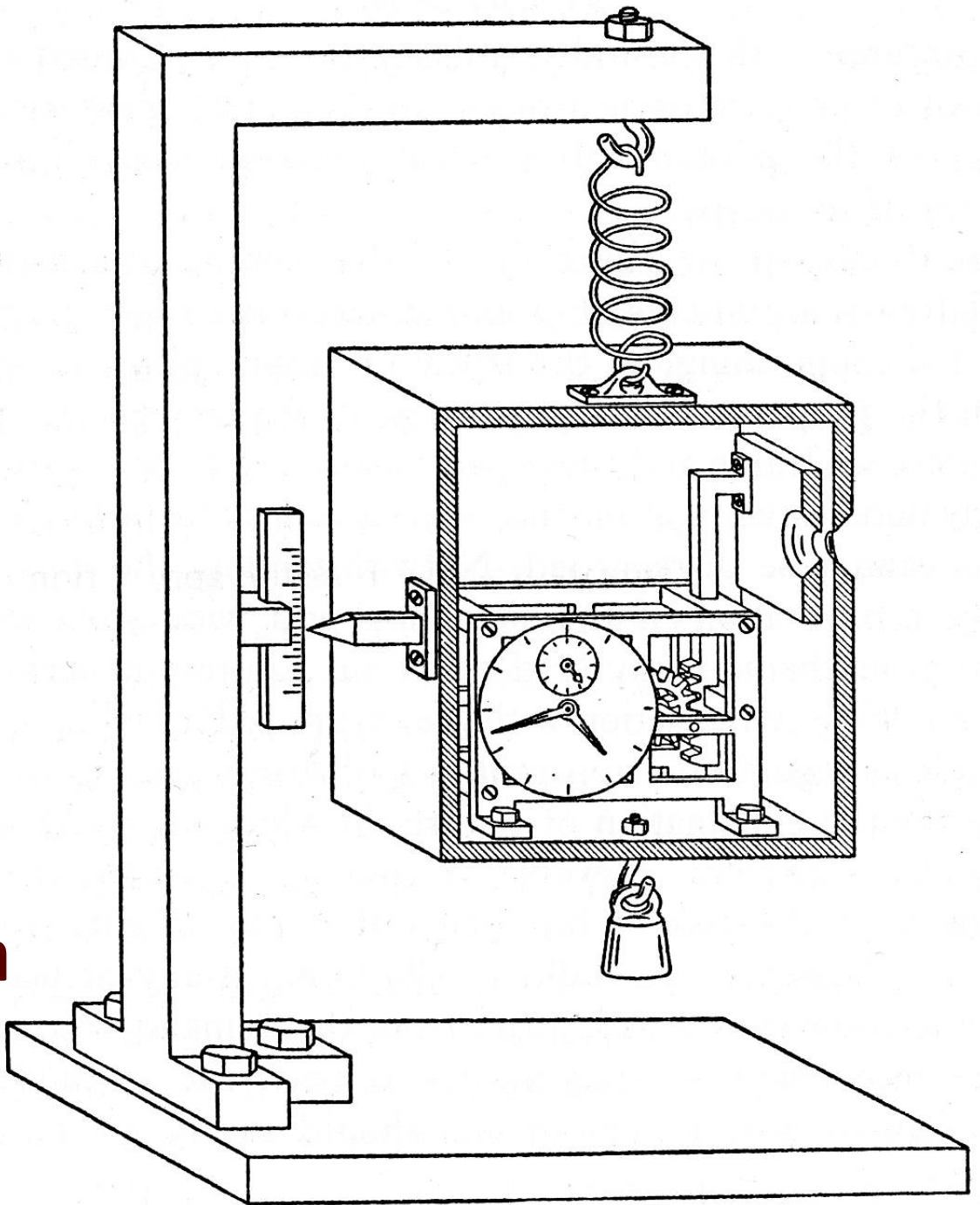
Nelle scienze le immagini possono

- costituire la base empirica di partenza
- rappresentare realtà irraggiungibili direttamente
- fornire modelli concettuali e simboli per la formalizzazione delle teorie
- presentarsi come strumenti euristici, gedanken Experiment
- generare simulazioni da sottoporre a verifica fattuale
- essere strumento di lavoro nel gruppo di ricerca

**i gedanken Experiment sono
simulazioni concettuali di
possibili condizioni possibili
in principio**



**dibattito Bohr-
Einstein sui
fondamenti della
meccanica
quantistica**



La descrizione di un fenomeno naturale mediante un'immagine non implica automaticamente la sua comprensione razionale.

Le immagini delle macchie solari di Galileo e di Cristoforo Scheiner sono entrambe buone riproduzioni di osservazioni accurate ma vengono descritte dai due autori in modo ben diverso, in quanto inquadrate in due contesti teorici contrapposti

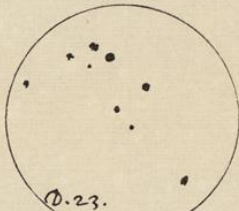


D. 12. febr. 1612
Eocasa solis

1 et 2 sunt
circulares, et
gr. 3. ad tempus
neg terminata



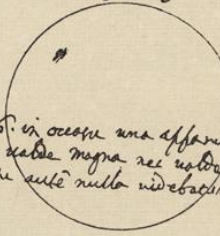
D. 17. Oct. una
tatu aderat macula arctis



D. 23.

D. 1. Martij nec in ortu nec in occasu aderat macula
D. 2. Martij in orienti soli nullo apparuit macula, et obsumpsit in ortu pulsationes 270

Die 14. Martij nulla apparuit macula, et
sumpsit in ortu pulsationes 250

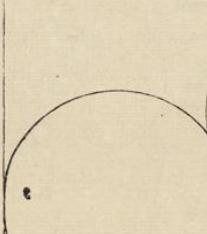


Die 16. in occasu una apparuit macula
nec valde magna nec valde obscura, in
ortu autem nulla videbatur.

Die 17. Eocasa
Efeniorat nigror
et magis terminata



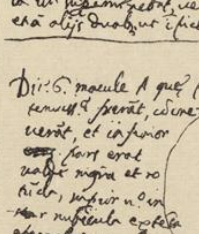
Die 18. Eocasa nigror: die
nulli magis fuerat, sed
magis dilute, fortis
nec in ortu, copia in ortu
occidit, superior idem
erat magis adhaerens, nigror, et terminata



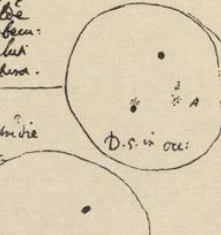
Die 24. in occasu.



Die 31. Eocasa



Die 16. macula A que in die
venit, et perit, et non
venit, et in finem
sunt erat
valde magna et no
nihil, superior in
ortu nigror et copia
apparuit, et valde
magna



D. 16. in ortu

IMAGO SOLIS XLVI. 273

XLVI, Imago
Observationy.

MDCXXV
In Collegio Romano Societatis

s. Octobris.
1. Nouembris.

Curs, a die trigesimo Octobris, ad 14. Nouembris.

Octobris

D.	H.	☉ Eleu.
30.	m. 9½	— 20. 50.
31.	m. 9½	— 22. 40.

A. Oriens, B. Occidens, A.B. est linea Ecliptica, ANBZ, Horizon solaris,
numeri marginales lineam verticalem designant, per centrum F transeunte.



Nouembris

D.	H.	☉ Eleu.	D.	H.	☉ Eleu.
1.	m.	— 19. 0.	8.	m. 8½	— 17. 0.
2.	m.	— 14. 30.	9.	m. 8½	— 19. 0.
3.	m.	8½ — 15. 0.	10.	m. 8½	— 16. 0.
4.	m.	8½ — 13. 0.	11.	m. 9	— 18. 30.
5.	m.	8½ — 13. 45.	12.	m. 9	— 18. 30.
6.	m.	8½ — 17. 40.	13.	u. 14	— 26. 0.
7.	m.	8½ — 19. 0.	14.	u. 24	— 21. 20.



**necessità della
mediazione strumentale**

**i nostri sensi hanno una
limitata capacità di
raccolta delle
informazioni necessarie**

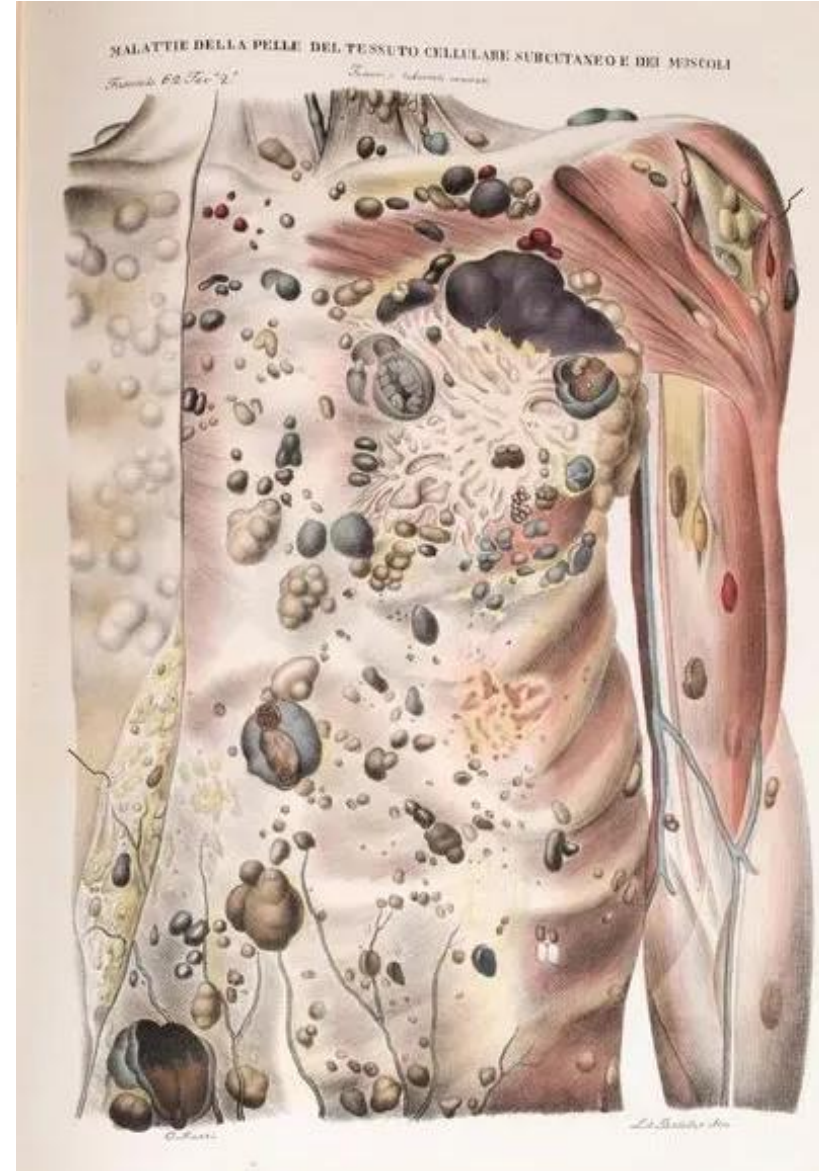


Adam needed no spectacles. The acuteness of his natural optics showed him much of the celestial magnificence and bravery without a Galileo tube. Experimenters were confessedly of the fallen, so they needed instruments. But armed with these tools they became regenerate, and would see what Adam saw. Mirrors and lenses could provide new knowledge of microcosm and macrocosm.
— Joseph Glanvill, *The Vanity of Dogmatizing*, London, 1661

**Con opportuni strumenti di misura,
dalle immagini si deducono le grandezze
scientifiche significative**

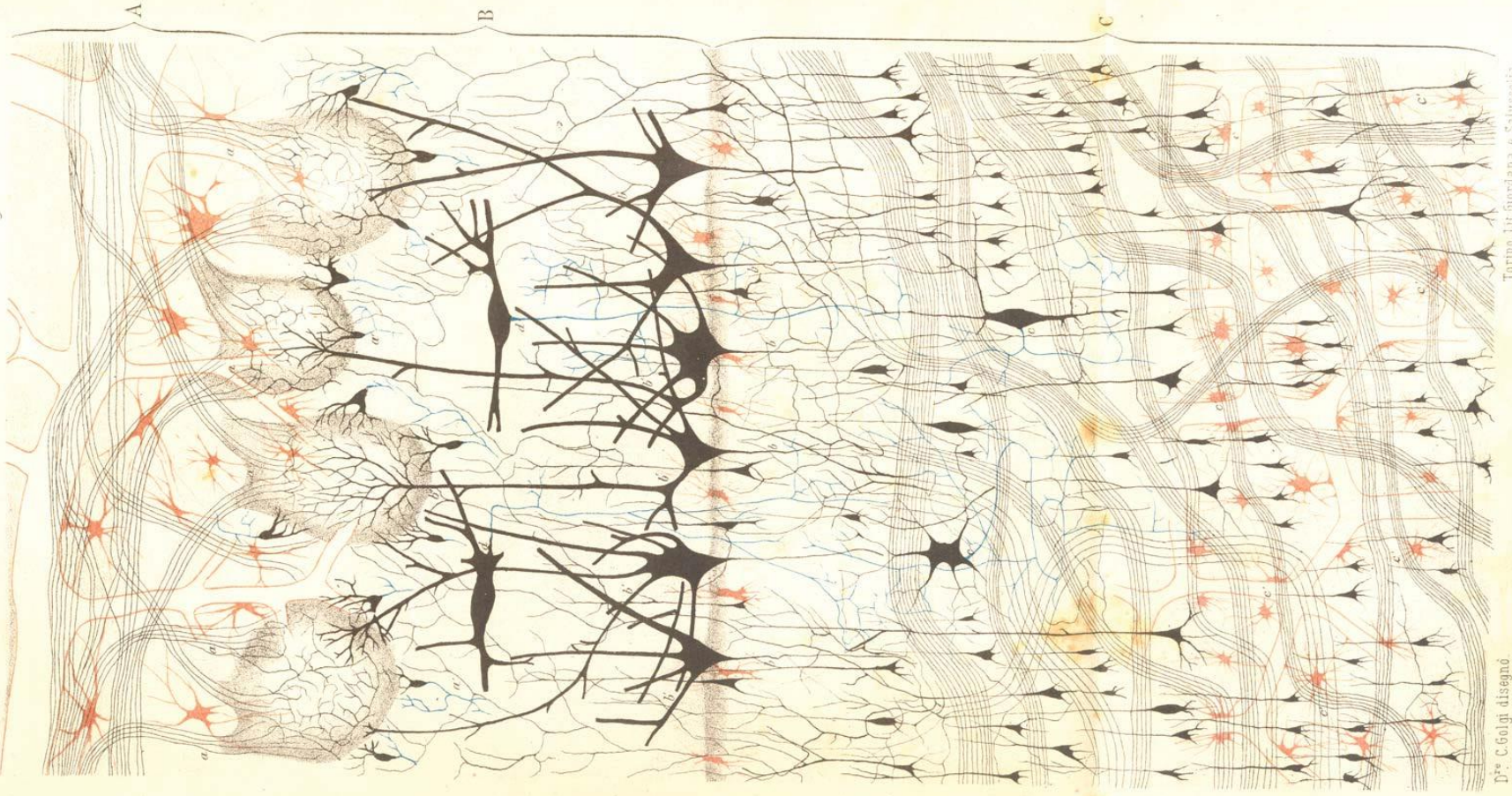
**fino allo studio del mondo osservabile col
microscopio ottico rimaneva possibile
un'osservazione diretta per ricavare alcuni
aspetti essenziali dei fenomeni in esame**

**fino a metà ottocento le osservazioni
sperimentali vengono riportate con disegni
in tavole anatomiche,
mappe stellari,
indagini botaniche,
zoologiche, geologiche
...**



Tav. VII

D^{re} C. Golgi-Bulbi olfaktorii



D^{re} C. Golgi disegno

Torino Lit. Giordana e Salsorella.

Camillo Golgi
***Rivista Sperimentale di Freniatria e Medicina Legale* in 1875**

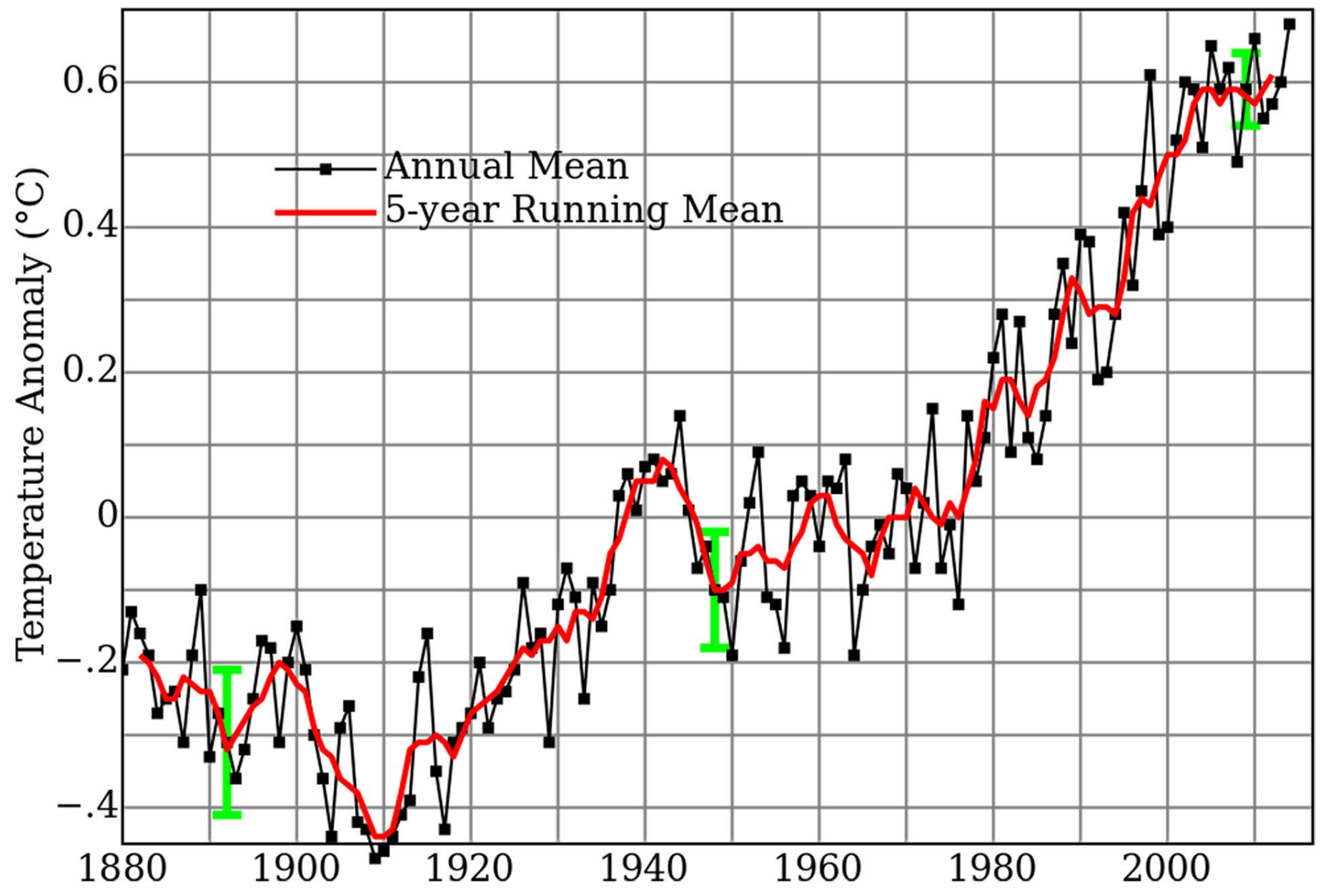
Le immagini di una pubblicazione entrano nella dimostrazione della verità dell'assunto della comunicazione.

Mentre il testo (come la parola) si articola nel tempo, l'immagine si colloca nello spazio.

In generale l'immagine è una rappresentazione bidimensionale sintetica di un insieme multidimensionale di informazioni.

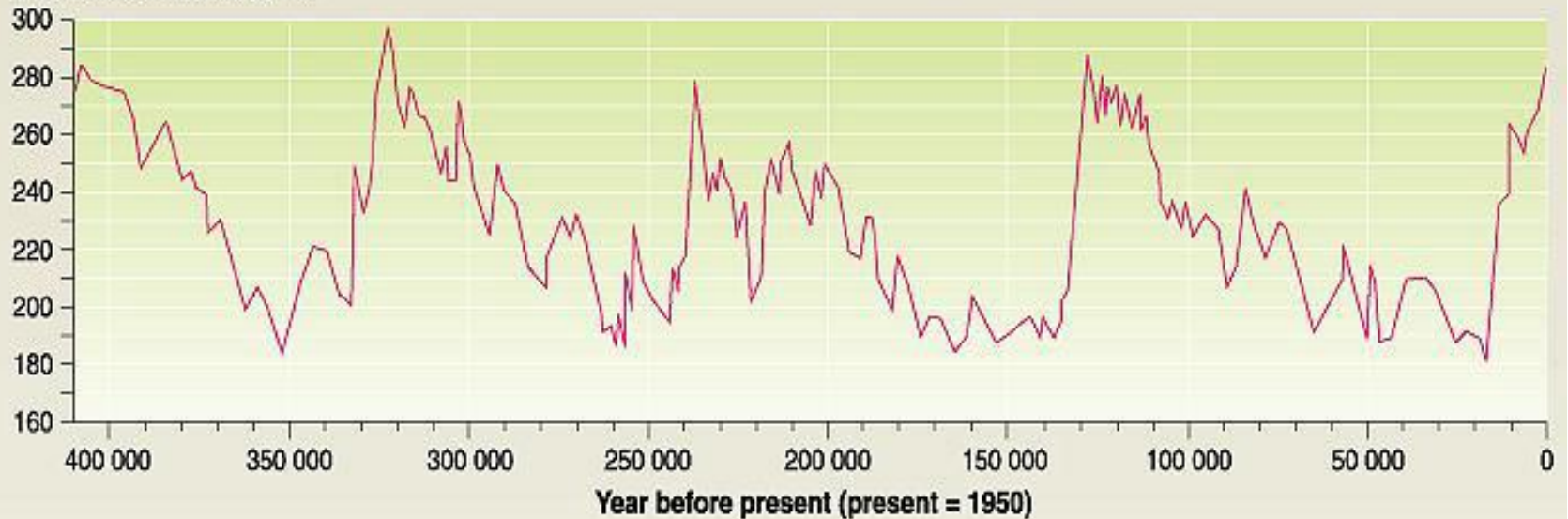
La scelta della "sezione" finale nello spazio multidimensionale fa parte del processo dimostrativo

Global Land-Ocean Temperature Index

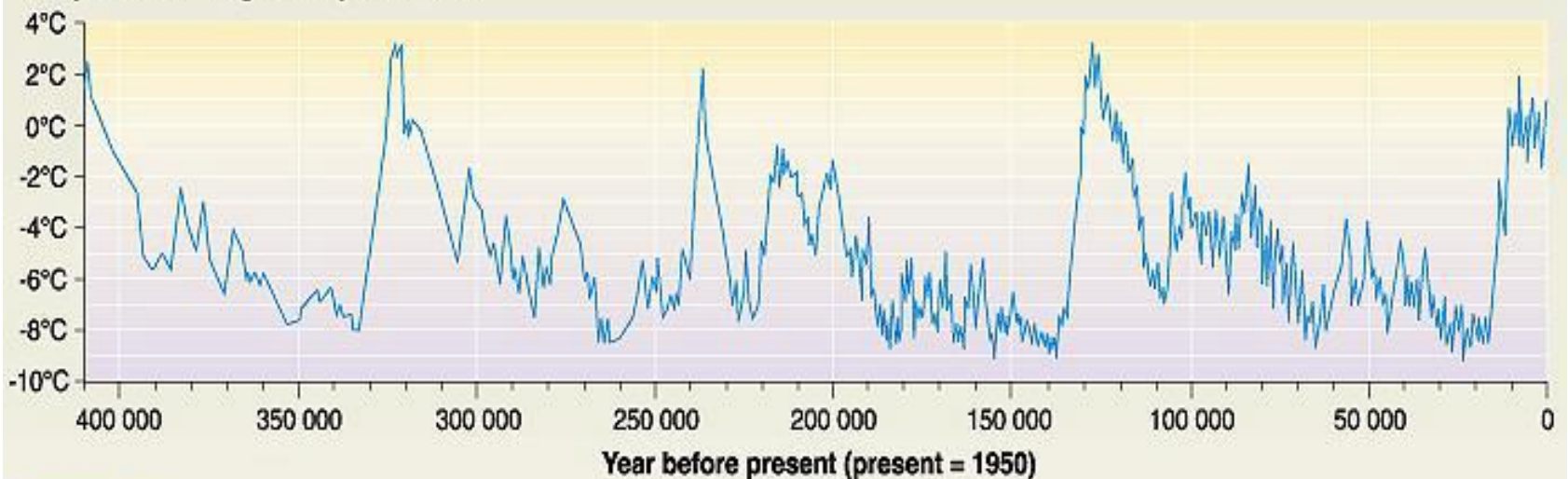


Temperature and CO₂ concentration in the atmosphere over the past 400 000 years (from the Vostok ice core)

CO₂ concentration, ppmv

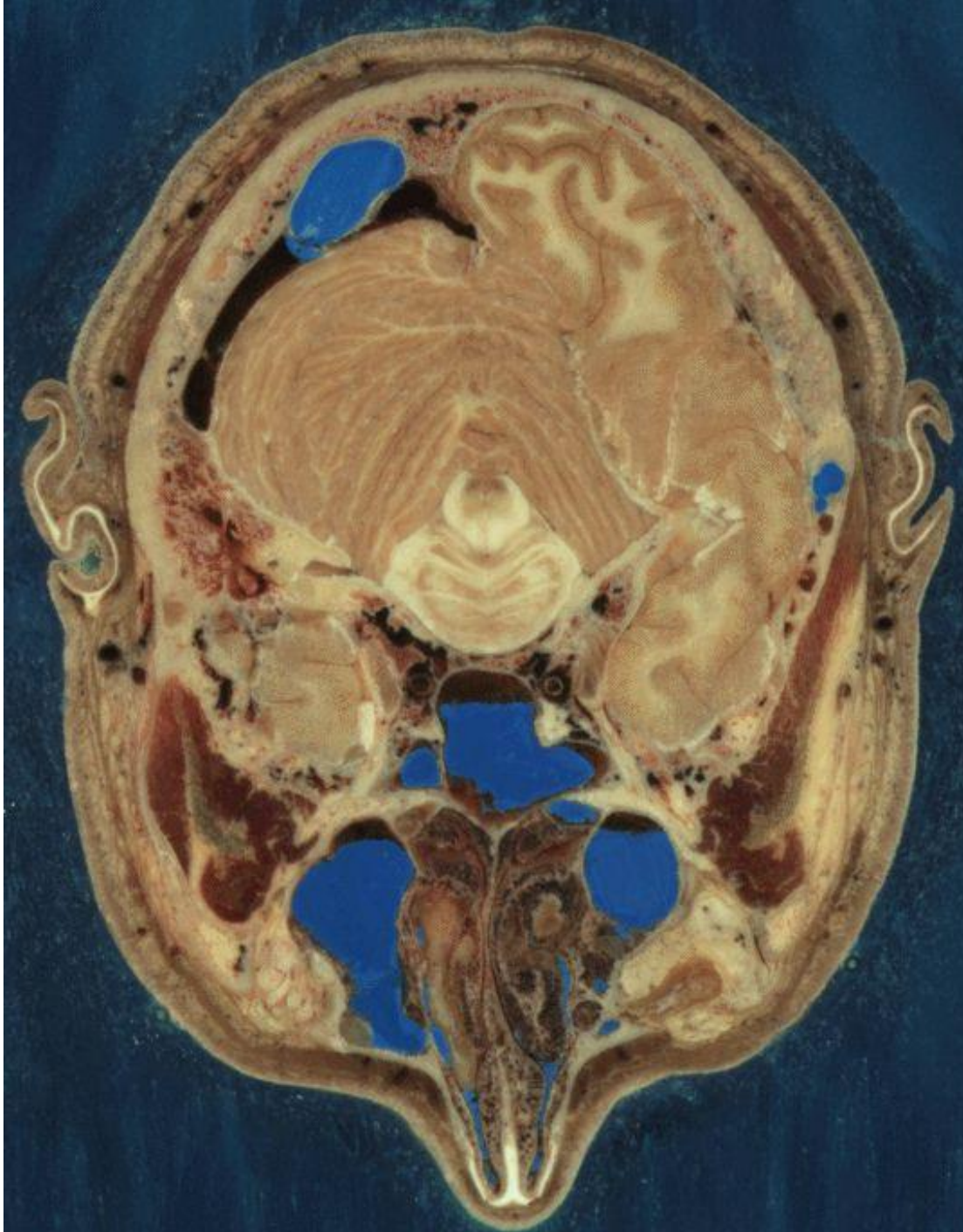
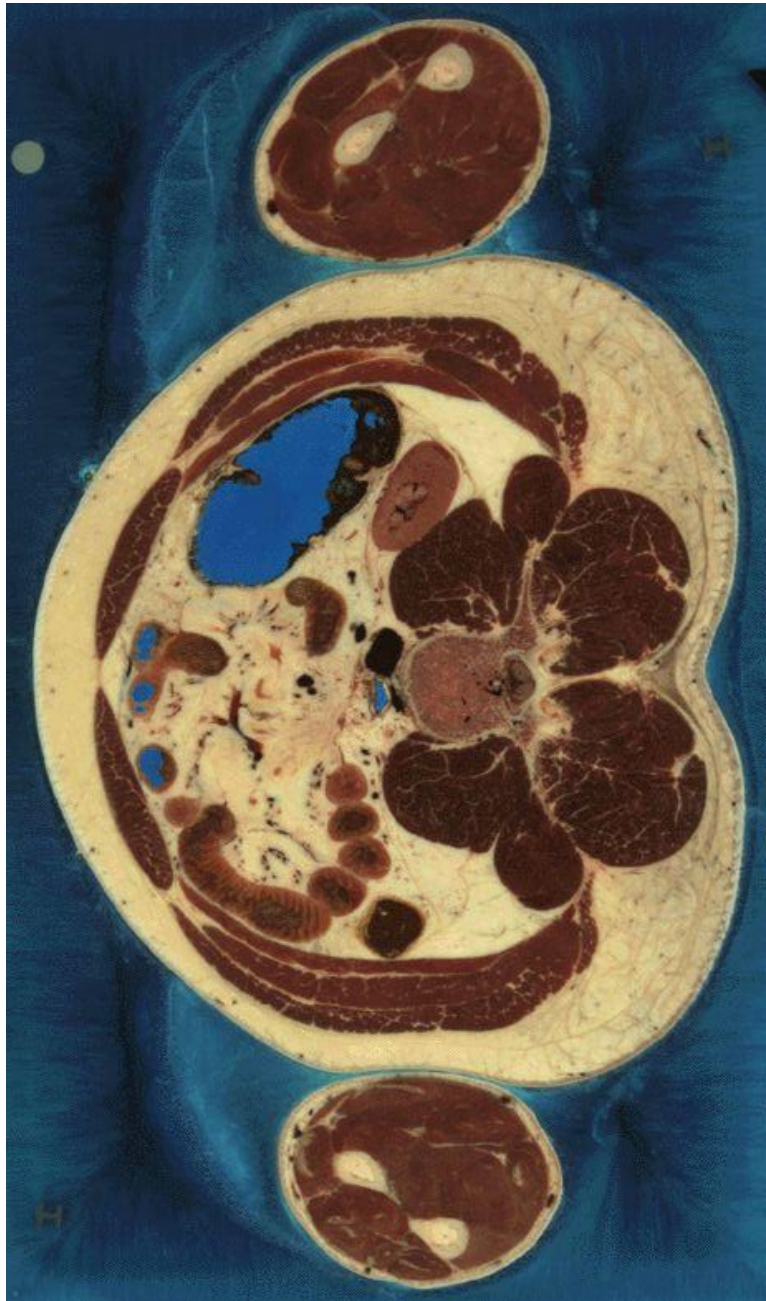


Temperature change from present, °C



La fotografia nuovo strumento di documentazione nei laboratori scientifici





Il Visible Human Project

crea una base di fotografie trasversali dettagliate del corpo umano, per la visualizzazione dell'anatomia. Un cadavere maschile e uno femminile sono stati tagliati in fette sottili che sono state poi fotografate e digitalizzate.

Il cadavere maschile è stato congelato in una miscela di gelatina e acqua per stabilizzare il campione per il taglio. Il campione è stato quindi “tagliato” sul piano assiale a intervalli di 1 millimetro. Ognuna delle 1.871 “fette” risultanti è stata fotografata sia in analogico che in digitale, ottenendo 15 gigabyte di dati. Nel 2000, le foto sono state scansionate nuovamente a una risoluzione più elevata, ottenendo più di 65 gigabyte.

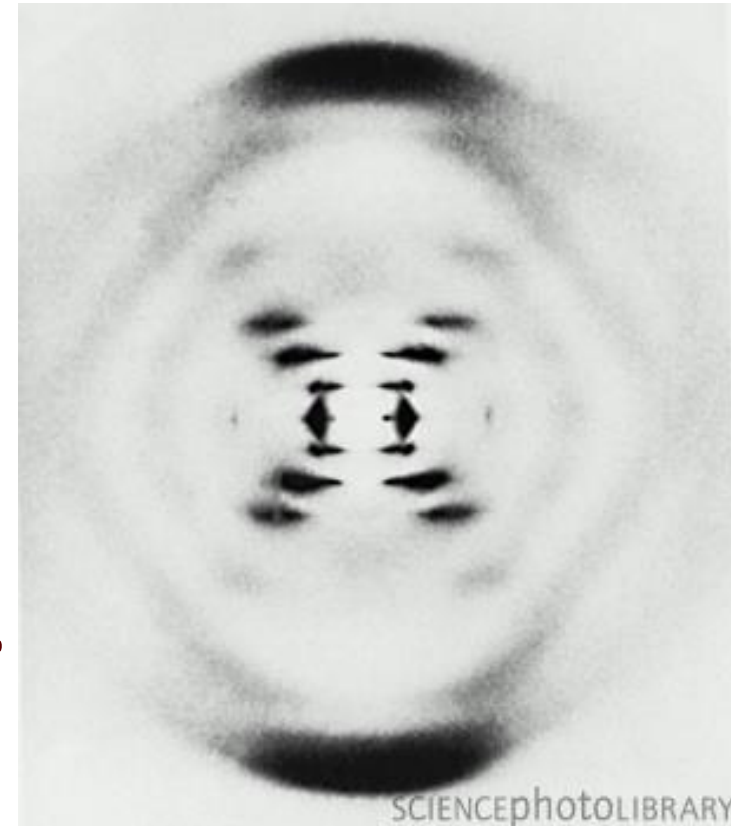
Il cadavere femminile è stato tagliato in fette a intervalli di 0,33 millimetri, ottenendo circa 40 gigabyte di dati.

**La fotografia pone un nuovo problema strumentale:
si possono registrare immagini non visibili
dall'occhio umano
nello spettro elettromagnetico
più ampio (infrarosso,
ultravioletto ...)
qual'è lo status ontologico ed
epistemico di tali immagini?**



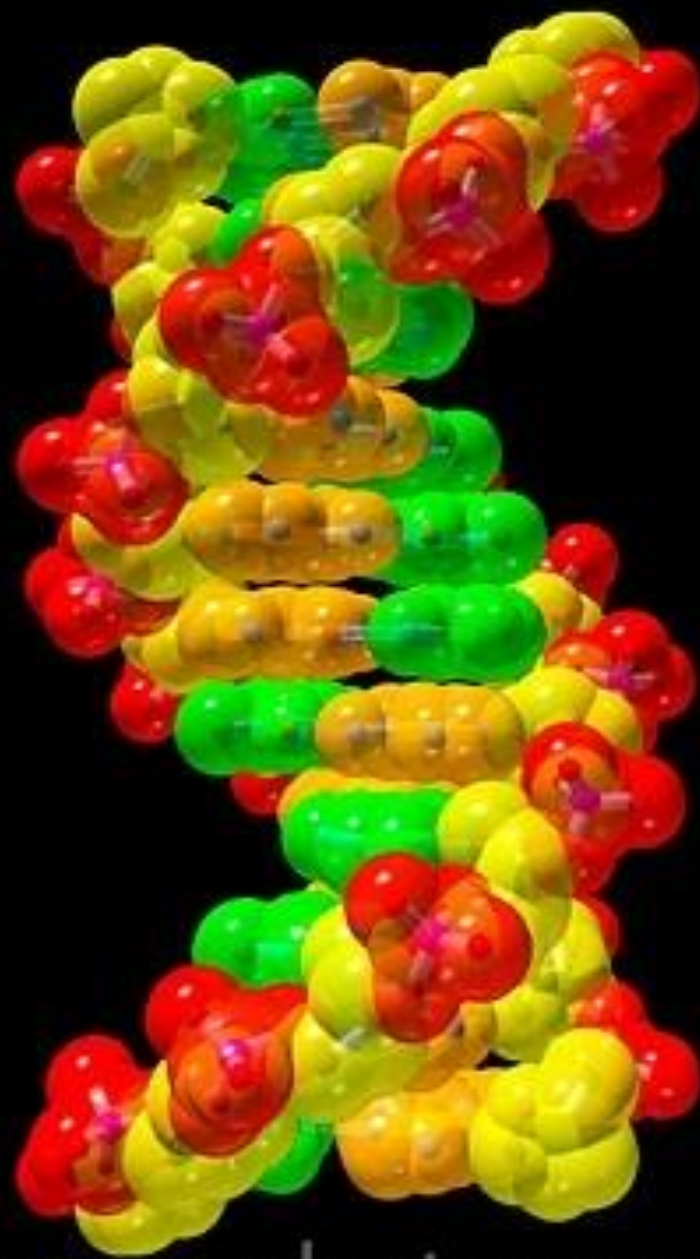
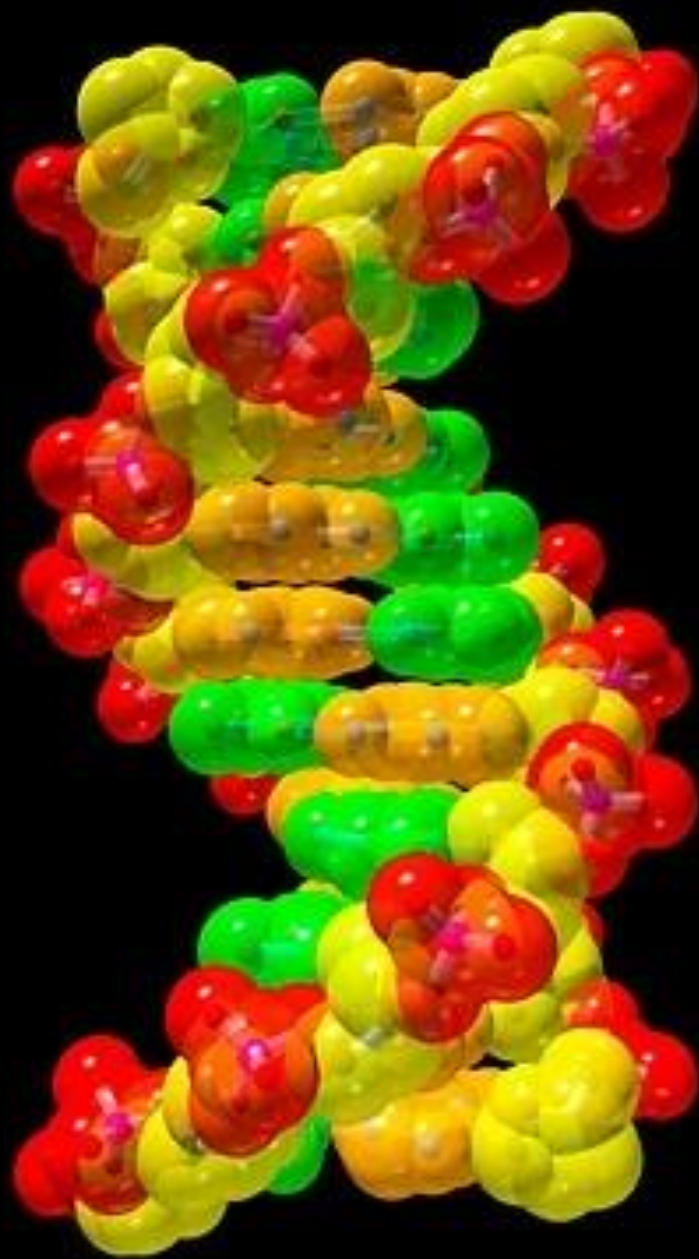
L'esplorazione di domini lontani dalla scala umana richiede lo studio e la misura di proprietà e grandezze nuove e irraggiungibili per i nostri sensi.

Diventa indispensabile la mediazione di strumenti che non solo amplificano le potenzialità osservative, come ad esempio i telescopi o i microscopi ottici, ma “creano” gli stessi fenomeni da osservare.





Rosalind Elsie Franklin – Dorothy Crowfoot Hodgkin



SCIENCEphotoLIBRARY

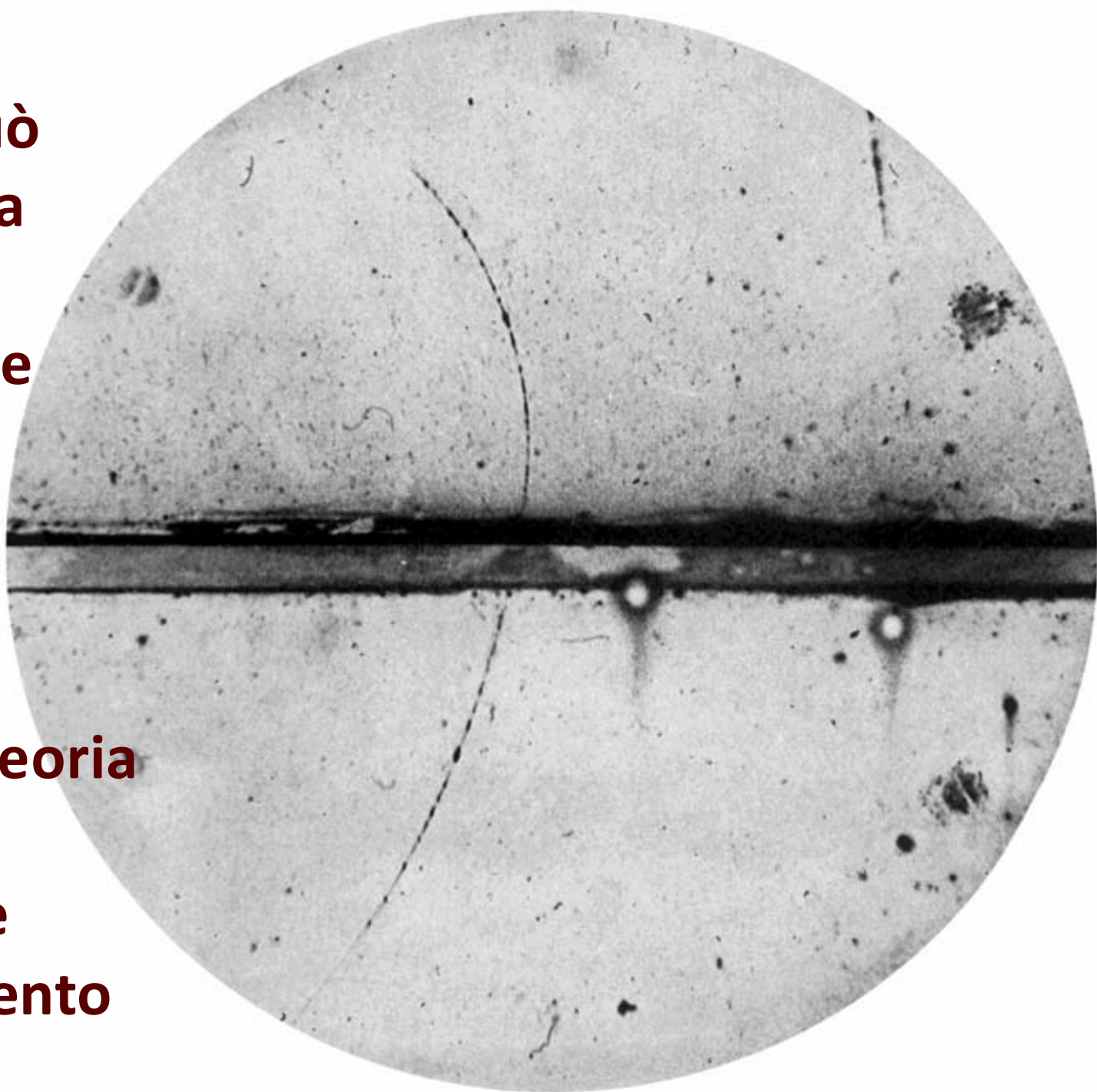
Il problema della mediazione strumentale: chi è "l'artefice"?

**soluzione: la continuità
dall'osservazione diretta**

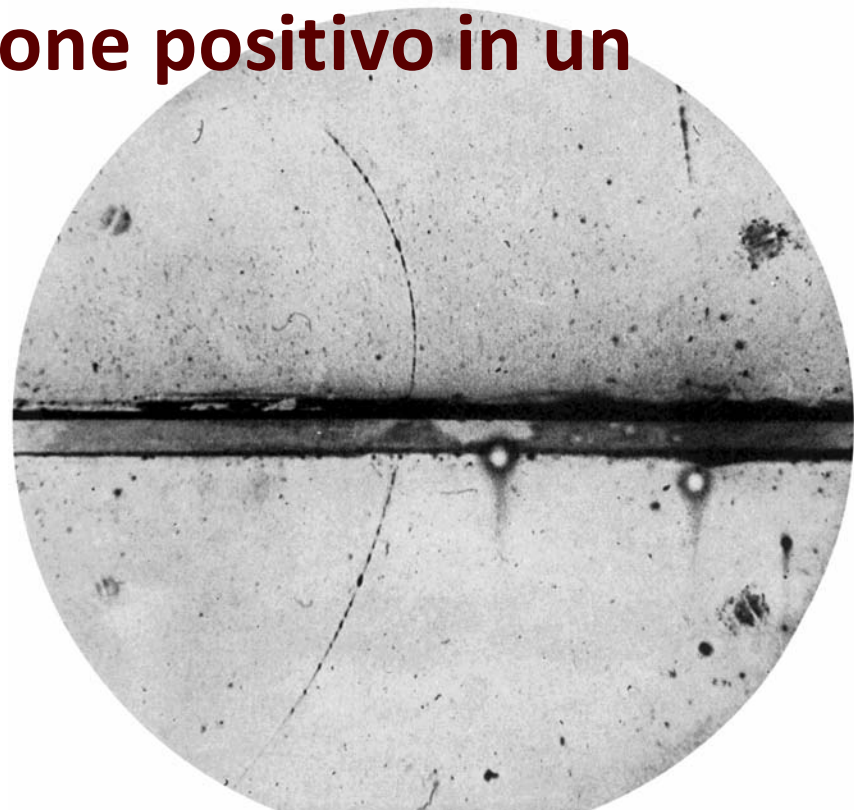


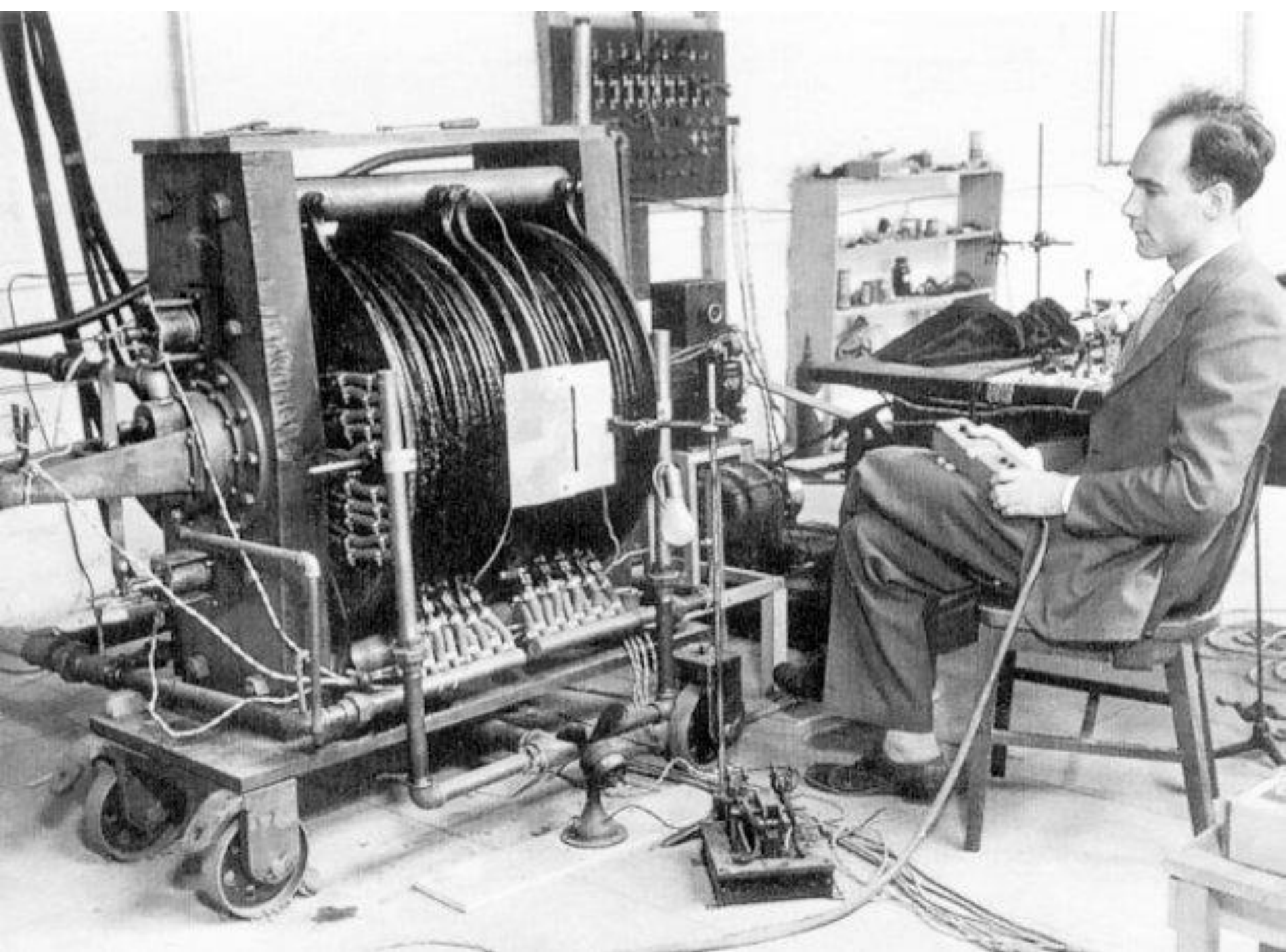
**una singola
immagine può
costituire una
scoperta
fondamentale**

**meglio se è
sostenuta da
una precisa teoria
che guida la
preparazione
dell'esperimento**



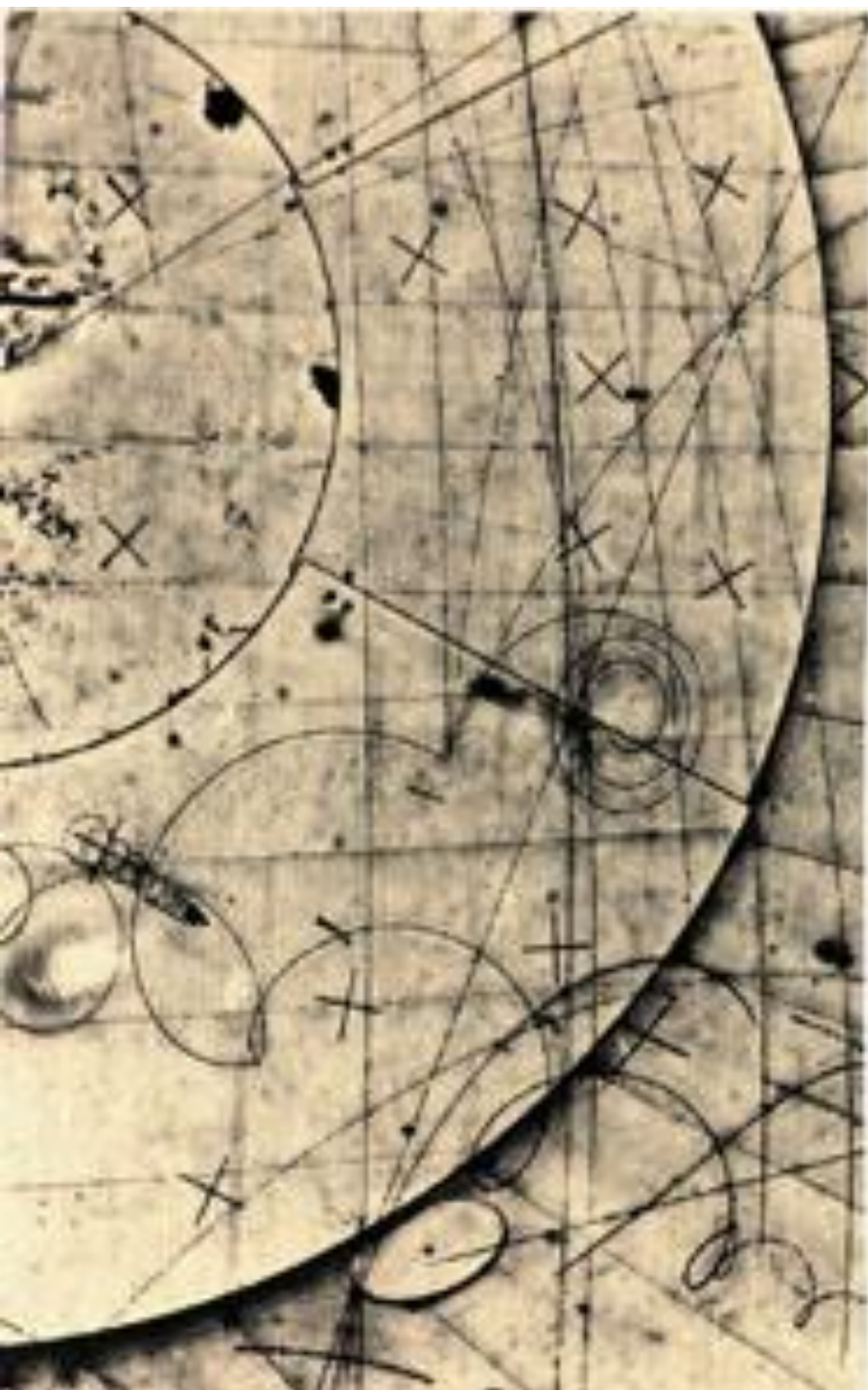
l'immagine è una, ma riporta moltissimi eventi individuali: ogni macchiolina è la conseguenza dell'interazione del positrone con atomi di argento. Se gli effetti fossero casuali le macchioline si distribuirebbero su tutta la superficie e non lungo la traiettoria coincidente con quella prevista dalla teoria per il moto di un elettrone positivo in un campo magnetico





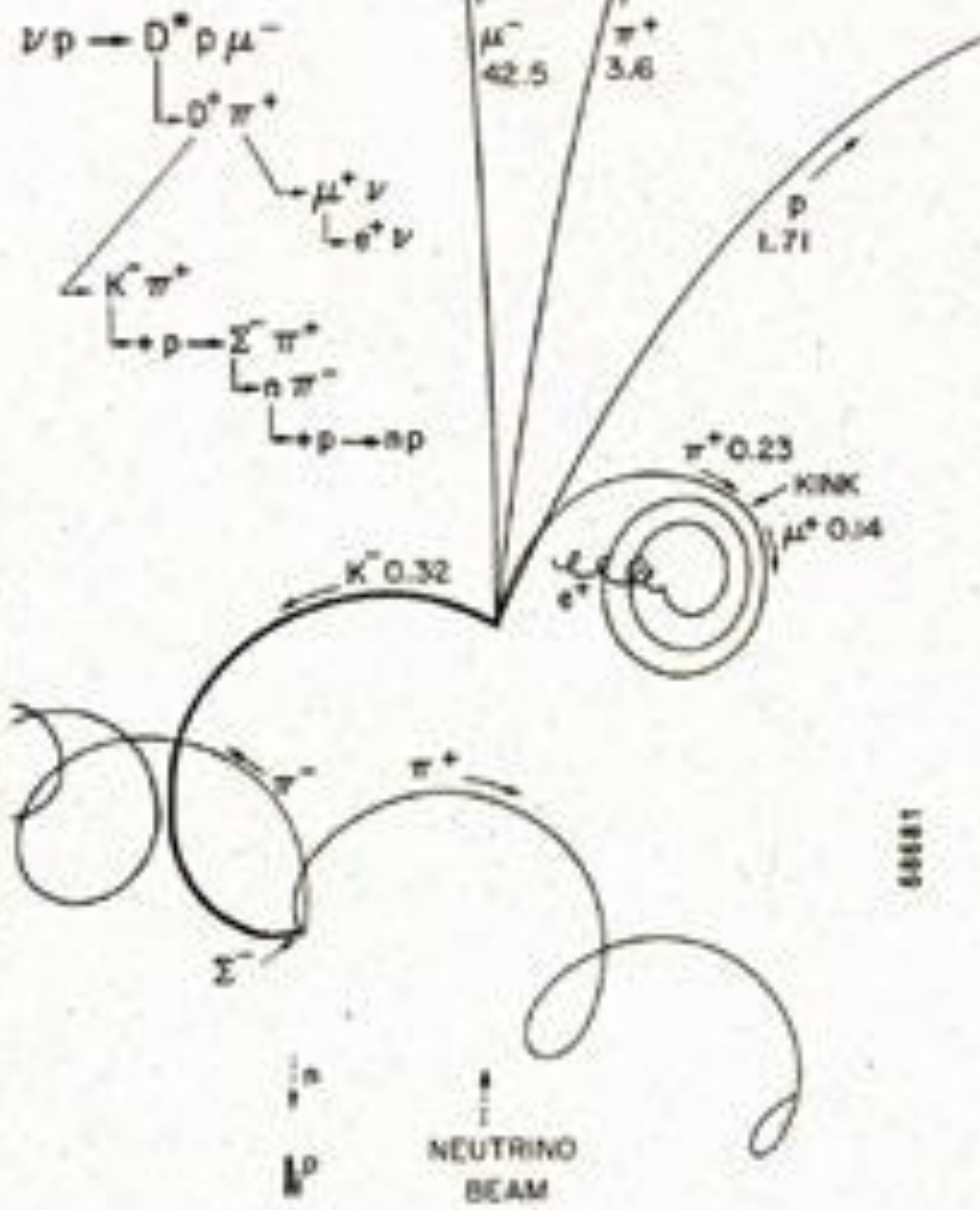
**esplorazioni
sistematiche
richiedono
grandi quantità
di dati presi in
condizioni
omogenee**





WA 21

EVENT 294/0995



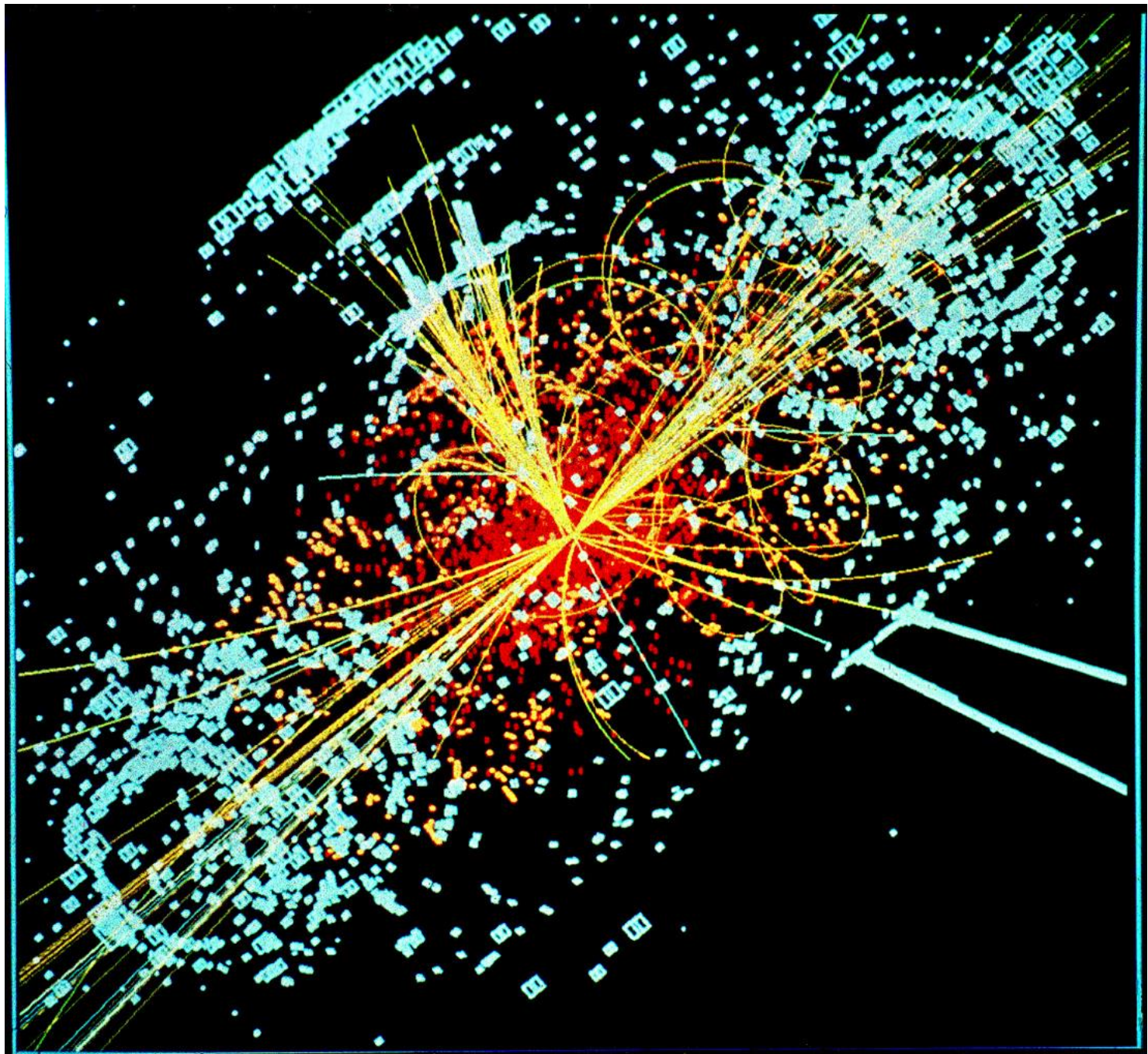
68881



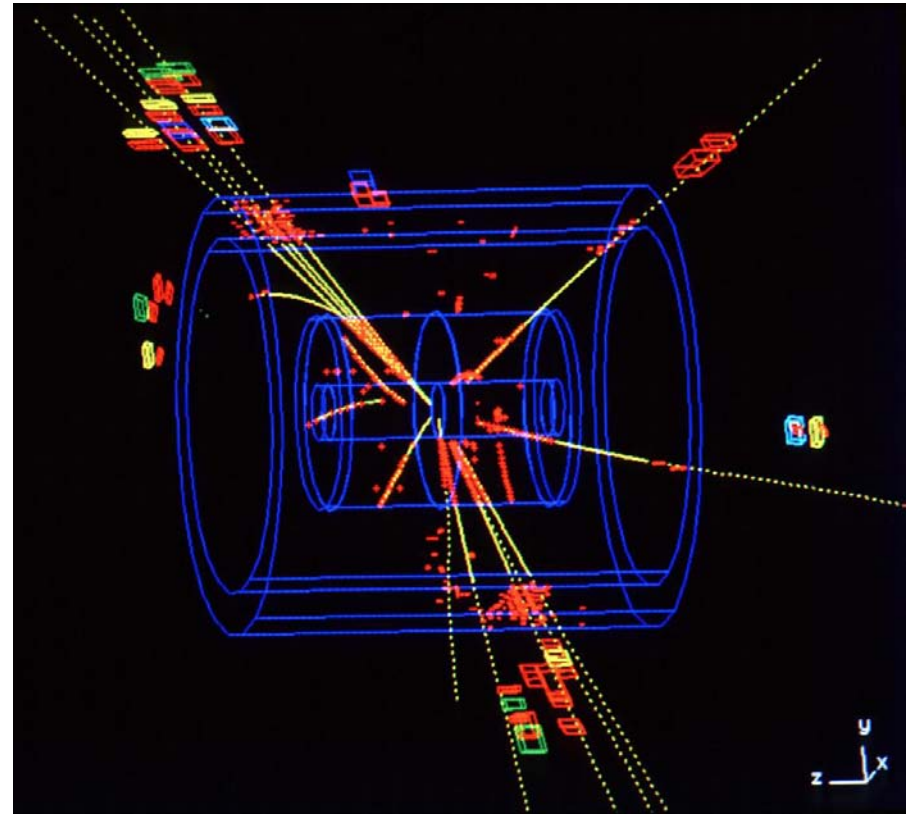
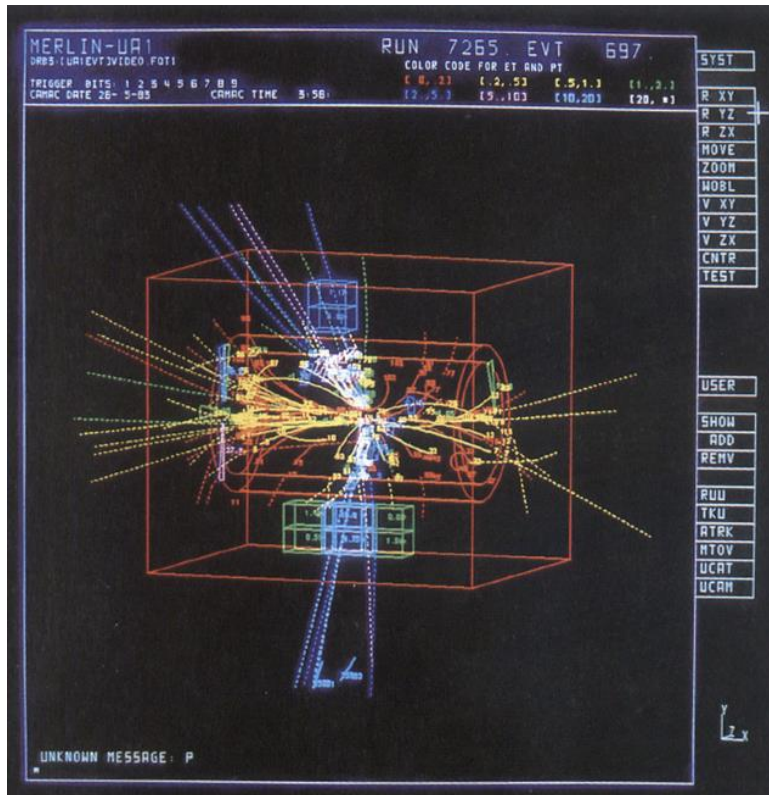
Tutte le informazioni relative ai microsistemi, sia in forma elettronica che visuale, derivano da apparati sperimentali che possono essere particolarmente complessi

esse sono quindi frutto di molti passaggi e mediazioni dal primo processo “nudo” che si vuole studiare, e i dati stessi dipendono in modo forte dal contesto teorico.

si possono considerare “immagini del reale”?

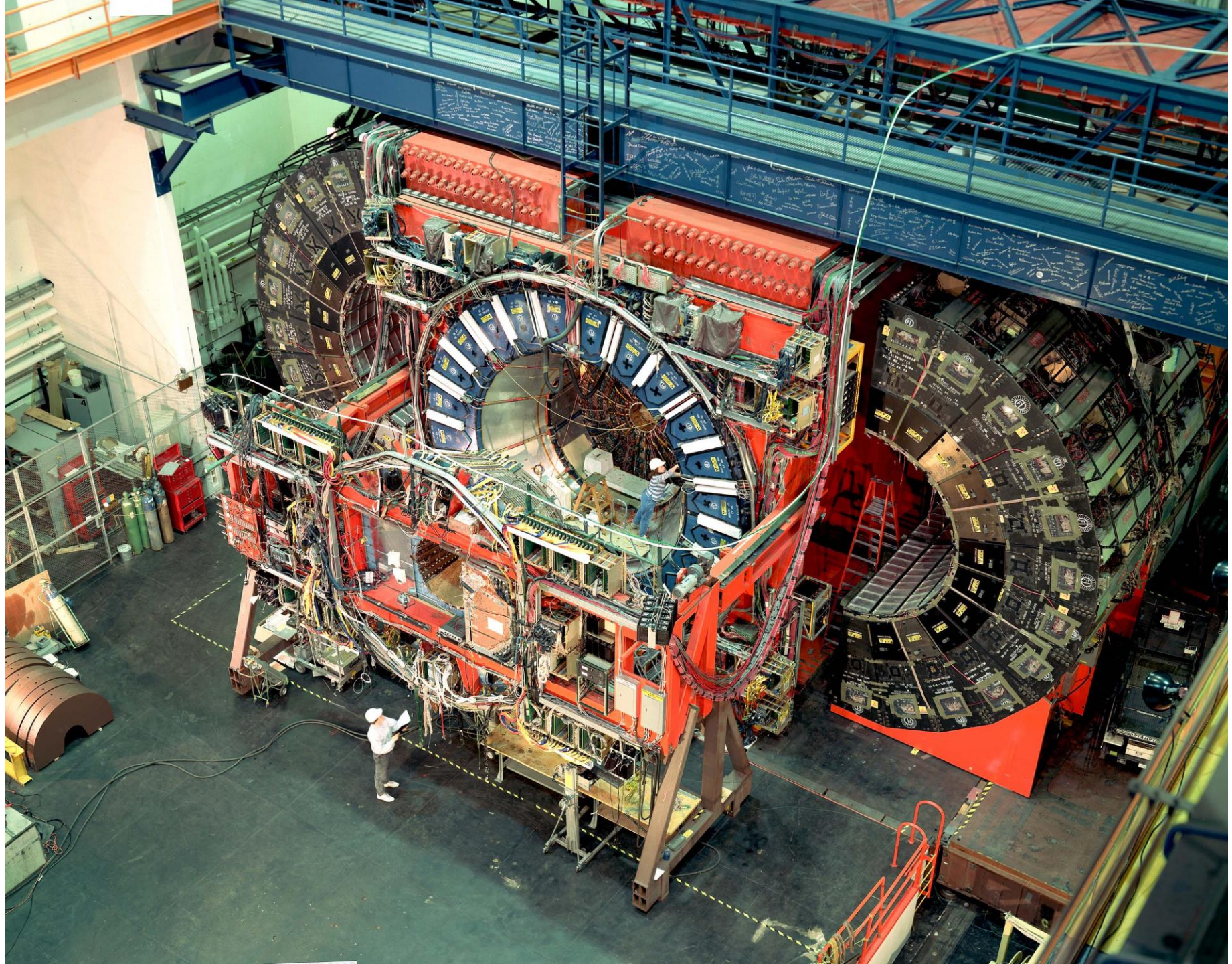


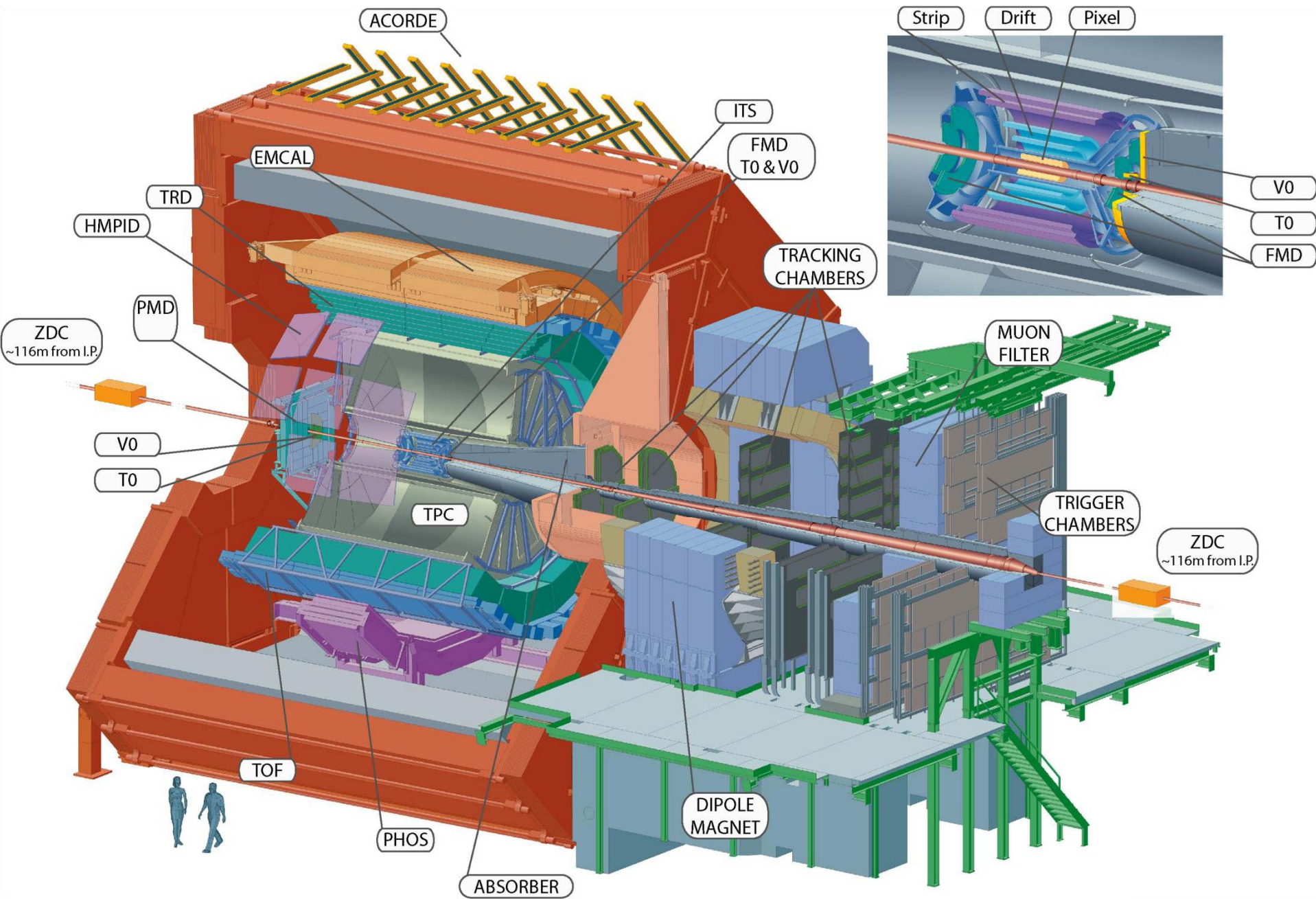
Le ricostruzioni grafiche fornite dai rivelatori non sono immagini del reale, ma sono strumenti indispensabili per guidare l'analisi delle informazioni, soprattutto nel caso di fenomeni complessi



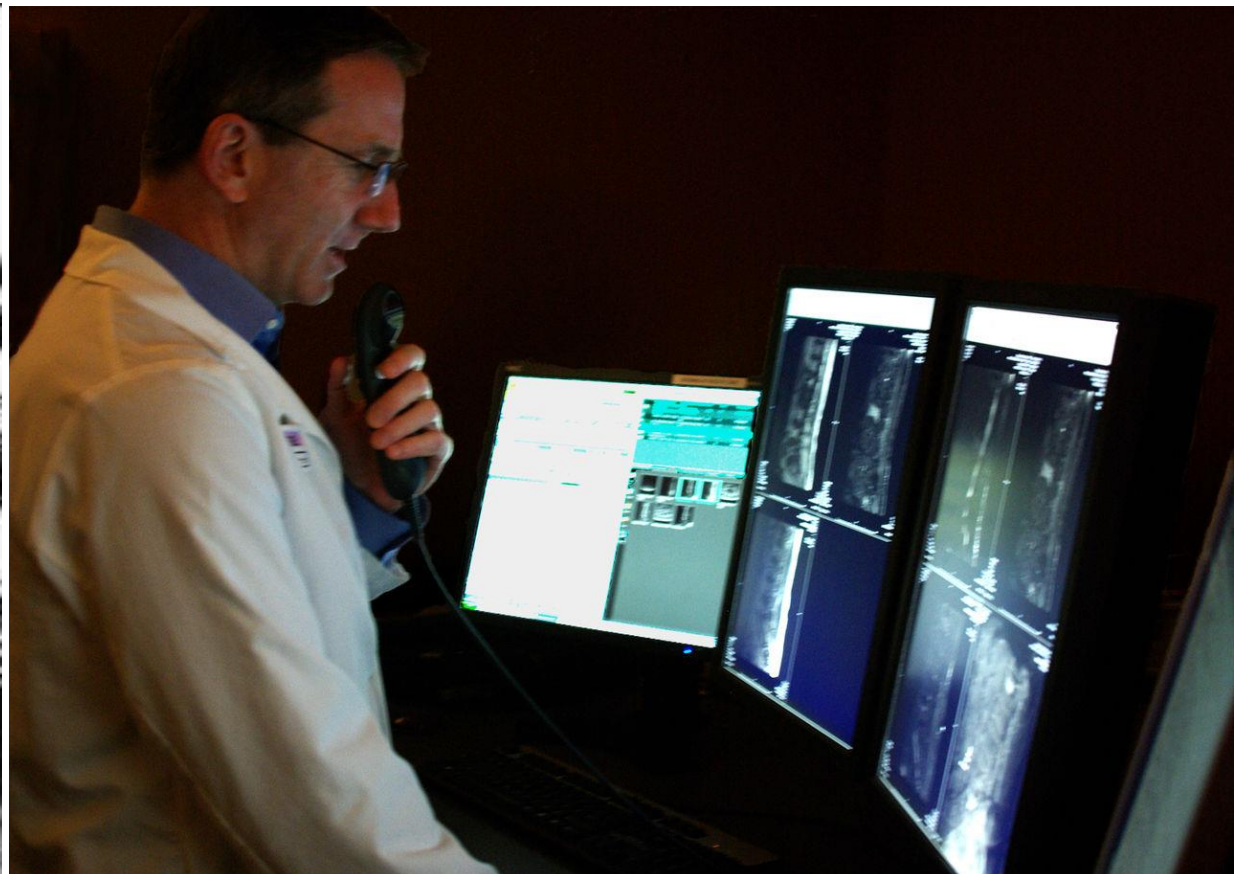
I dati sperimentali prodotti negli apparati dell'ultima generazione per la fisica nucleare e delle particelle producono un'enorme quantità di informazione:

- CDF al laboratorio americano Fermilab osservava una cinquantina di eventi significativi al secondo, ciascuno dei quali descritto da centinaia di migliaia di byte**
- gli apparati impegnati negli esperimenti a LHC del CERN producono 15 milioni di gigabit di informazione all'anno**
 - ⇒ ciò ha richiesto la creazione di una "grid" di calcolatori a livello mondiale**





**dall'osservazione diretta, alla fotografia, alla
ricostruzione dell'immagine prodotta dal
calcolatore**



le immagini originali fornite dagli strumenti di osservazione (misura) vanno rielaborate per mettere in evidenza gli aspetti essenziali di interesse per la ricerca e certamente per la comunicazione al pubblico

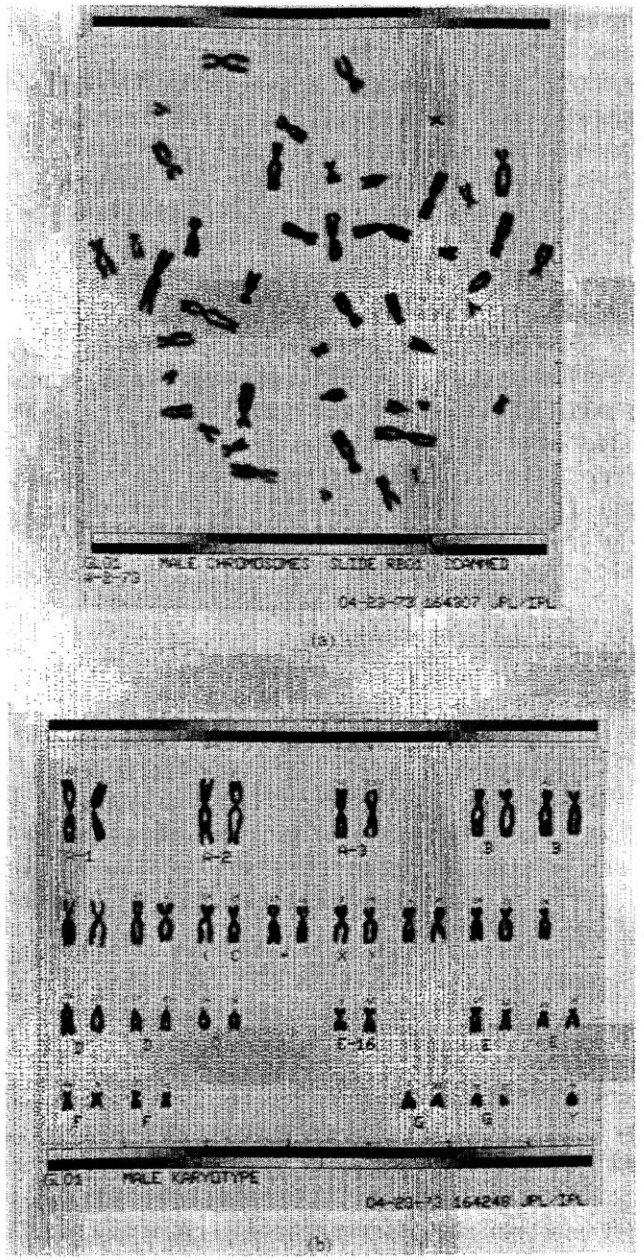
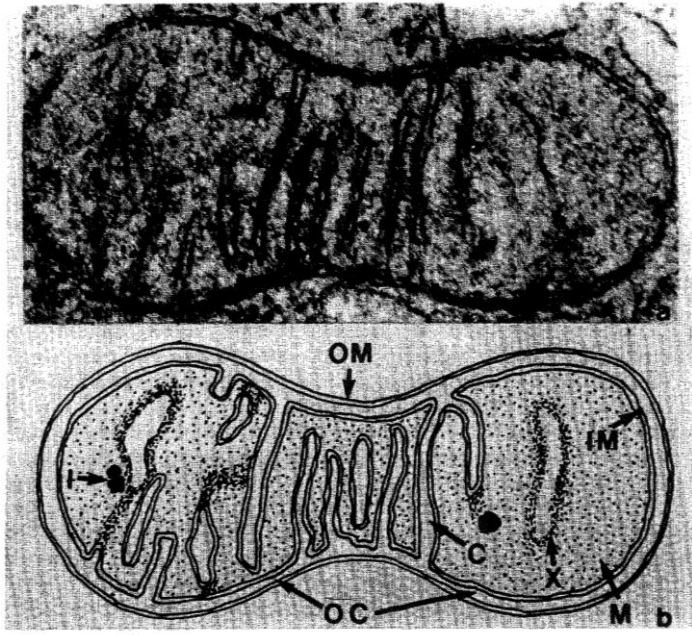
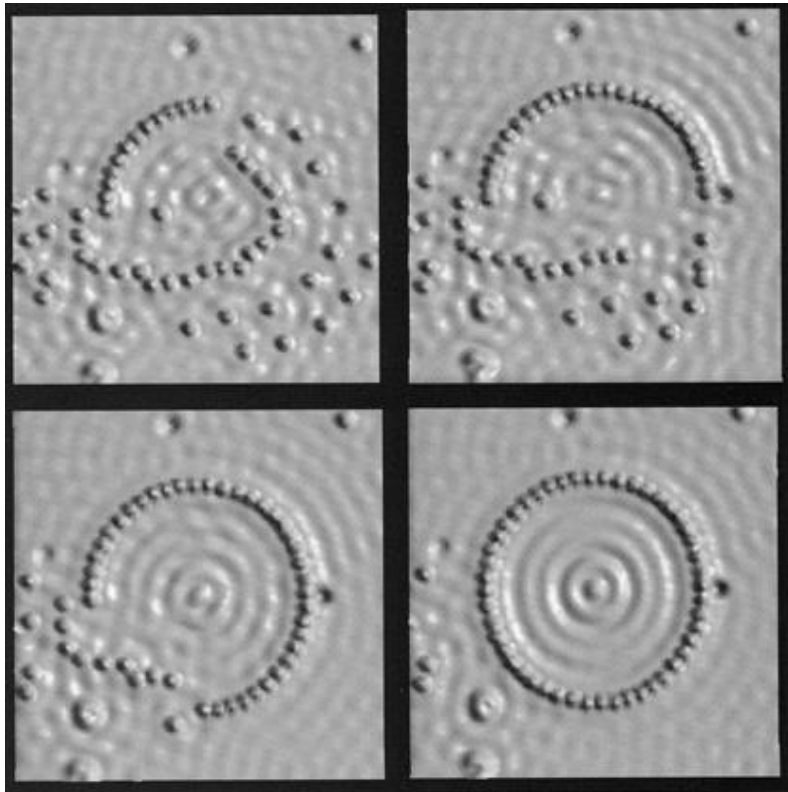
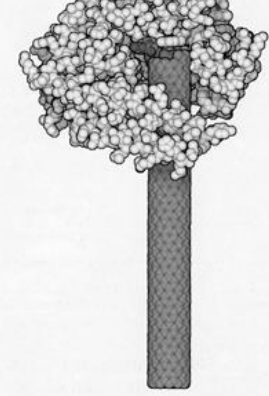
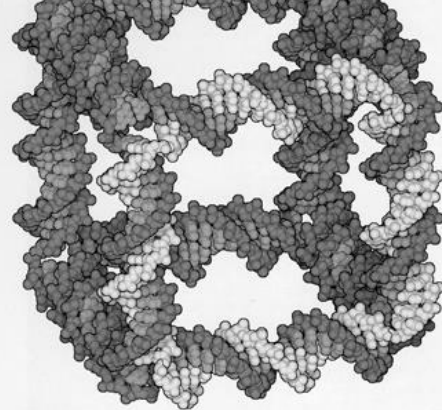


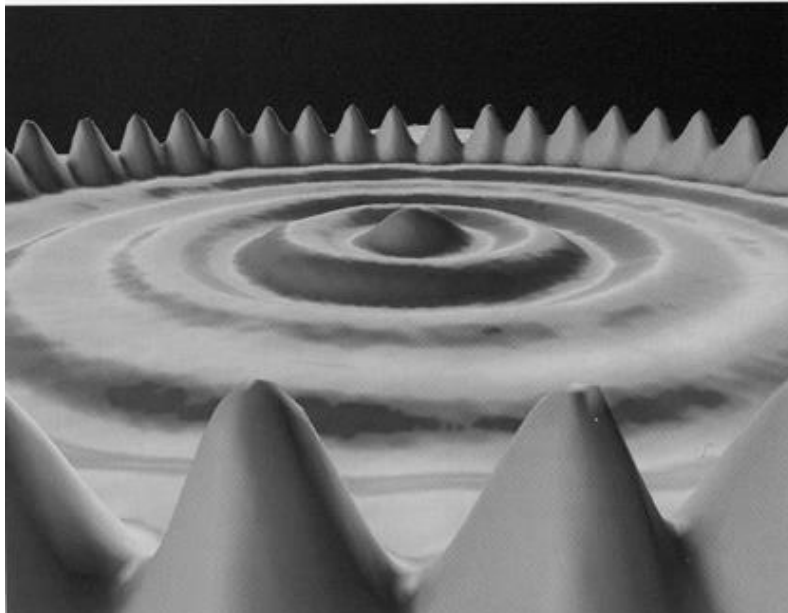
Fig. 5. Human chromosomes: (a) original; (b) karyotype. (From Kenneth R. Castle, (1979, p. 341), *Digital Image Processing*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall)



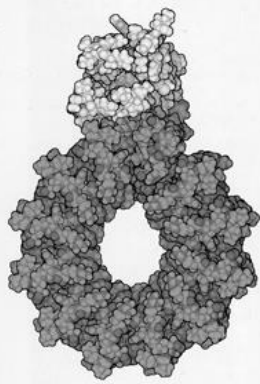
a. DNA Cube



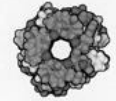
b. Nanotube Synthase



i. Quantum Corral



c. Proton-Driven Rotary Motor



e. Calixarene and Buckminsterfullerene



f. Rotoxane



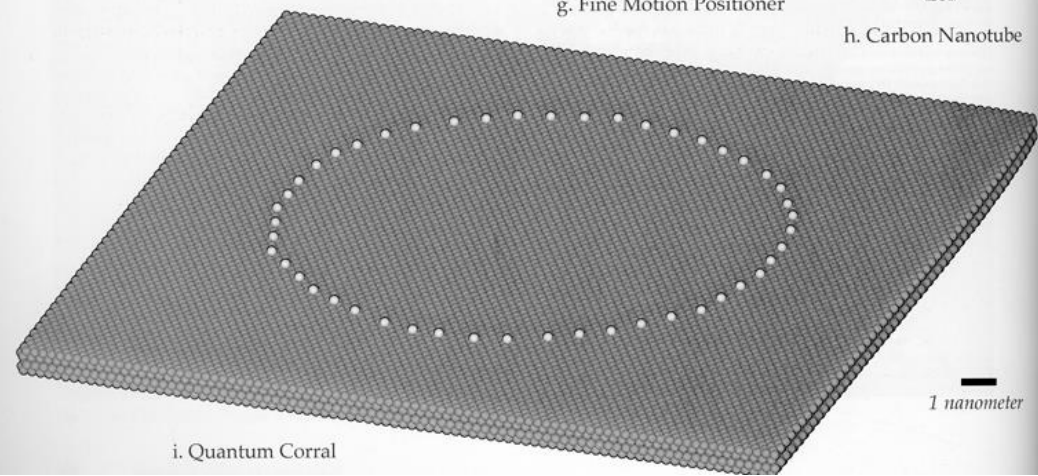
d. Peptide Nanotube



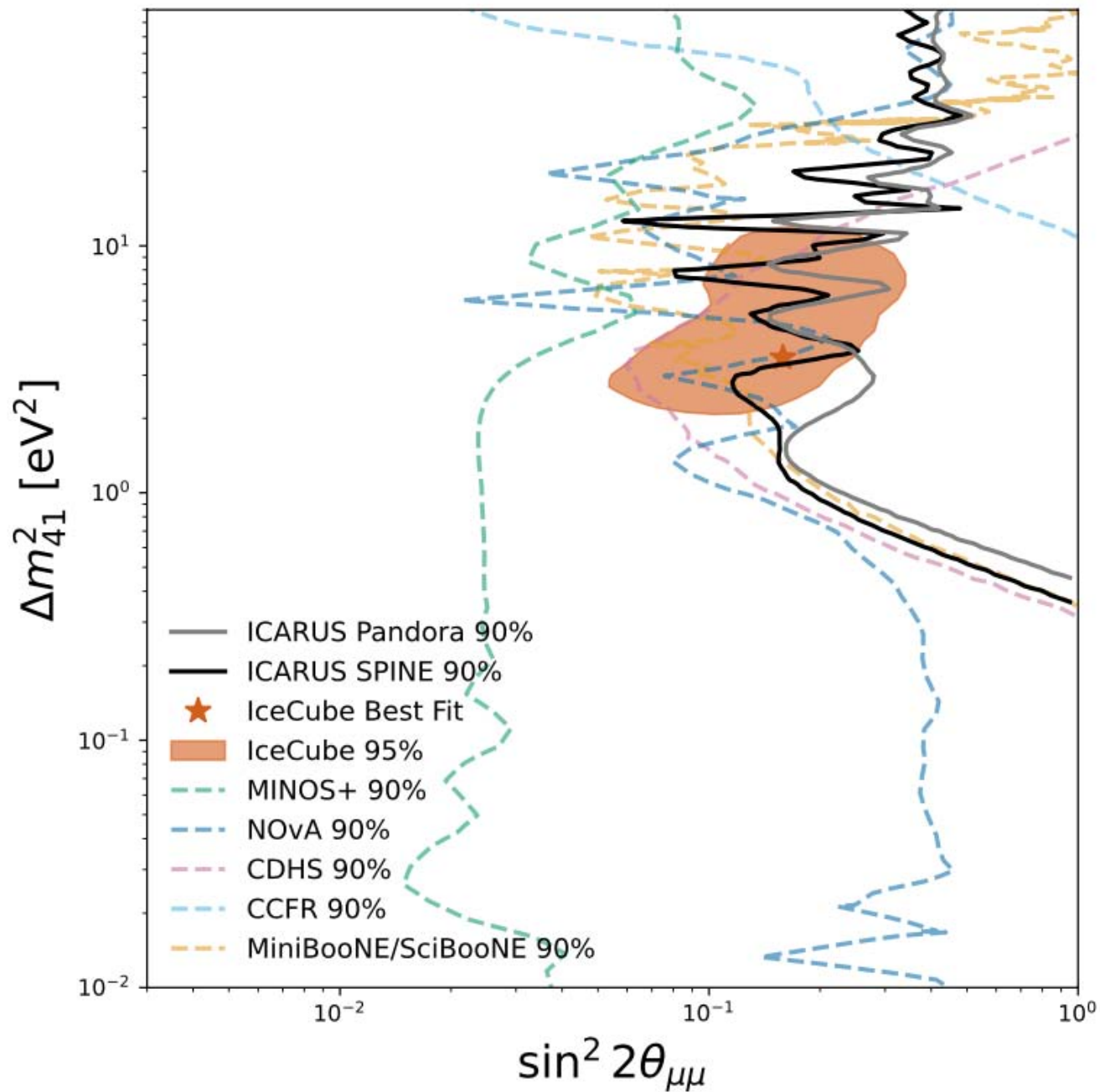
g. Fine Motion Positioner



h. Carbon Nanotube



1 nanometer

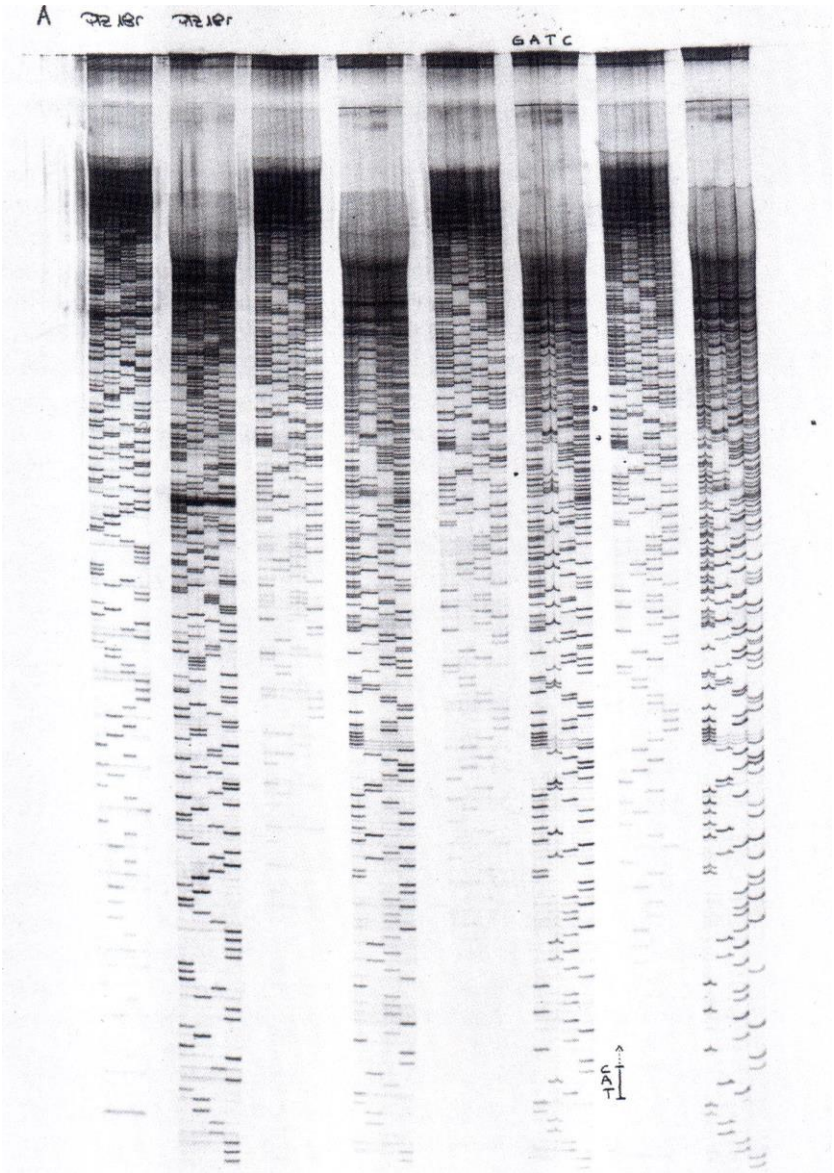


La rappresentazione nella scienza è molto più pervasiva della semplice selezione di illustrazioni per i testi o del disegno di diagrammi di ciò che possiamo altrimenti vedere a occhio nudo. E la "realtà" non è uno standard di riferimento del tutto indipendente dal lavoro di rappresentazione. Questo non implica che le rappresentazioni siano pure fantasie, né che siano particolarmente problematiche in molti casi. L'assenza di criteri assoluti per distinguere le costruzioni dalla realtà naturale significa semplicemente che tale distinzione viene operata in modo circostanziale e a tutti gli effetti pratici.

Lo sviluppo tecnologico ha introdotto sistemi integrati di rivelatori con il compito di “sentire” i segnali emessi dai microsistemi e di tradurre tali segnali in impulsi elettrici, trasformati da circuiti elettronici in un linguaggio che processori digitali decodificano direttamente, senza una mediazione visuale.

I dati finali possono venir rappresentati graficamente dagli stessi calcolatori

autografia di gel sequenziali di acido nucleico



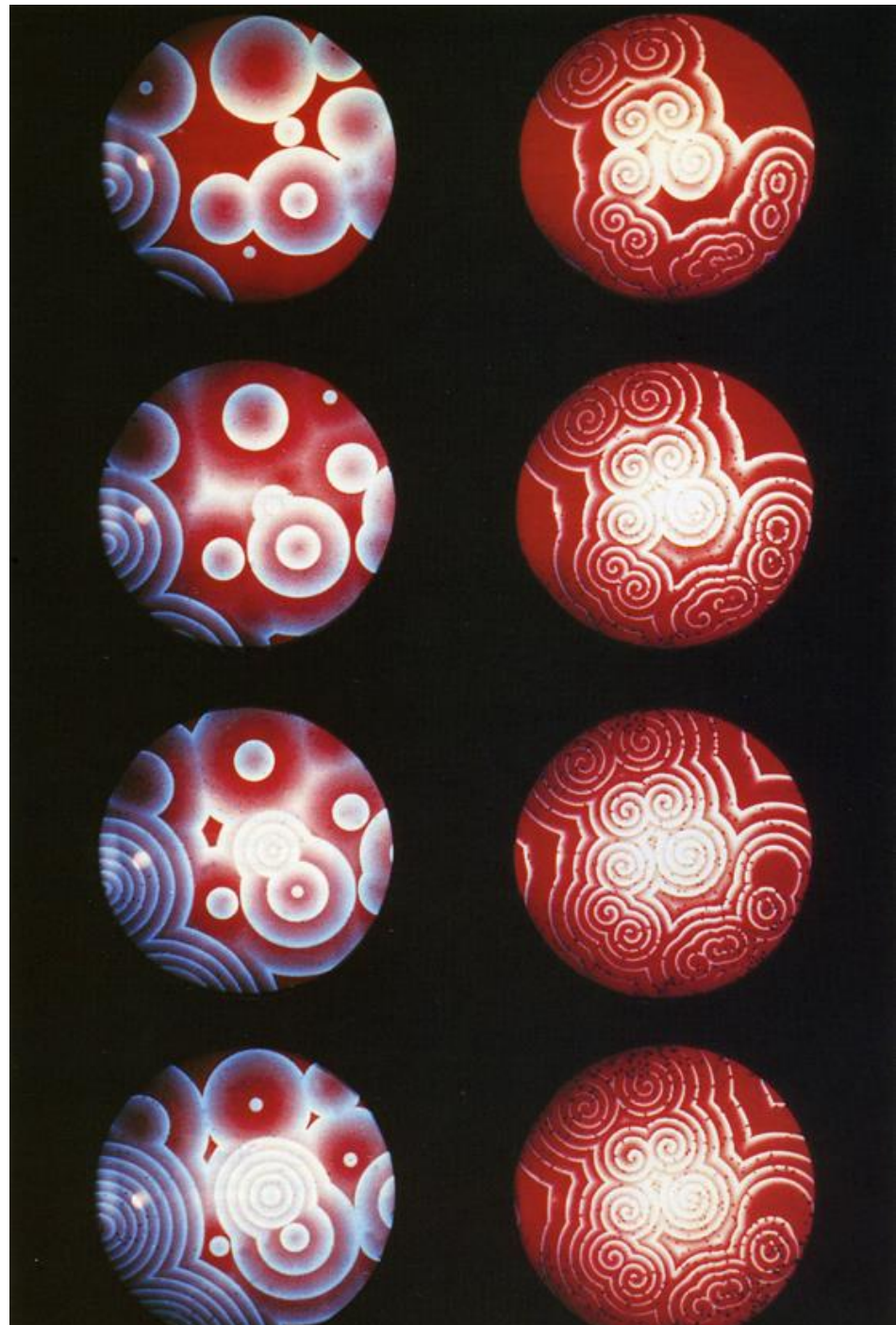
```

POLYLINKER
SELECTION
#resistance Ap
#indicator beta-galactosidase
SUMMARY pTZ18R #length 2871 #checksum 6457
SEQUENCE

Ptz18h11.Seq Length: 3507 November 29, 1991 17:22 Check: 7065
..

1 CCCATTGCCC ATTCAGGCTG CGCAACTGTT GGAAGGGCG ATCGGTGCGG
51 GCCTCTTCGC TATTACGCCA GCTGGCGAAA GGGGATGTG CTGCAAGGCG
101 ATTAAGTTGG GTAACGCCAG GGTTCCTCCA GTCACGACGT TGTAACAACGA
151 CGGCCAGTGC CAAGCTTGCA TGCCTGCAGG TCGACTCTAG AG
                                     >SEQED
(include) of: L1HAHAECOBAM.REV check: 8386 from: 1
to: 657>
                                     GATCCTGC
201 AGCTAGCAGT AGGCAACCTC CACGGCAGGC CCCATCGTGT TCCTCACGTA
251 GACGGAGTCC ACGTTCAGCG GGCCTTTTTC GAGGTTCGCG TGCAGCCGAC
301 GCATGATGAC GTCGATGTTG CTGGCGATGT CCTCGGCGGA CATGTCTCCT
351 GCGCCGACGC GCGTGTGGAA CGTGCGGCGG TCGCGGCTGC GGATCTGCAC
401 GGTGTTTTTC ATGCGGTTGA CTGTGTCGAC GACGTCGTGC TCGGGCTGGA
451 GCGGGGTCGG CATTTCCTCCG CGCGGACCAA GCACTTGACC GAGCGCACCC
501 GCGATGTCCT GCATCATGGG TGCTTCCGCC ACGAAGAAGT CCGTCTCGTC
551 TGCAGATCC TTCGCGGCGT CCGTGTGCTC TGCAGGTCG CTGAGGTCGT
601 CCTCGTCGAG GACGTCGTCA GCGACGTCGT CCGCGCGAAC CGCGGTTTCG
651 CCGTCTGCGA AAACCACGAT CTGCGTCTCC TGTCCGGTGC CCGACGGCAG
701 CACGACGCCC TCGTCGACTC GTTGCACGCG GTCGTTGAGG TCGAGGTCGC
751 GCAGGTTGAC TGCAGGTCCT ACCGCTCAC GGAAGTTCCG CTGTGGGGCA
801 TCCTCAAGTG CGCGAGCTAC GGCCTCTTCT ATATCGTTGT CTGCCA
ED : start codon for HL1 going to the left<
                                     TGG
                                     <
SEQED (include) of: L1HAHAECOBAM.REV check: 8386
from: 1 to: 657<
                                     A
851 ATTCCCTATA GTGAGTCGTA TTAATTCGT AATCATGGTC ATAGCTGTTT
901 CCTGTGTGAA ATGTTTATCC GCTCACAATT CCACACAACA TACGACCCGG
951 AAGCATAAAG TGTAAGCCT GGGTGCCCTA ATGAGTGAGC TAACTACAT
1001 TAATTGCGTT GCGCTCAC TGCCGTTTCC CCGGTTTCC AGTCGGGAAA CTGTGCTGC
1051 CAGTGCATT AATGAATCGG CCAACGCGCG GGGAGAGGCG GTTTGCGTAT
1101 TGGGCGCTCT TCCGCTTCCT CGCTCACTGA CTCGCTGCGC TCGGTGCTTC
    
```

**registrazione e
presentazione
automatiche
dell'evoluzione di una
reazione chimica**

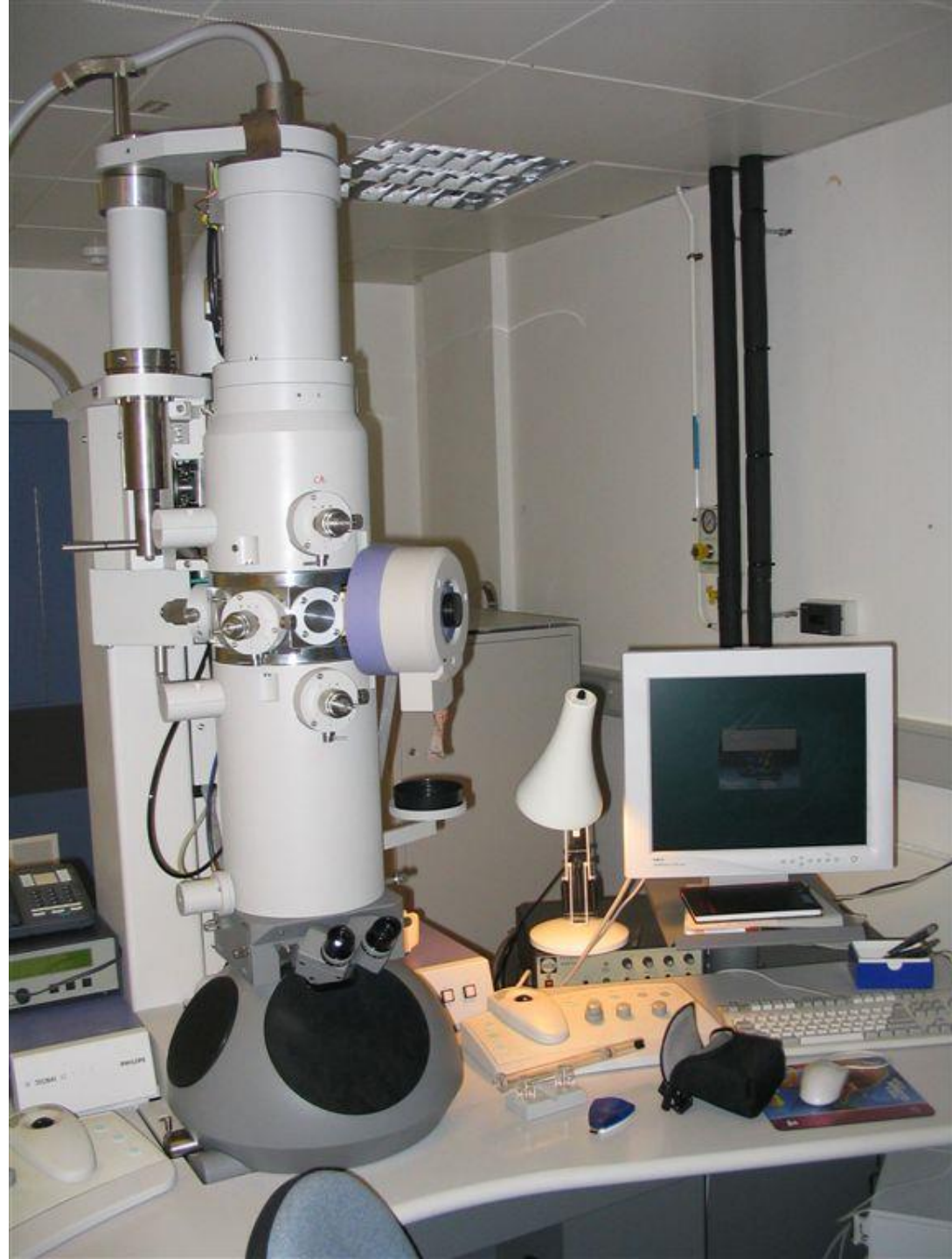


Le rappresentazioni dei biologi non sono finestre trasparenti su una realtà indipendente, poiché in molti campi della biologia le rappresentazioni visive sono l'unico modo in cui i fenomeni possono diventare materialmente osservabili. I ricercatori non possono osservare direttamente le cellule vive, i ribosomi, i filamenti di DNA o le rotte migratorie degli uccelli senza ricorrere a complesse procedure per visualizzare tecnicamente questi fenomeni come configurazioni rappresentabili graficamente, tracciabili su grafici, mappabili o misurabili. Anche le osservazioni a bassa tecnologia compiute dai primi ornitologi erano mediate da metodi di disegno e incisione. In molti casi non esiste alcun modo per confrontare una rappresentazione di un fenomeno biologico con la cosa "reale", poiché la cosa diventa coerentemente visibile solo in funzione del lavoro di rappresentazione.



Coloured scanning electron micrograph (SEM) of an active macrophage white blood cell

**nei microscopi
elettronici i
“campioni” sono
esposti a un fascio
di elettroni e
l’“immagine” viene
ricostruita dai
segnali digitali dei
rivelatori che
misurano la
distribuzione degli
elettroni diffusi**



Nella microscopia elettronica, è necessaria una serie di "elaborazioni" per preparare i campioni anatomici:

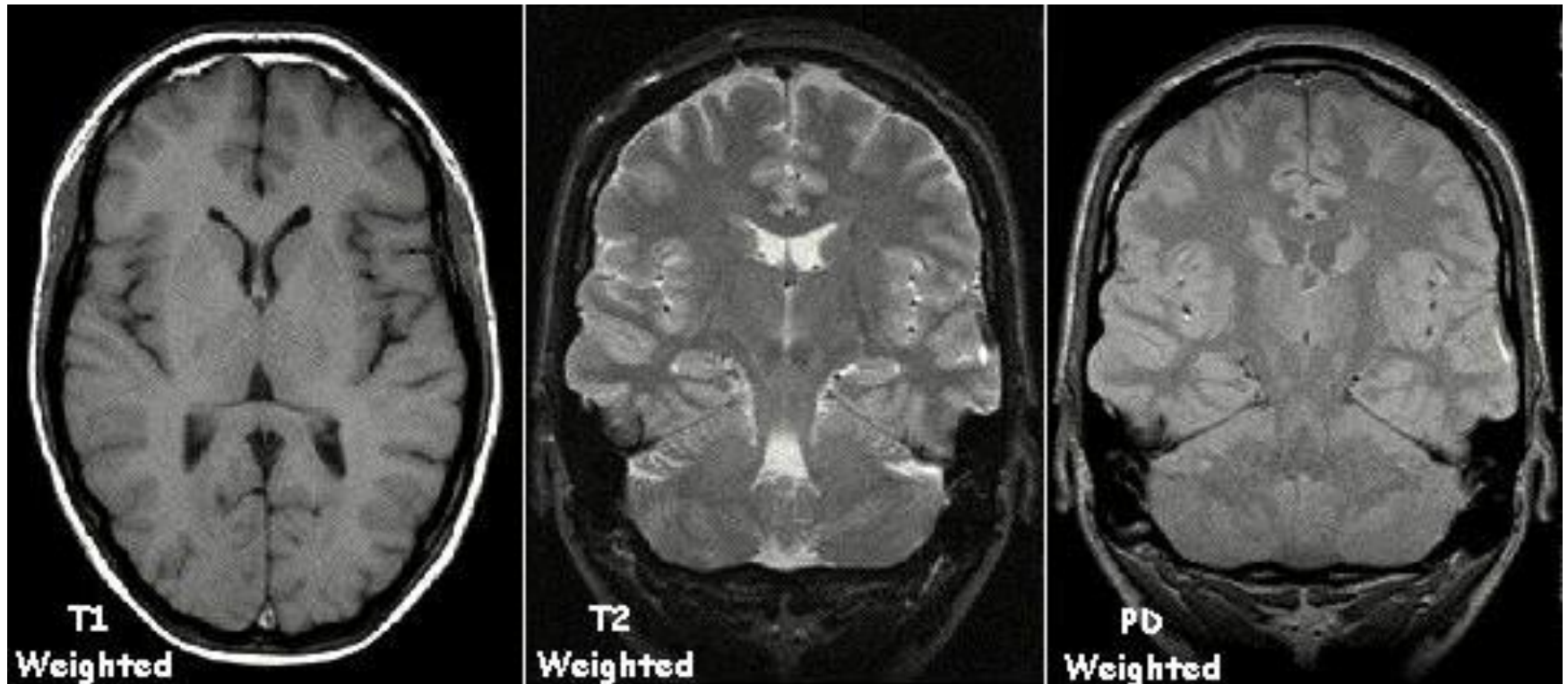
- gli animali da laboratorio vengono allevati in modo uniforme e sistematicamente modificati nel corso degli esperimenti**
- i loro tessuti vengono estratti, fissati chimicamente, colorati, contracolorati, criofissati, disidratati, plastinati e sezionati in sezioni sottili, fresati a fascio ionico o rivestiti in modo conduttivo, aper prepararli all'"osservazione"**
- i costituenti nel campo micrografico elettronico vengono posizionati, delineati, codificati e contati.**

Tutte queste pratiche trasformano il campione in un archivio di dati frammentato e astratto.



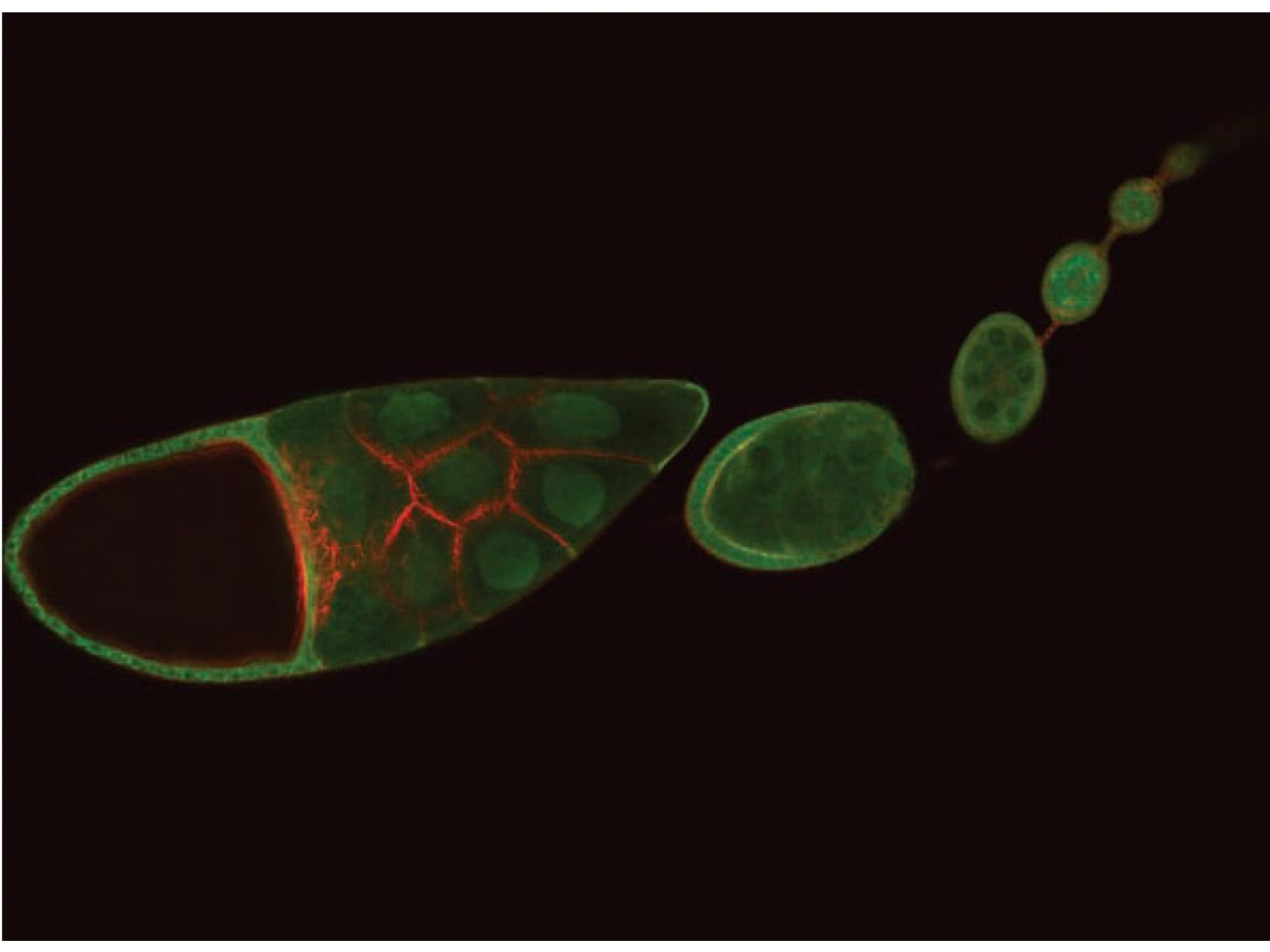
Queste decisioni specifiche non dipendono solo da standard tecnici e professionali, ma anche da convenzioni culturali ed estetiche o da preferenze individuali.

Una risonanza magnetica non è quindi un prodotto “neutro”, ma il risultato di una serie di negoziazioni sociotecniche specifiche e culturalmente modellate, che implicano, come qualsiasi fabbricazione tecnologica, processi di formalizzazione e trasformazione.



L'imaging continuo di cellule viventi è diventato uno strumento costitutivo e routine nella ricerca biomedica e nelle scienze della vita.

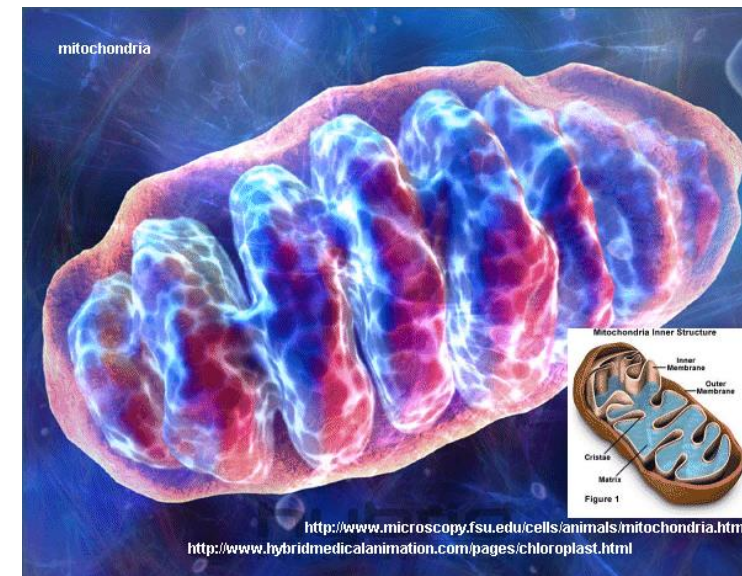
Le immagini in movimento derivano dalla visione del campione attraverso microscopi altamente specializzati che registrano il movimento delle molecole nel tempo attraverso le cellule o i corpi. L'immagine della cellula prodotta con questa tecnologia è un corpo cellulare reso visibile dalle molecole che lo compongono, molecole illuminate come stringhe di luci di Natale, che fanno scorrere le loro etichette fluorescenti mentre svolgono le loro attività ordinarie.



Le immagini non sono rappresentazioni isolate nella comunicazione scientifica.

Molti diagrammi assumono la forma di modelli “concettuali”, ad esempio di un flusso di ioni attraverso una membrana, di un ciclo di trasformazioni biochimiche o di una sequenza molecolare.

A volte, tali immagini includono caratteristiche simboliche, iconiche e persino fantastiche; ad esempio, vettori, figure antropomorfe dei cartoni animati, formule chimiche ed etichette. Queste combinazioni ibride di elementi schematici, pittorici e verbali costituiscono una sorta di “allucinazioni concettuali funzionanti”.



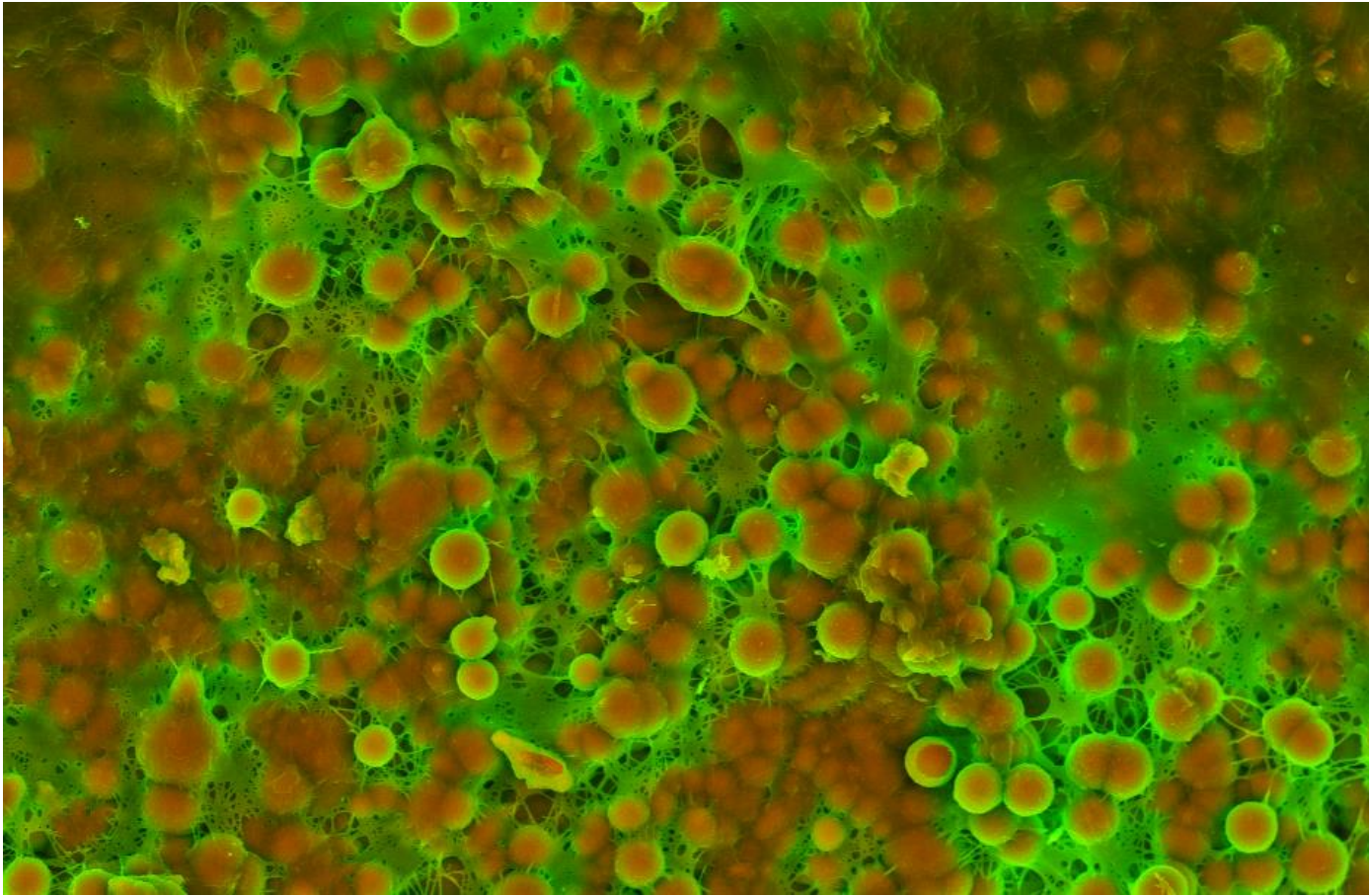
La funzione concettuale e documentaria dell'immagine può essere apprezzata solo se la si colloca all'interno di una rete di riferimenti incrociati.

Questa rete comprende vari altri elementi testuali – didascalie, titoli, narrazioni e altre tabelle, grafici, fotografie e immagini – e le pratiche all'interno delle quali questi elementi testuali hanno un ruolo.

Le proprietà polisemiche delle immagini si colgono facilmente quando si sfoglia un testo illustrato e si esaminano le immagini coprendo le didascalie.

La preparazione di particolari visualizzazioni di dati deve rispondere a considerazioni relative:

- che tipo di oggetto si sta studiando?**
- qual è lo stato dell'arte?**
- quali sono i limiti della strumentazione?**
- cosa si intende per misura sufficientemente precisa in queste circostanze?**
- quali sono le conseguenze di un errore e quali sono le alternative disponibili per studiare l'oggetto in questione?**



Alcune immagini possono includere indizi convenzionali per il riconoscimento di argomenti e temi, ma in molti casi il significato di un'immagine e la sua funzione di rappresentazione rimangono sfuggenti finché non si legge la didascalia, non si tiene conto dei titoli dei capitoli e delle sezioni e non si trova il passaggio testuale che fa riferimento all'immagine.

Methods

Coat preparation, data collection and initial image processing

Coats were assembled²⁸, micrographs recorded, visually inspected on an optical diffractometer and only those showing clearly visible Thon rings²⁹ were digitized, particles picked, and initial reconstructions calculated as described in Supplementary Information. The first stages of image processing were performed using IMAGIC³⁰, resulting in a symmetry averaged three-dimensional reconstruction³¹.

Image refinement

Contrast transfer function (CTF) parameters were determined using CTFTILT³². Only micrographs for which CTF parameters could be determined accurately (fitting correlation coefficient >0.20) were selected. CTF parameters were calculated individually for each particle using values from CTFTILT (average defoci in two perpendicular directions, astigmatism angle at the micrograph centre, position of tilt axis and tilt angle) and x and y coordinates of the particle centre.

The three-dimensional model calculated from class averages was used as an initial reference for refinement by FREALIGN version 6.07 (ref. 33), which determines angular and shift parameters of the particles, corrects for CTF and computes a three-dimensional reconstruction. FREALIGN was run on a 30-node Linux cluster managed by LSF software (Platform Computing Corporation). Search and refinement of particle orientations were limited initially to a resolution range of 800–40 Å. A brute-force search (FREALIGN mode 3), with an angular step of 10°, was used to determine Euler angles and x,y shifts of individual particles relative to the initial model. This search was followed by 10 cycles of iterative refinement. At this stage all particles were included in the three-dimensional reconstruction.

In subsequent refinement, we used only particles showing high cross-correlation with the reference (FREALIGN PRES < 62°, from 800 Å to 40 Å). Particle images were first re-cut from the original micrographs averaged over 3 × 3 pixels (pixel size, 4.2 Å; Nyquist limit, 8.4 Å). After 30 iterations, refinement in the 800–8.4 Å resolution range converged, as judged by stable PRES values. Particle images were then again re-cut from the original micrographs averaged over 2 × 2 pixels (pixel size, 2.8 Å; Nyquist limit, 5.6 Å). The final 10 refinement cycles were run on a 64-bit AMD Opteron workstation and included data in the 800–5.6 Å resolution range. Density in the centre of the three-dimensional reference model used for refinement was masked out using a soft-edged mask with a 40-pixel radius for 3 × 3 binned images and a 60-pixel radius for 2 × 2 binned images. At the end of the refinement process, a tight mask was applied to the three-dimensional reference model to flatten density corresponding to the surrounding solvent (FREALIGN XSTD parameter set to 2.0).

set to 2.0).

The nominal resolution of the final reconstruction was estimated from the spatial frequency at which the FSC fell to 0.143 (ref. 18). Reconstructed maps were low-pass filtered to exclude data beyond this resolution. A negative B-factor of 1,000 Å² was applied (in reciprocal space, as $\exp(-0.25Bs^2)$; s is resolution in Å⁻¹) to the final reconstruction, to restore high-resolution contrast. The difference between light-chain-bound and light-chain-free coat densities was computed using a resolution bin-dependent scaling procedure implemented in EMAN³⁴. Chimera³⁵ and O³⁶ were used to produce surface-rendered views of density.

Local symmetry density averaging

Local symmetry EM density averaging used O³⁶ and MAVÉ³⁷ (Uppsala Software Factory). The atomic model of the proximal region¹⁷ was placed into each of the local symmetry-related positions. A transformation from the reference position to each symmetry-related position was found with LSQ_EXPLICIT in O, using least-square minimization of distances between pairs of residues 1279, 1327 and 1516 in reference and rotated models. A 7.5-Å-radius mask was created around the atomic models. MAVÉ, which optimizes the real-space cross-correlation between the masked reference and symmetry-related density (command IMPROVE), was used to refine the operators, which were then used for local symmetry density averaging and for projecting the average onto a mask in the reference position (command AVERAGE). The averaged density was expanded onto masks in the rotated positions (command EXPAND). Density overlap from the expansion was removed using MAMA³⁸. The FSC after n.c.s. averaging (Supplementary Fig. S1e) was computed by dividing the particles into two groups and calculating for each group an independent image reconstruction, which was then averaged (in segments) using the n.c.s. operators.

Modelling atomic structures of clathrin fragments

Three-dimensional atomic structures of CHCR0-5 and CHCR7 were modelled (using MODELLER^{39,40}) as described in the caption to Supplementary Fig. S3.

Fitting atomic models into cryoEM maps

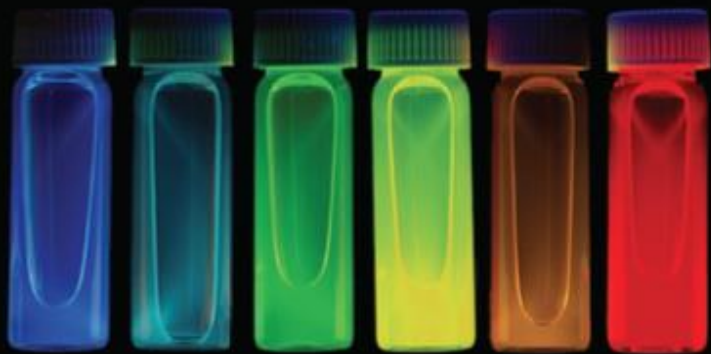
Clathrin atomic models were inserted into the local symmetry averaged clathrin coat EM density map using O³⁷. The fit was optimized using rigid body refinement in MAVÉ (command IMPROVE). The reference electron density used for the optimization was calculated from the atomic model and filtered to the nominal resolution of the corresponding EM map using CCP4 programs SFALL and FFT⁴¹. Correlation coefficients of the fitting as output by MAVÉ ranged from 0.6 to 0.8. Positions of some of the terminal helices (helices a , b and i , j) in the models for CHCR0–5 and CHCR7 were shifted to provide a better fit to density. Helical structures of the tripod and the light-chain fragment were modelled using Insight II (Accelrys).

problemi posti dall'intelligenza artificiale

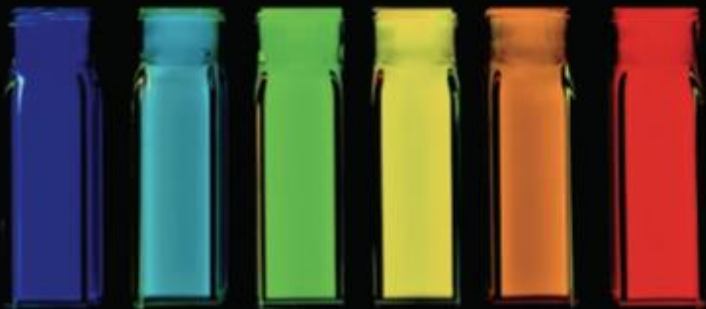
differenza con immagini fotografiche e sue elaborazioni :

- ogni pixel fotografico corrisponde a fotoni generati dal “mondo reale”,**
- elaborazioni della fotografia portano a rendere più evidenti gli aspetti significativi, che comunque restano “reali”**
- immagini di AI sono create con un complesso processo statistico-computazionale, che genera un'immagine che sembra di un'entità reale ma che non è mai esistita**

Photographer's original: Air bubbles add interest.



Scientist's choice: Colour matters most.



AI-generated version: Unrealistic depiction.



©nature

i ricercatori hanno rielaborato le foto originali concentrandosi sulla grandezza cruciale, il colore; l'AI genera una proposta non realistica

La comprensione completa di un fenomeno naturale lo spoglia delle sue qualità miracolose?

È certamente un rischio. Ma deve almeno conservare tutta la sua poesia, perché la poesia sovverte la ragione e non è mai una ripetizione noiosa. Inoltre alcune lacune nella nostra conoscenza lasciano sempre spazio a una gioiosa confusione di mistero, dell'ignoto e di miracolo.

Jean Painlevé, 1931



pascolini@pd.infn.it
<http://perlascienza.eu>

X @apascolini