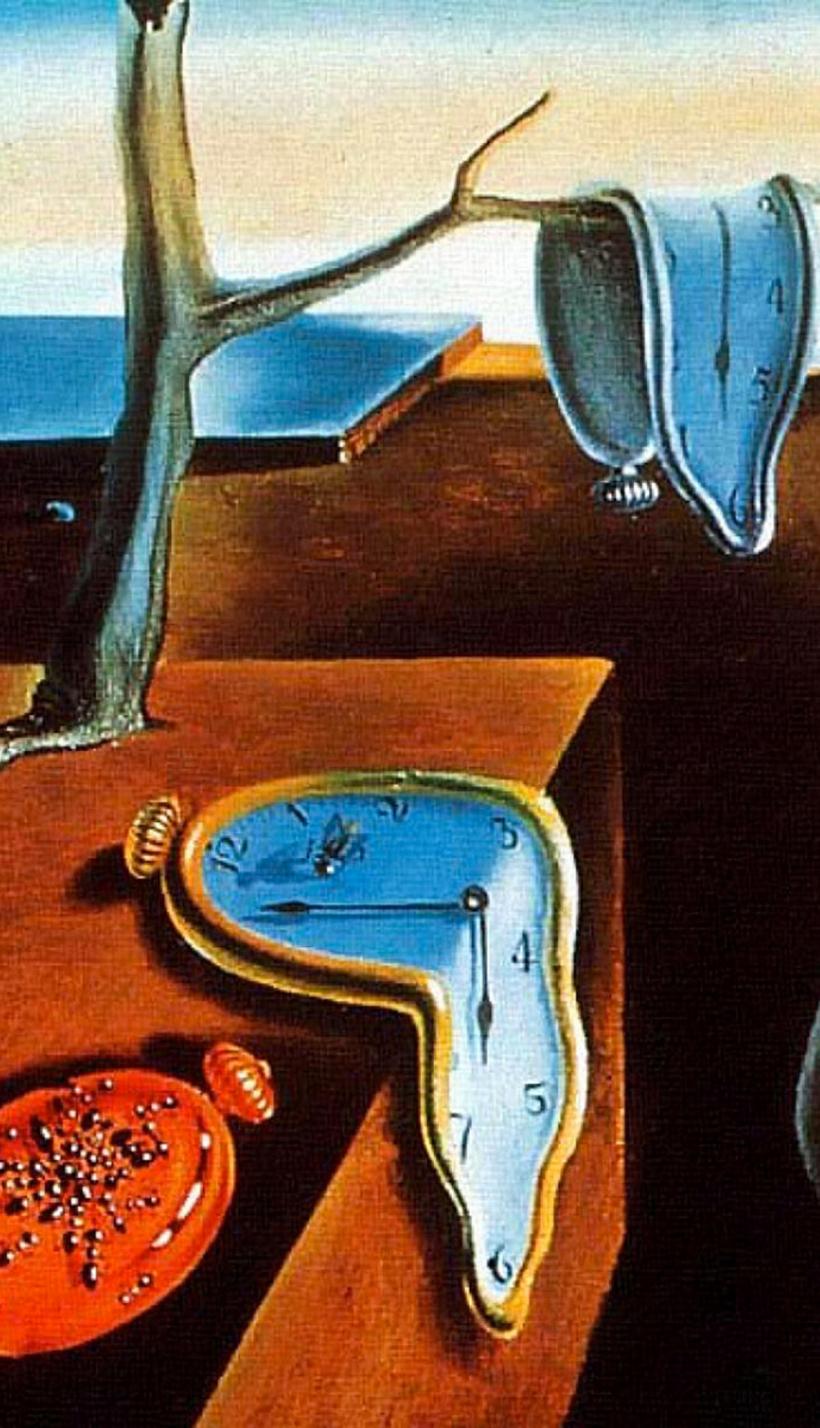


ARTE e SCIENZA
SCIENZA e ARTE



Arte e Scienza

Cosa è l'Arte ?

Cosa è la Scienza ?

$$l = \frac{2\pi^2 B}{v} s_0^2 v^2 = \frac{p_0^2 v}{2B} = \frac{p_0^2}{2\rho v}$$

$$V_e = \sqrt{\frac{2C}{\dots}}$$

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad k = \sqrt{l/m}$$

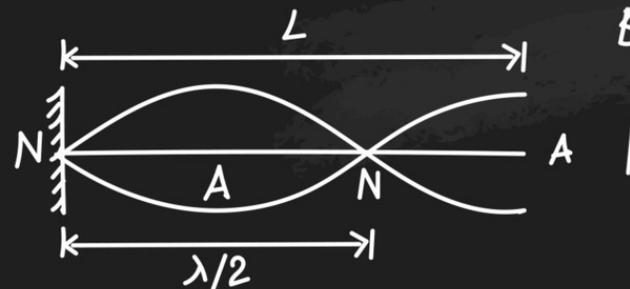
$$m g'_{\theta} = mg - m\omega^2 R \cos^2 \theta \quad B$$

$$V = L \times W \times h$$

$$\frac{1}{\lambda} = RZ^2 \left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right] \quad f(x) = \frac{a}{x}$$

$$E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qx}{(a^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$V = \pi r^2 \times h \quad N = N_0 / z^{\dots}$$





Arte e Scienza

ARTE

Un prodotto o un insieme di prodotti culturali a cui viene riconosciuto un valore estetico, creati attraverso linee, forme, colori, suoni o parole. Classificati a seconda dei casi come pittura, scultura, architettura, poesia, musica e così via.

SCIENZA

Insieme delle discipline fondate essenzialmente sull'osservazione, l'esperienza, il calcolo che hanno per oggetto la natura e gli esseri viventi e che si avvalgono di linguaggi formalizzati

Handwritten mathematical notes and diagrams:

- $\Psi(x) = \frac{1}{\sqrt{k}} (A - e^{ix} + A - e^{-ix}) \quad x < 0 \quad G_n = P_n - \frac{1}{2} P_{n+1}$
- $k = \sqrt{2mE/\hbar^2}$
- $H = \frac{p^2}{2m} + V(x) \quad S_B = \frac{k_0 4\pi G}{hc} M^2 \quad 0 =$
- $P_n - \frac{1}{2} P_{n+1} + A_{n+1} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ny} \quad H|\Psi(H)\rangle = i\hbar \frac{d}{dt} |\Psi(H)\rangle$
- $Re[\Psi(x)] \quad P = -i\hbar \nabla \quad p = \hbar k/A \quad (3)$
- $r = \frac{\theta}{2\pi} + \frac{4\pi}{g^2} \quad r_0^3 = 3 \quad \int \frac{dy}{y} = \ln y = \ln 3B = \ln 3 + \ln B$
- $g \textcircled{1} (B)^2 - y_0 \quad \frac{r(t_1) - r(t_0)}{t_1 - t_0} \quad | \cos^2 = ? = R = 3D \quad 4x - 3(1) = -x^2$
- Diagram of a cone with radius r and height h .
- $\sqrt{\frac{1}{2}(B)} \quad \frac{\pi - \theta}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha} \quad \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}$
- $S = vt + \frac{1}{2} at^2 \quad \pi - \gamma \quad \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}$
- Diagram of a right-angled triangle with height h and base v . A shaded area is shown under the hypotenuse.
- $I = \int e^{-ax/k} dx = \sqrt{\frac{2\pi}{a}} \quad xA$
- $(-C)x^2 - b^2$
- Diagram of a parabolic path on a coordinate system with origin o and points a and b .
- $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \vec{v} = \vec{v}(t) \quad \vec{v} = \vec{v}(t) \quad y(3^2) N^2$
- $\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \vec{v} = \vec{v}(t) \quad \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \vec{v} = \vec{v}(t) \quad P_n - \frac{1}{2} P_{n+1}$

Arte e Scienza

“L'arte è scienza, non si improvvisa e non si accontenta di qualunque superficiali approssimazioni, anzi richiede un duro e sistematico lavoro”

Leonardo da Vinci

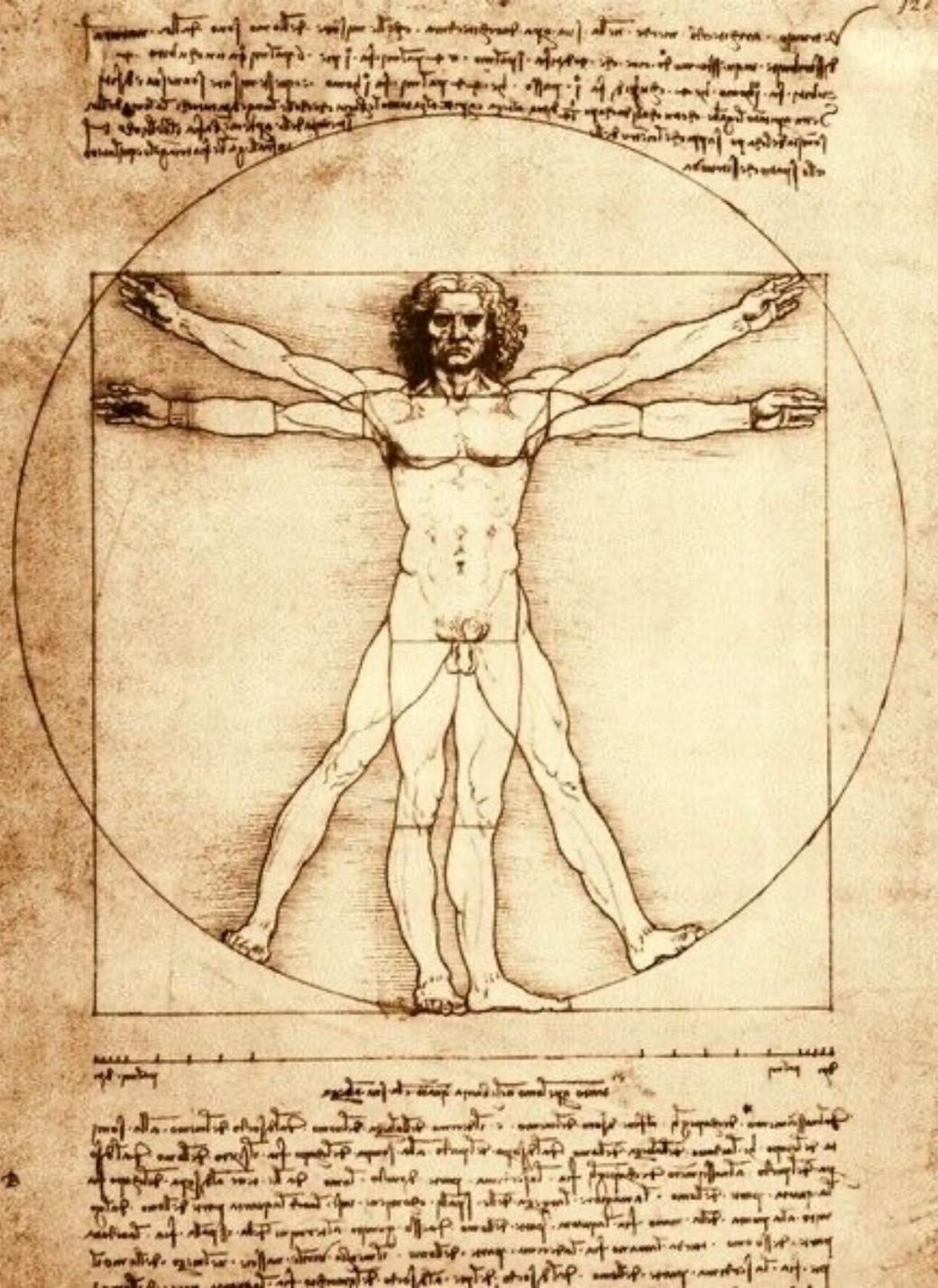
ARTE e SCIENZA si intrecciano e si influenzano reciprocamente

L'ARTE riflette la cultura e la filosofia del tempo

I luoghi in cui ciò accade sono innumerevoli

- Arte e Scienza come prodotti dell'evoluzione umana
- L'Arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione
 - La Scienza al servizio dell'Arte
 - La Scienza nell'Arte
 - L'Arte nella Scienza

Arte e Scienza, le basi comuni della creatività



Arte: le origini

Cosa sono i graffiti dipinti ad Altamira (Spagna) (17000 - 18000 a.C) se non una delle prime manifestazioni delle capacità dell'*Homo sapiens* di cogliere e raffigurare la bellezza ?

L'arte, intesa come capacità di cogliere e raffigurare la bellezza è una conquista "recente".

L'arte è il risultato di un lungo processo evolutivo che affonda le sue radici in un tempo e uno spazio indeterminate dell'evoluzione biologica.

Le Veneri di Willendorf e di Hohle_Fels risalgono a 23000 e 35000 anni fa.



Arte: le origini

Nel 1903 nella grotto di EL Castillo, in Spagna, è stata trovata una “galleria di mani” realizzata con tecnica a stencil (41000 anni fa)

Analoghe scoperte in Indonesia e nel Borneo datate almeno 40000 anni fa cambiano lo scenario della storia dell’arte.

Anche i Neanderthal hanno sviluppato una cultura materiale simbolica

Come e dove è nata l’arte rupestre ?

Quando l’uomo ha acquisito capacità di pensiero astratto ?

Comprendere la sua origine e la sua funzione nell’evoluzione biologica è importante anche per il rapporto tra l’arte e la scienza dell’uomo.





Scienza: le origini

Nei tempi preistorici, la conoscenza della natura era strettamente imparentata con la religione

Molte civiltà antiche raccolsero informazioni astronomiche e svilupparono calendari

L'ambito di indagine tipico della scienza viene affrontato per la prima volta dai filosofi naturalisti greci (Anassimene, Anassimandro, Talete, Eraclito ...) VI - V sec. a.C.

Democrito è stato il primo atomista della storia

Pitagora crea un primo ponte tra arte e scienza, tra la matematica e la musica

Definisce i suoni consonanti → ordine matematico

Policleto e la simmetria

Le proporzioni del corpo umano – il Canone

Arte e ricerca della bellezza diventano inscindibili dalla geometria e la matematica

L'Arte e la Scienza: nei secoli

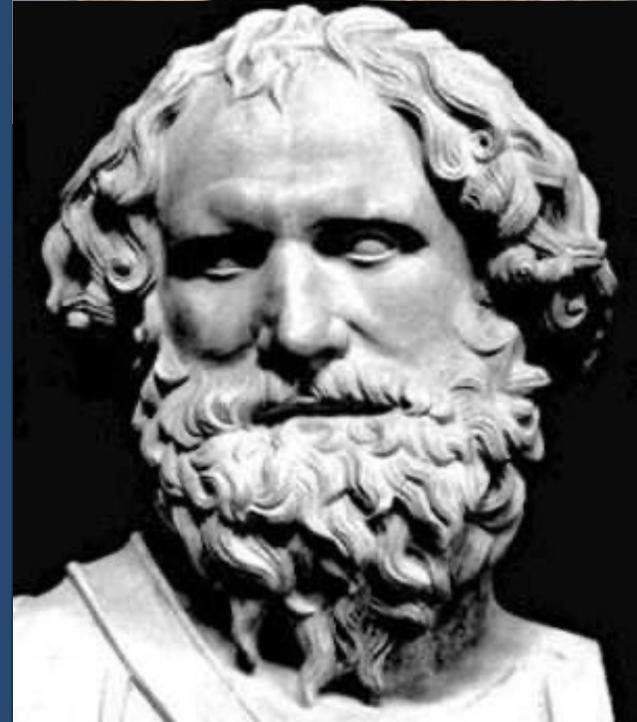
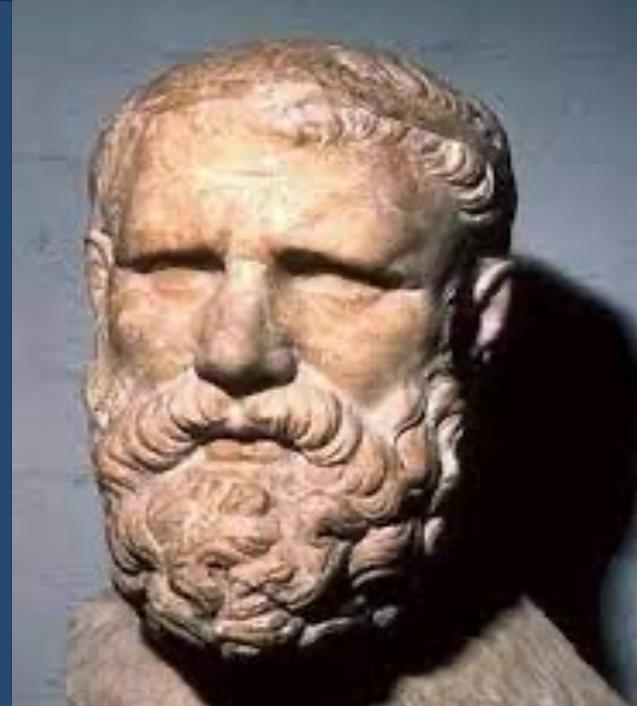
Nel Periodo ellenistico (III sec. a.c.) vengono poste le basi della conoscenza scientifica

- Aristarco di Samo
- Archimede
- Eratostene
- Ipparco
- Euclide

Questi concetti sostanzialmente dominano lo scenario artistico/scientifico nel mondo romano e rimangono in vigore in tutto il Medioevo

Le arti liberali costituivano durante il Medioevo i due gradi dell'insegnamento, l'uno letterario, l'altro scientifico:

- la grammatica, la retorica e la dialettica (il Trivio)
- l'aritmetica, la geometria, la musica, l'astronomia (il Quadrivio)





L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte

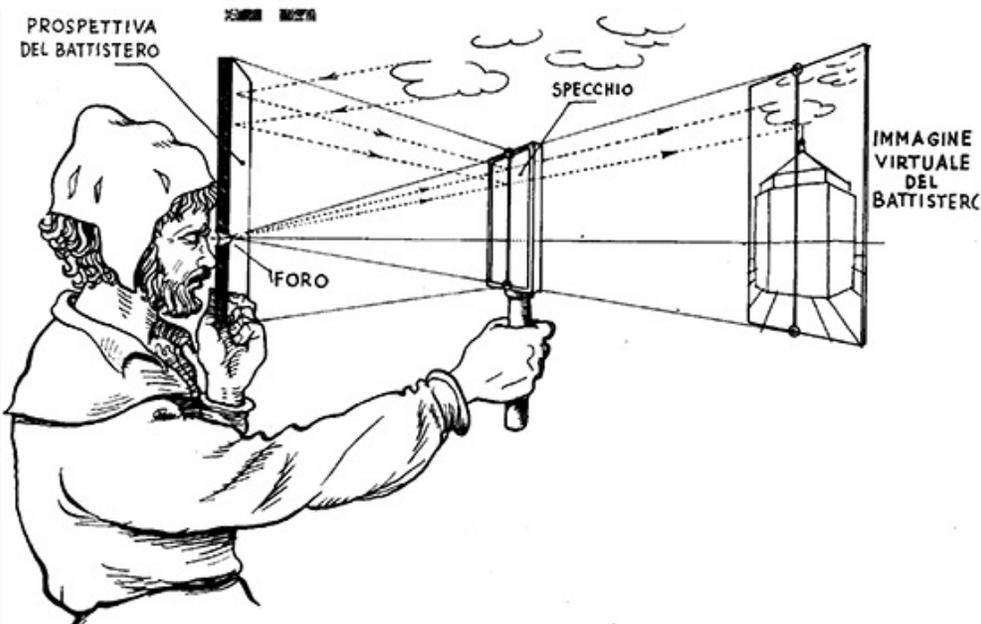
Nel Rinascimento arte e scienza si fondono, gli artisti iniziano ad adoperare le tecniche e le scoperte matematico-geometriche

Riscoperta dei testi antichi

Inizio del '400: Filippo Brunelleschi e la nascita della prospettiva.

La tavole prospettiche del Battistero e di Piazza della Signoria

Tutta la sua opera artistica, architettonica, teorica può essere letta come una ricerca delle relazioni geometriche, delle leggi fisiche e meccaniche.





L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte

Leon Battista Alberti e il *De Pictura* (1435), punto di partenza della scienza Rinascimentale

La Teoria matematica della prospettiva diventa indispensabile per l'arte.

La prospettiva diventa scienza che si muove tra ottica e geometria

L'Alberti dimostra che la scienza stimola l'arte e l'arte a sua volta stimola la scienza evocando nuova conoscenza

Implicazioni della prospettiva

L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte

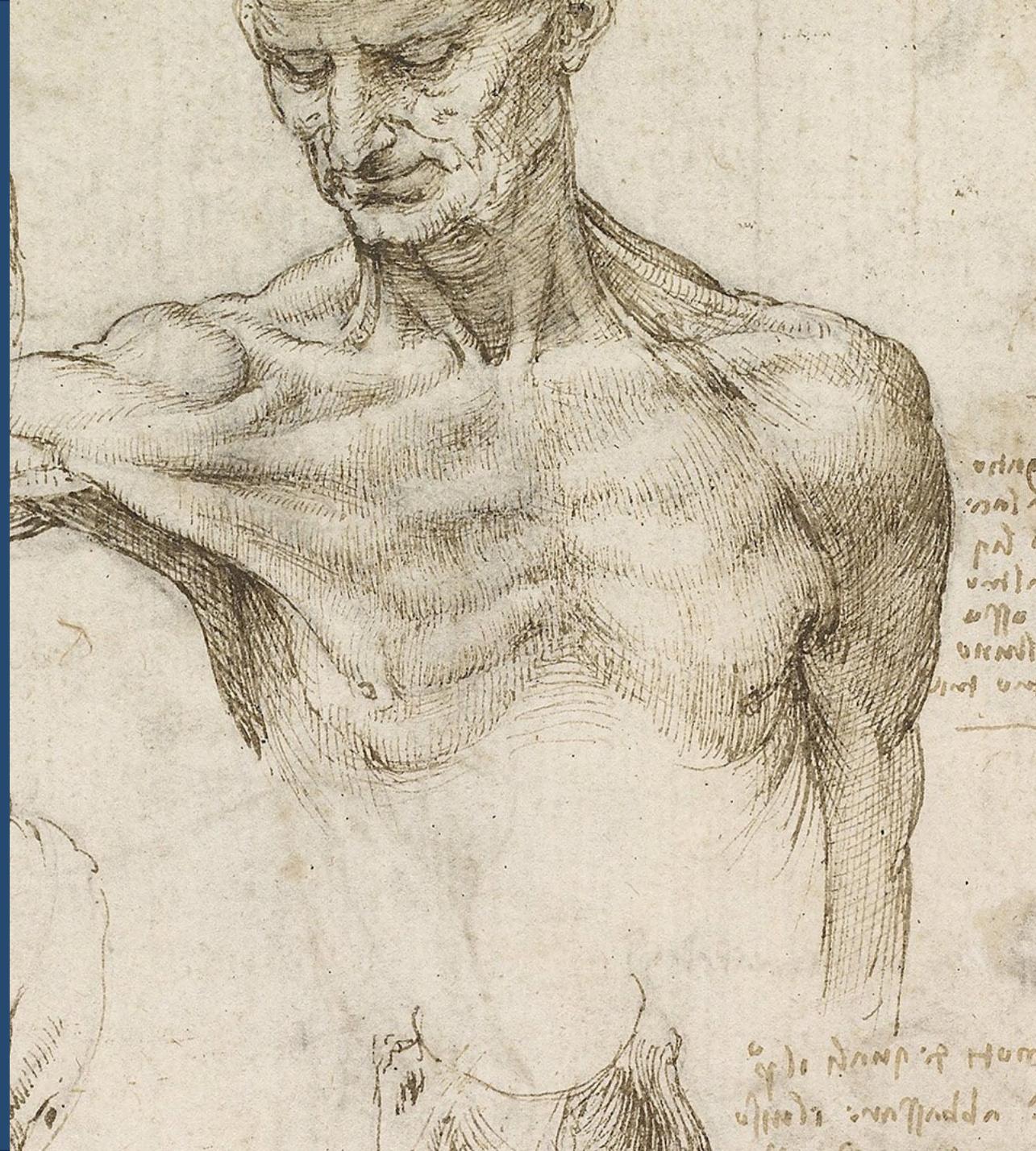
Nel Cinquecento l'arte italiana raggiunge il suo apice con tre artisti.

Leonardo da Vinci è stato il primo a ipotizzare l'esistenza di due prospettive: quella lineare di Brunelleschi e quella aerea con la quale intendeva il meccanismo della messa a fuoco

Studio scientifico dell'anatomia umana e sua applicazione nella pittura

Rigore, armonia, dinamicità per arrivare ad una rappresentazione del reale con assoluta perfezione

In Leonardo arte e scienza sono una al servizio dell'altra



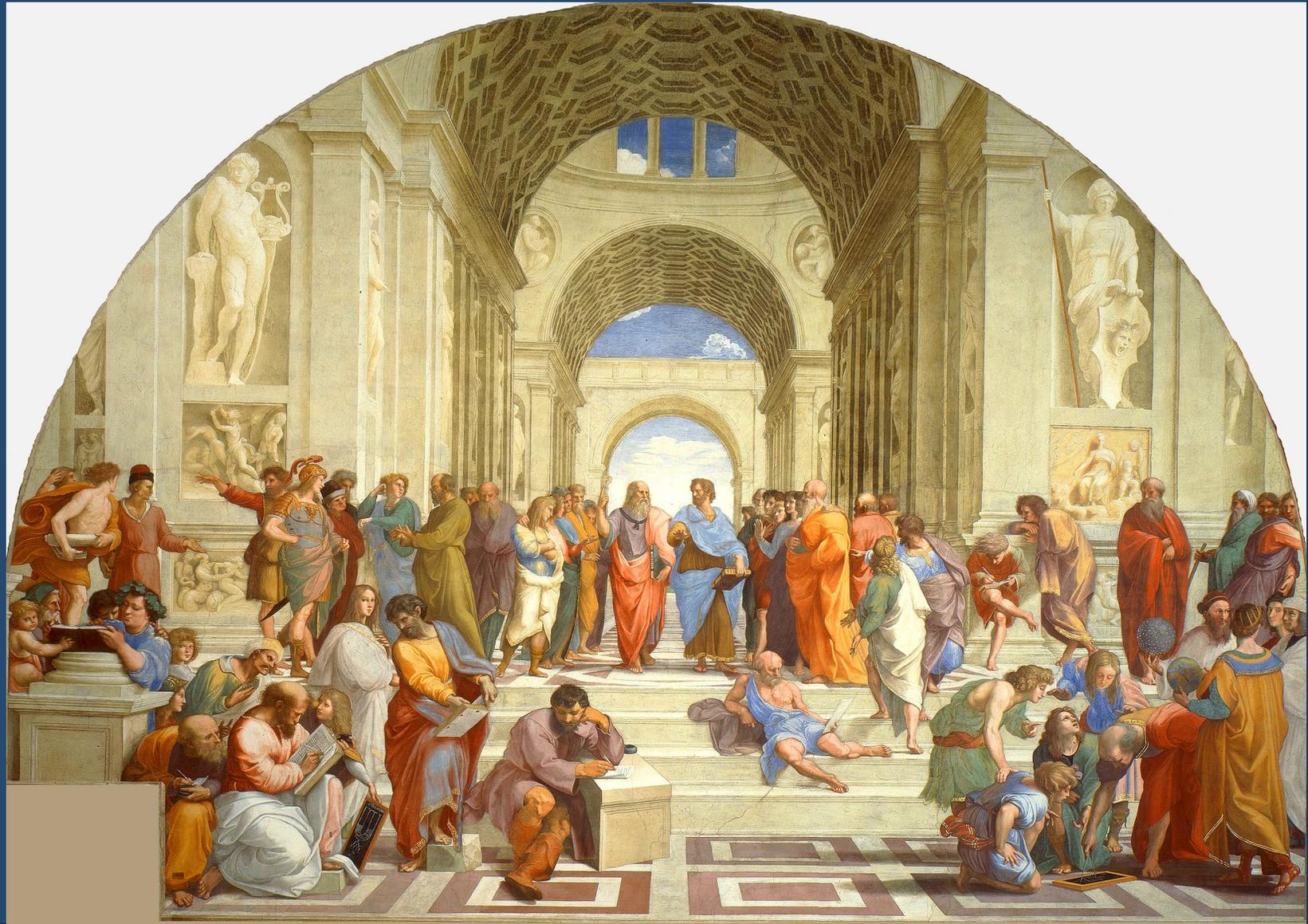
L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte

Raffaello arriva a Firenze a 21 anni, nel 1504, e studia Leonardo e Michelangelo.

Nel 1508 si trasferisce a Roma e realizza nel palazzo vaticano la Scuola di Atene.

L'opera celebra la ricerca razionale e rappresenta un'immagine iconica della ricerca filosofica e scientifica dell'antichità.



L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte

Nel Rinascimento anche la musica va incontro ad un profondo rinnovamento in stretta connessione con la fisica

Dissonanza tra teoria e pratica

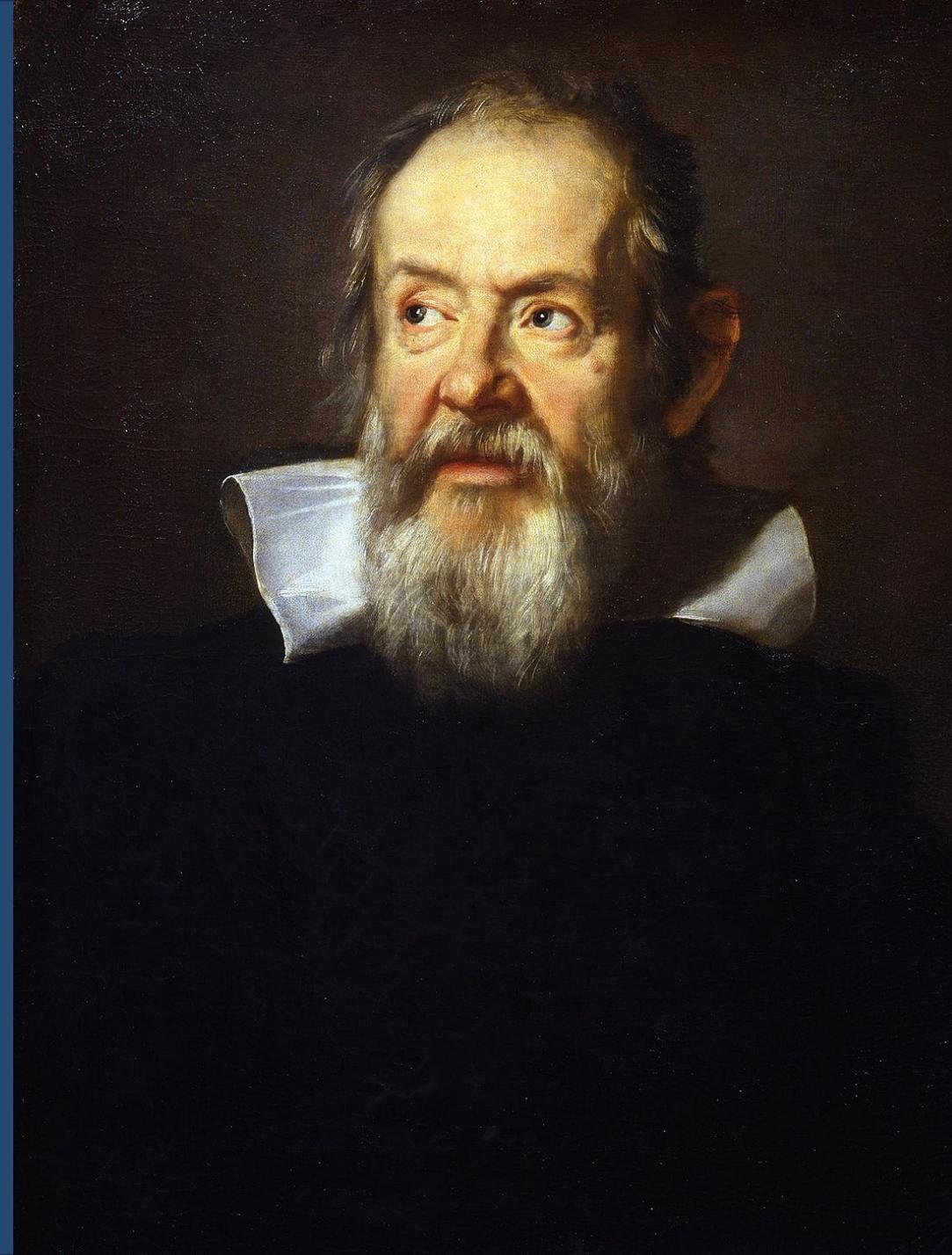
Vincenzo Galilei e la musica

Nel 1581 pubblica *Il Dialogo della Musica antica et della moderna* affronta due aspetti, il rapporto tra parole e musica e la teoria della consonanza.

Applica il metodo sperimentale in musica

Galileo Galilei e il Sidereus Nuncius (1610)

Osservazione, Interpretazione, Comunicazione



L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte

La prima rappresentazione del cielo
"galileiano" la si deve ad Adam
Elsheimer nella *Fuga in Egitto* (1610)

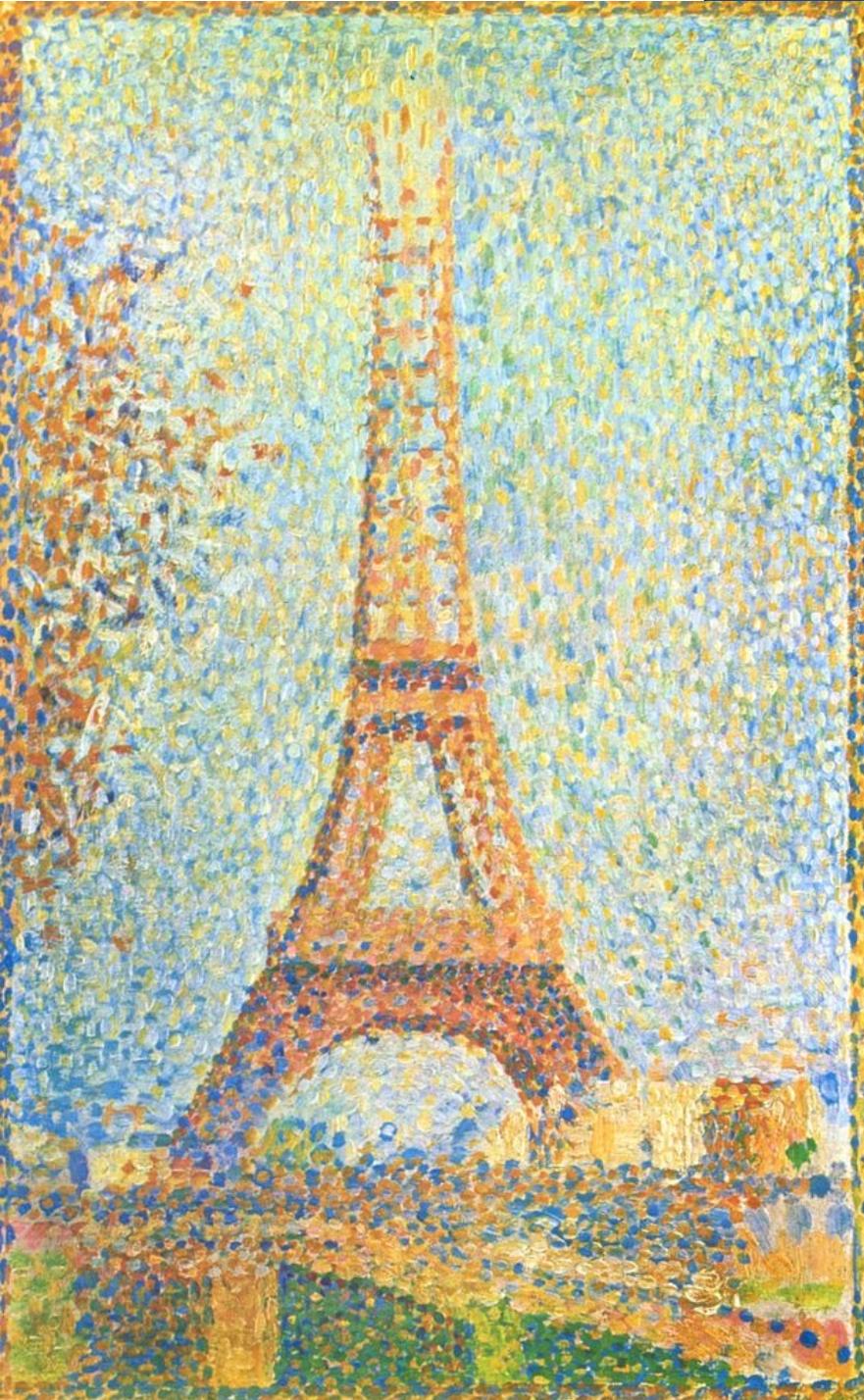


***L'arte e la Scienza come fonte di
reciproca di ispirazione
La scienza nell'arte***

Ludovico Cigoli

Immacolata Concezione nella Cappella Paolina in
Santa Maria Maggiore (1612)





L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte del XIX sec.

La teoria del colore e della sua percezione ha influenzato notevolmente gli Impressionisti e Post-Impressionisti del XIX e XX secolo.

Georges Seurat, pioniere del movimento puntinista, sperimentò a lungo il modo in cui il nostro apparato visivo percepisce il colore.

La tecnica pittorica che ne scaturisce si basa sulla mescolanza ottica, teorizzata da Michel-Eugene Chevreul.

L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte del XIX sec.

La pittura era composta da innumerevoli puntini monocromatici visibili solo avvicinandosi.



La scelta dei colori da utilizzare seguiva regole ben precise: venivano individuati i differenti contributi dovuti alla luce bianca, a quella solare incidente, e a quella riflessa dagli oggetti vicini.

Questa procedura portò il critico d'arte Félix Fénéon a coniare il termine "Neoimpressionismo" per enfatizzare il suo carattere scientifico rispetto a quello romantico del movimento originale.

L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

Nel 1905 Albert Einstein pubblica un articolo sull'*Elettrodinamica dei corpi in movimento* che rivoluziona il concetto di tempo e di simultaneità

Nel 1907 Picasso dipinge *Les Femmes d'Alger (O. J. Version O)* opera che per molti critici inizia la stagione del cubismo

Il dipinto rappresenta una sorta di **riassunto sincronico** di un percorso che l'artista ha fatto intorno al soggetto da ritrarre. Per la prima volta, viene mostrata anche la **"quarta dimensione"**, il fattore tempo

L'arte e la scienza colgono lo spirito del tempo in cui sono realizzate



L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La scienza nell'arte futurista (inizi del '900)

Intento principali dei Futuristi:
Rappresentazione della velocità e della dinamica

G.Balla, appassionato astrofilo, osserva il passaggio di Mercurio davanti al Sole con un telescopio ed effettua alcuni disegni e 2 tempere

La rappresentazione è tipicamente futurista, con Mercurio che si perde nelle dimensioni del Sole e dello spazio circostante.

Linee e cerchi che disegnano l'enormità dello spazio e sottolineano il movimento del Sole e dei pianeti.



Giacomo Balla - Mercurio passa davanti al sole (1914)

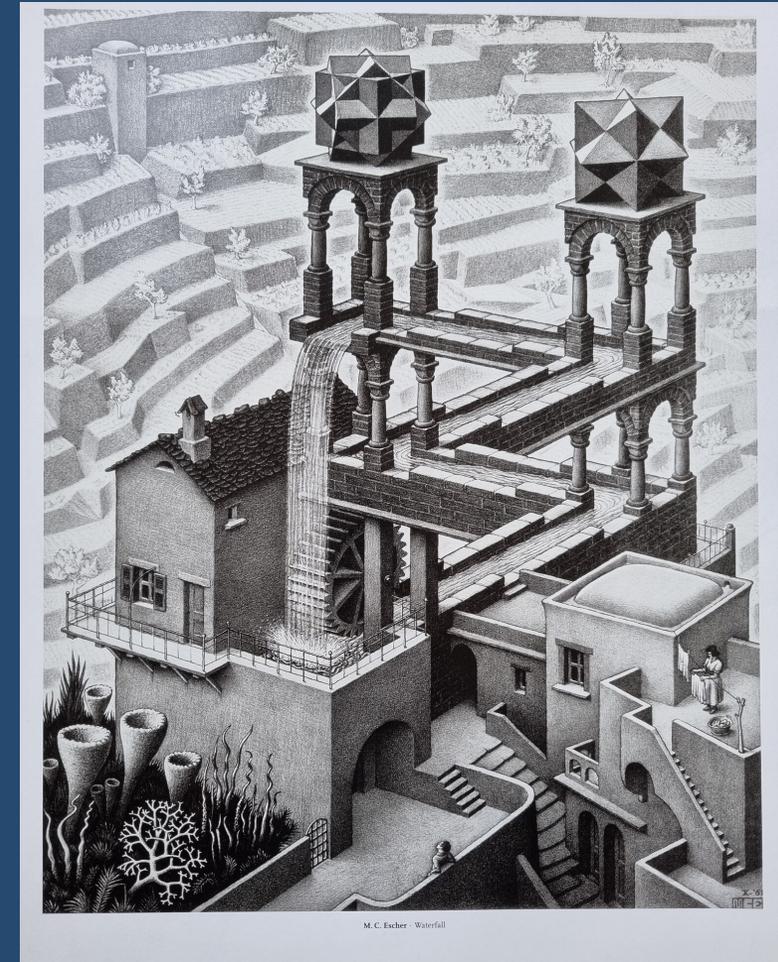
L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

Escher e la matematica nell'arte

M. C. Escher ha fondato la il suo lavoro sui principi della matematica, geometria e fisica.

Le sue distorsioni geometriche e i poliedri puntano al paradosso grazie ad illusioni ottiche.

L' ispirazione è legata ai cosiddetti oggetti impossibili del matematico Sir Roger Penrose

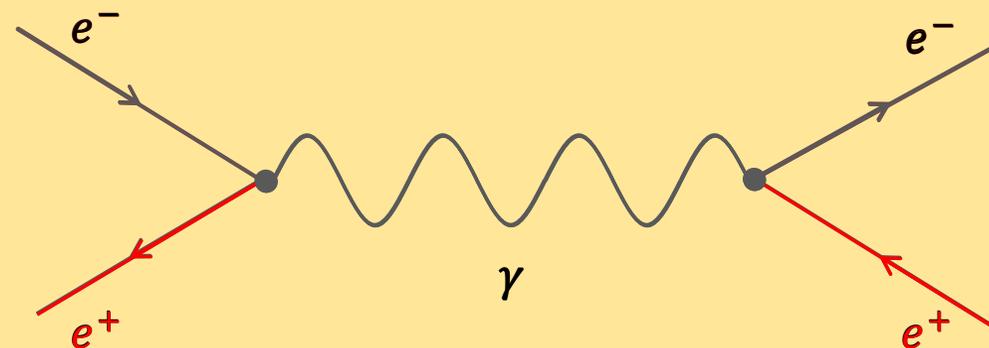


L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

La matematica nell'arte



Le particelle di anti-materia – **in questo caso i positroni, e^+** - si rappresentano invece come linee continue che viaggiano *indietro* nel tempo



Le particelle di materia – **in questo caso gli elettroni, e^-** - si rappresentano come linee continue che viaggiano *avanti* nel tempo

Maurits Cornelis Escher

La mutazione delle forme trova la sua massima espressione nel capolavoro intitolato *Giorno e Notte* (1938)

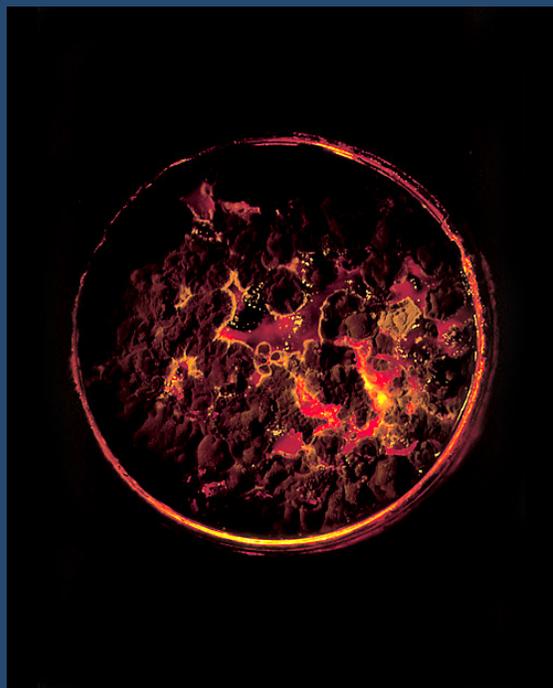
La natura nell'arte contemporanea

Susan Derges - *"Magia naturale"*

Il progetto nasce da una collaborazione tra il museo di storia della scienza di Oxford e l'artista

Ricerca tra i vari "armadi della rarità" presenti nel museo

Relazione tra gli oggetti e le pratiche scientifiche del Rinascimento



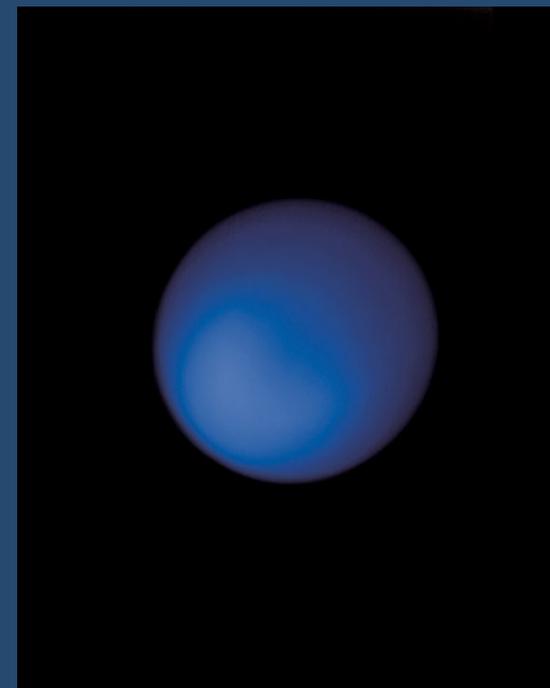
Terra



Acqua



Aria

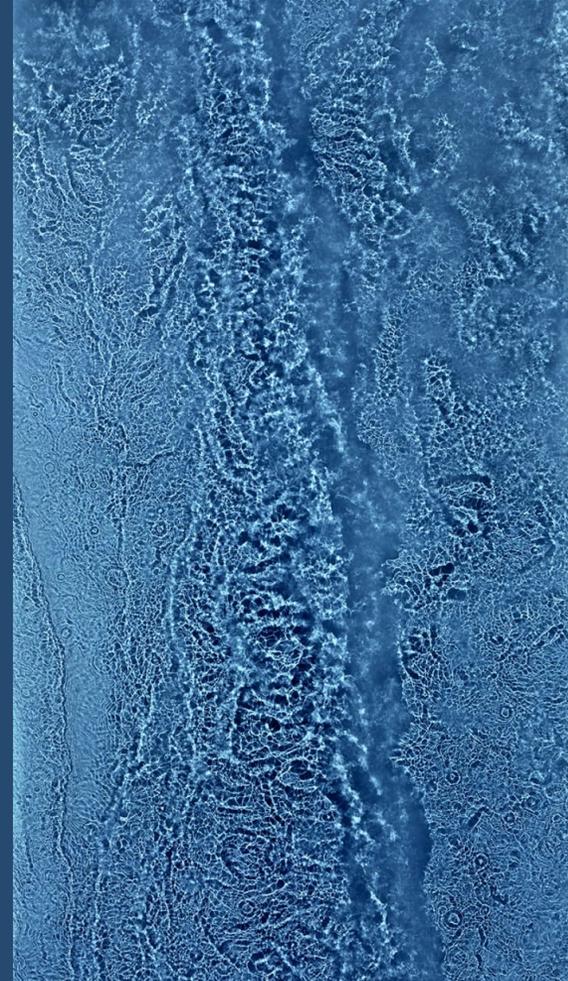
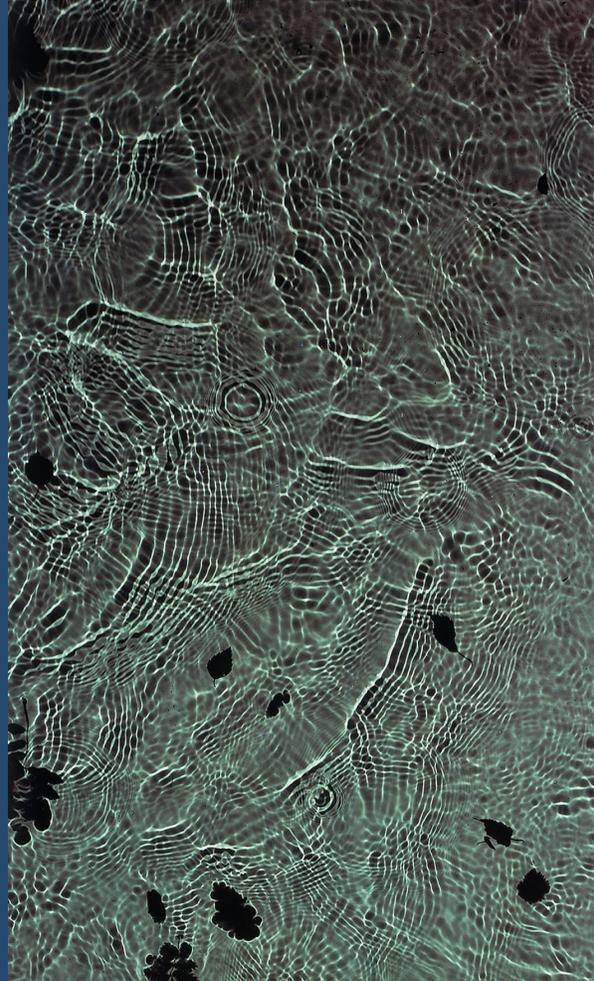


Fuoco

La natura nell'arte contemporanea

Susan Derges - "Litorale"

Le immagini catturano i pattern che si formano nel turbinio dell'acqua rivelando le forze in gioco nel mondo naturale.



La fisica nell'arte contemporanea

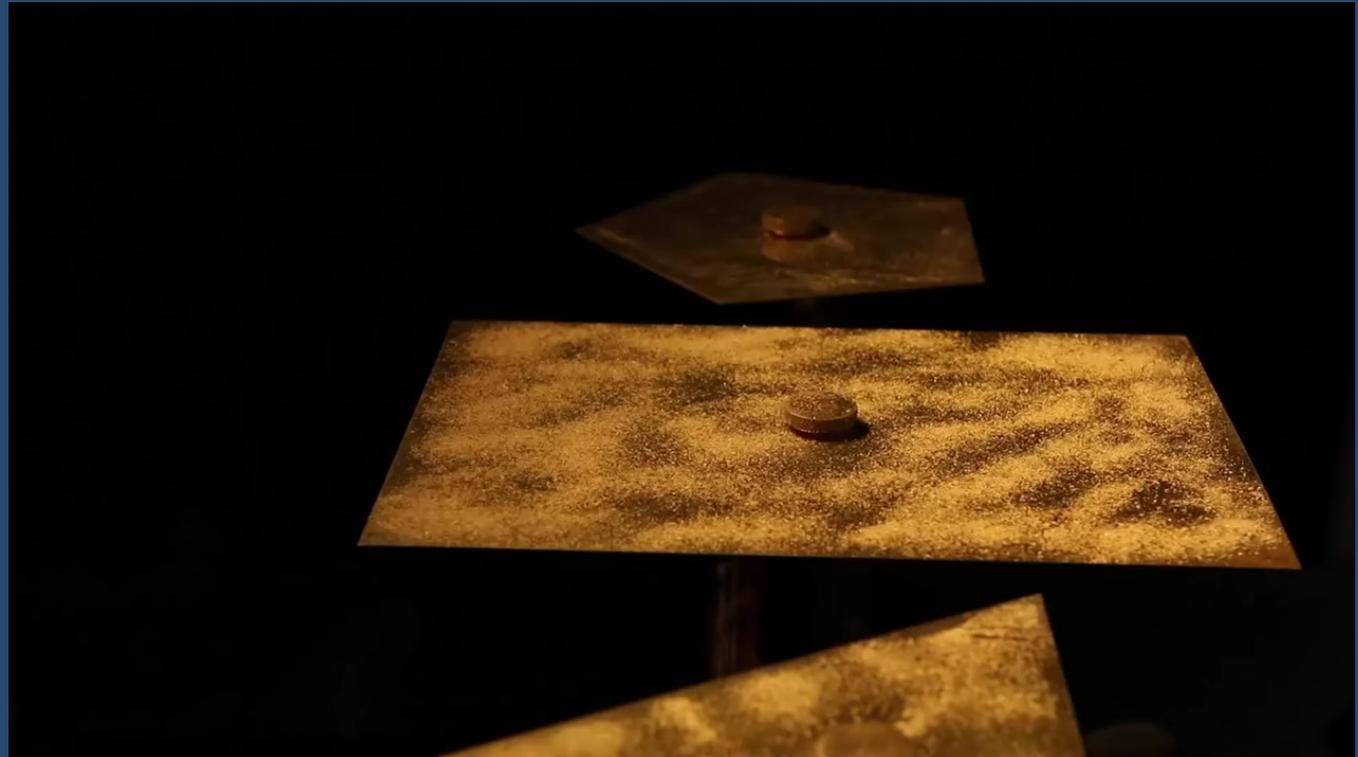
Le onde sonore sono oscillazioni compiute dalle molecole del mezzo in cui si propagano.

Chladni fu l'inventore di un metodo per dimostrare i vari modi di vibrare di una superficie meccanica di forma regolare o irregolare.

Chladni verificò che a uguali figure corrispondevano suoni uguali

Susan Derges – *Figure di Chladni*

Trasposizione in immagini di un'onda sonora



La fisica nell'arte contemporanea

Xavier Cortada

"Alla ricerca del bosone di Higgs (2013)"



Il lavoro celebra la scoperta nel 2012 del bosone di Higgs al CERN.

I 5 pannelli rappresentano i possibili modi di decadimento del bosone di Higgs

Gli sfondi di ogni pannello mostrano le pagine degli articoli scientifici pubblicati

Interconnessione tra
Complessità – ricerca – sfida
tecnologica

Il lavoro scientifico diventa
“arte”

La biologia nell'arte contemporanea

Susan Anker – *Remote Sensing*

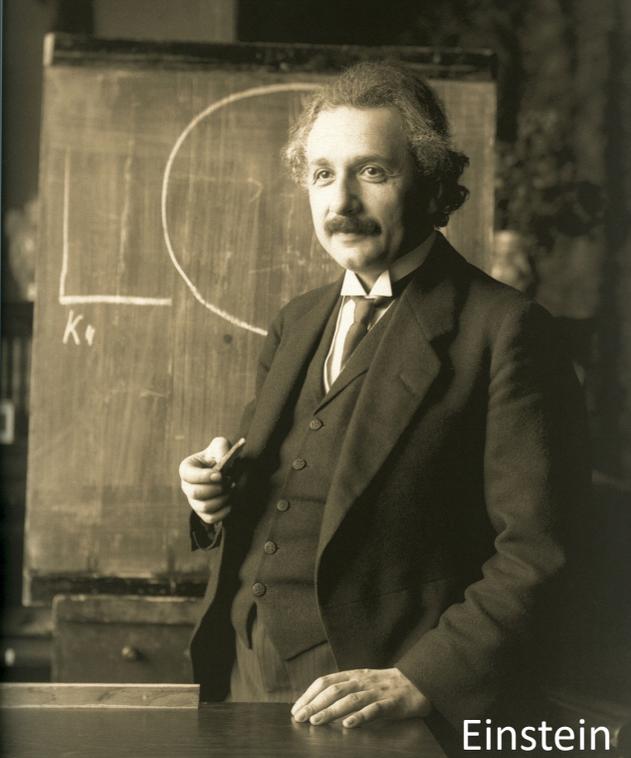
Artista visiva, che esplora l'intersezione tra arte e scienze biologiche.

Interessata ai problemi legati al cambiamento climatico, alla genetica, alle specie in estinzione pone l'accento della sua ricerca sulla bellezza della vita.

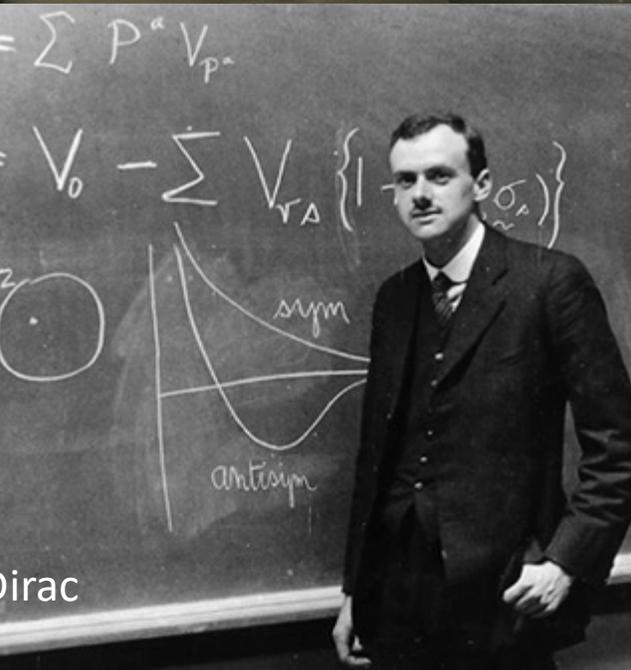
Ruolo di ciascuna specie nel creare un mondo complesso in cui viviamo



L'Arte e la Scienza: le basi comuni della creatività



Einstein



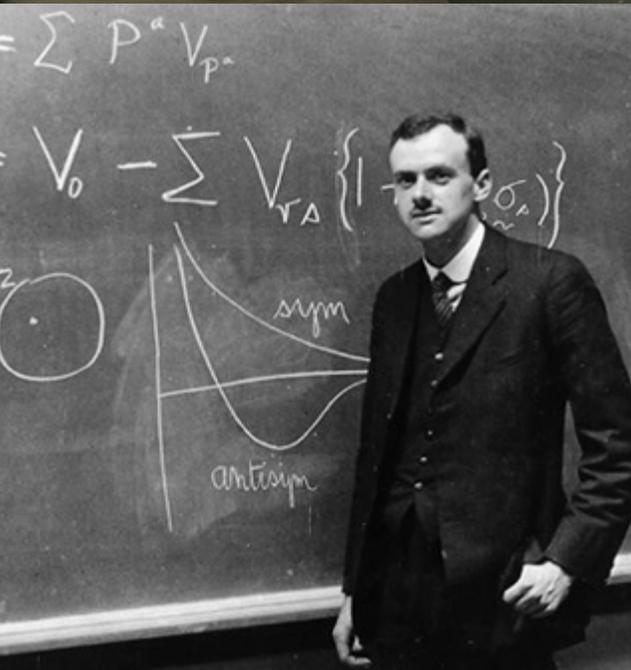
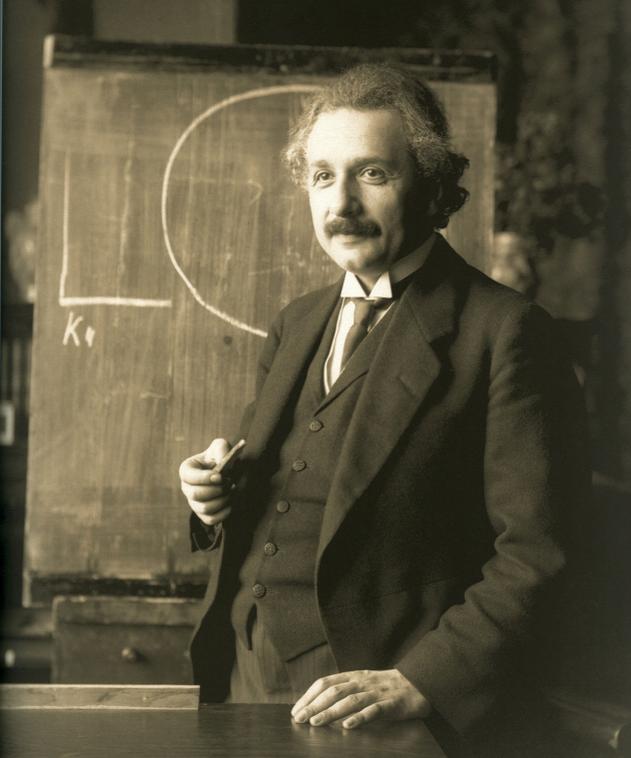
Dirac

Un grande matematico francese, Jacques Hadamard, all'inizio del Novecento, individuò **due modelli** attraverso cui si esercita la creatività degli scienziati: **uno di carattere intuitivo**, l'altro di **carattere analitico**.

- Quello **intuitivo** è sostanzialmente analogo al modello creativo degli artisti. Si nutre di analogie, di metafore, di immagini, di esperimenti mentali.
- Quello **analitico** è all'opposto, fondato sulla rigida applicazione di una logica formale, spesso della logica matematica, che sembrerebbe lasciare poco spazio all'intuizione.

Prima formalizzazione teorica dell'antimateria, ad opera di
(non è l'equazione dell'amore)
P.A.M. Dirac

$$(i\partial_t - m)\psi = 0$$



L'Arte e la Scienza: le basi comuni della creatività

Tuttavia anche nella più rigorosa adesione al modello analitico di creatività scientifica è presente, all'origine, **l'intuizione**.

Nei meccanismi mentali di artisti e scienziati possiamo trovare la necessità e l'acquisita capacità di elaborare pensiero astratto e rappresentazioni sofisticate del mondo.

Ogni scienziato vuole capire qualcosa, trovare risposte alle sue domande. Allo stesso modo l'artista cerca le sue risposte attraverso le sue opere.

L'arte e la scienza hanno lo stesso obiettivo: riempire un vuoto.

L'Arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

L'arte nella scienza

“I grandi scienziati sono sempre anche artisti”

A. Einstein

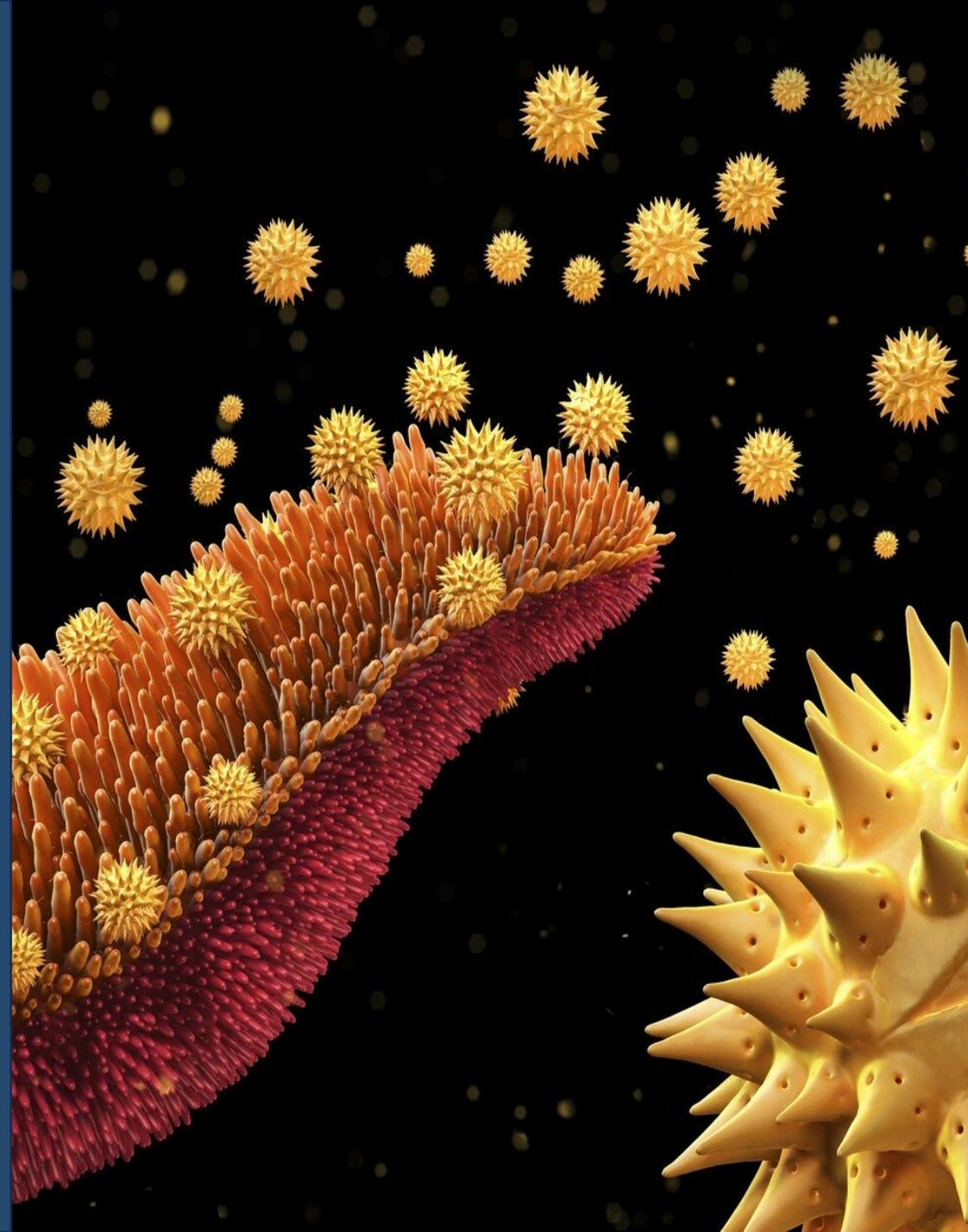
In molti settori scientifici, le immagini sono uno strumento essenziale per la ricerca, la visualizzazione, l'analisi e la presentazione dei risultati.

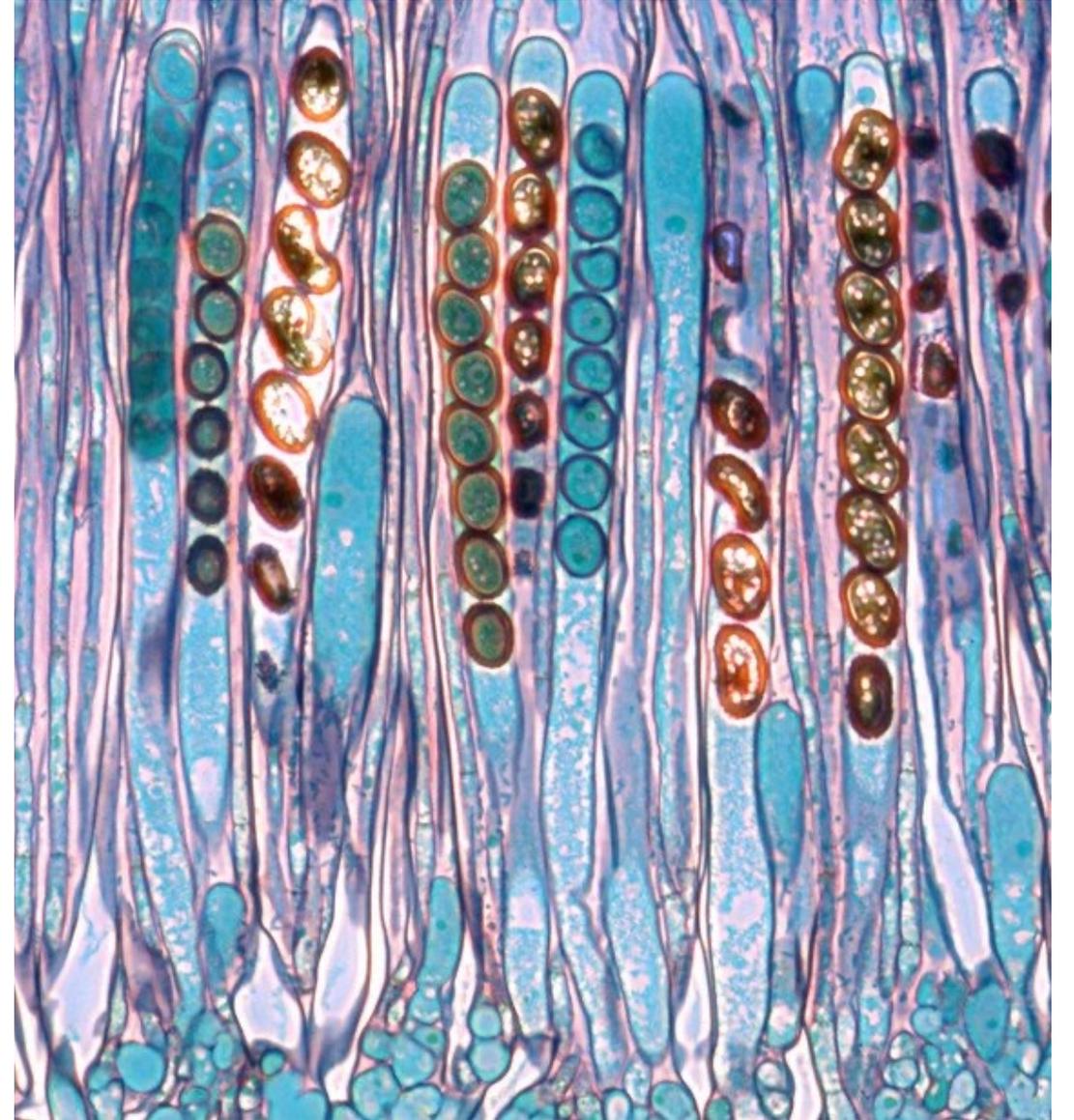
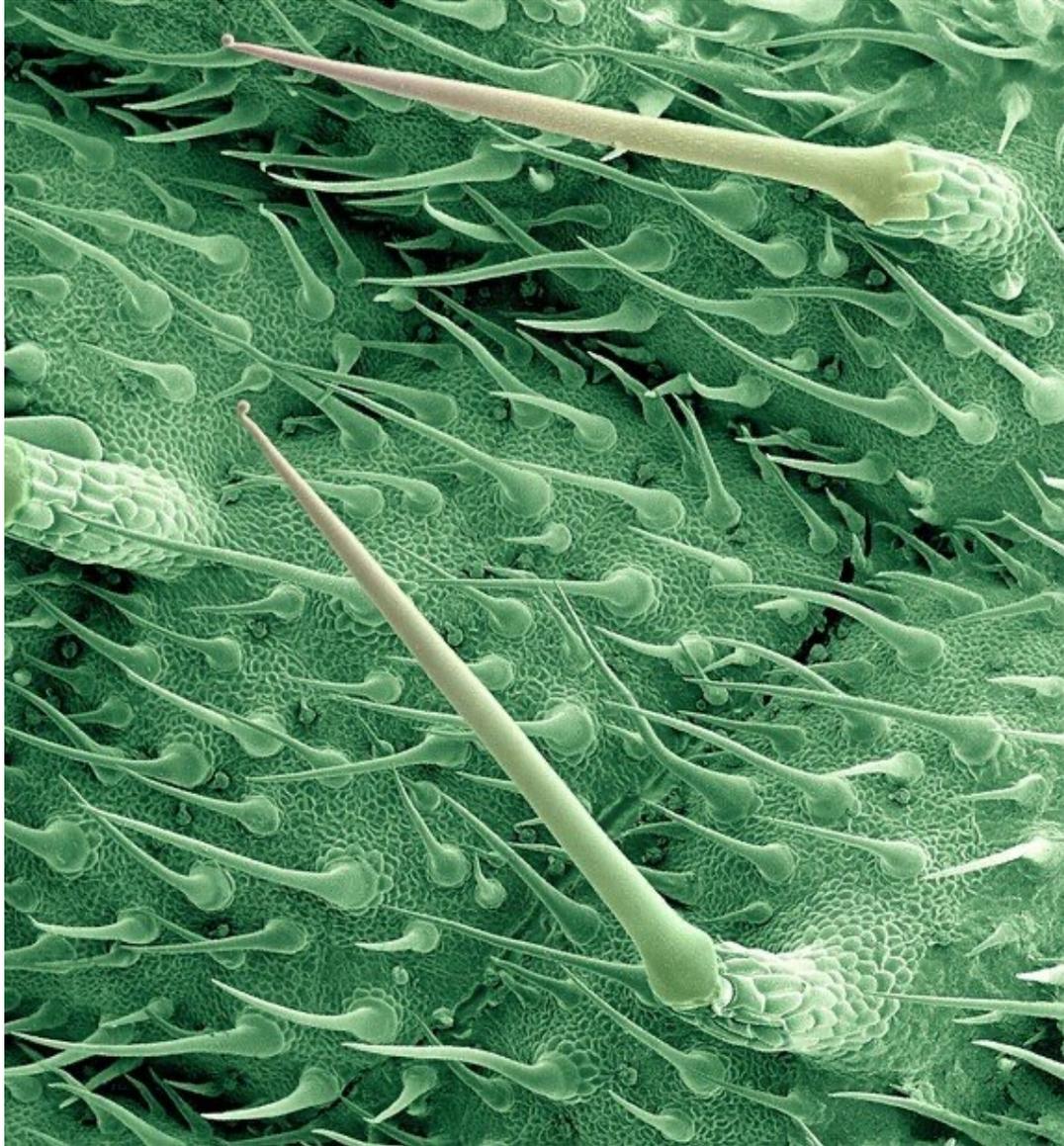
Le immagini aiutano a veicolare la comunicazione

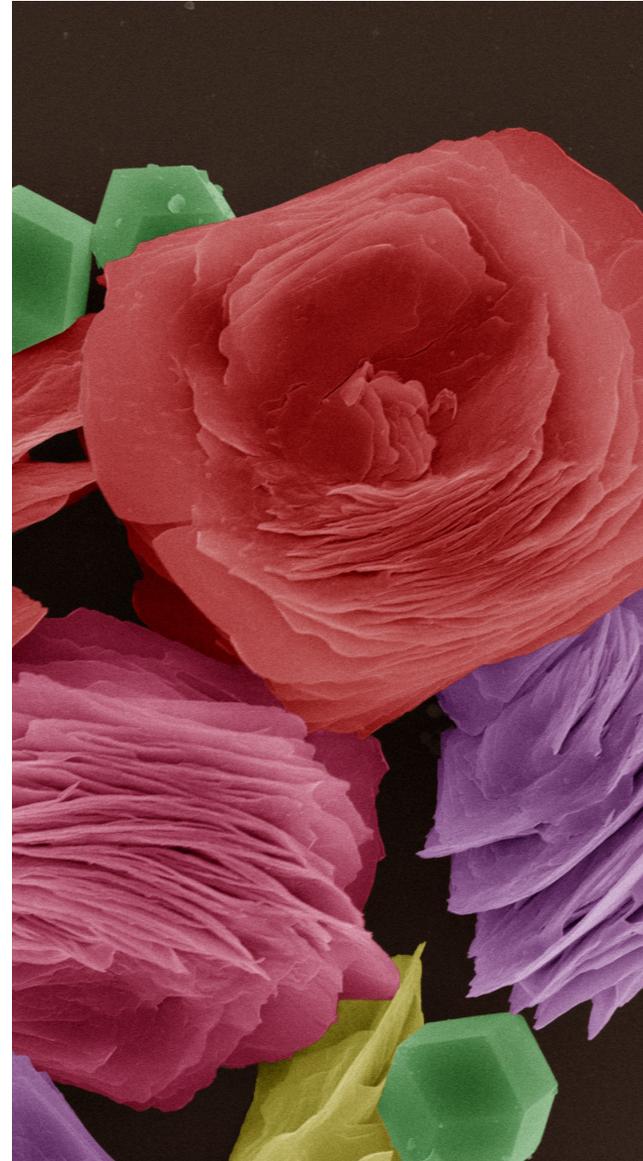
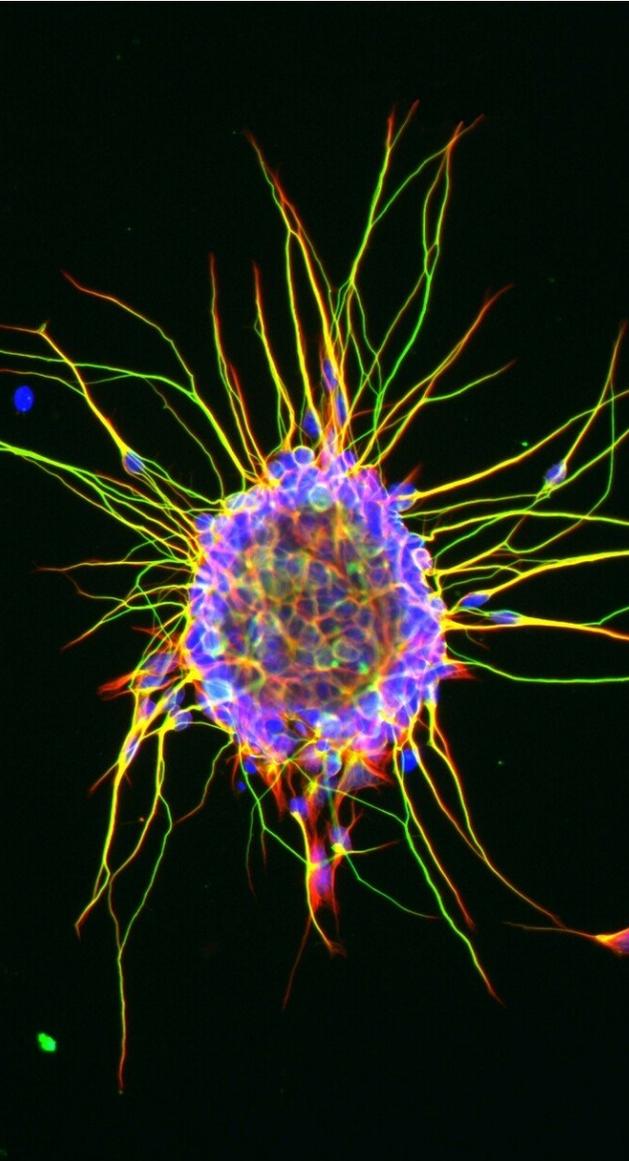
Gli autori delle immagini non sono passivi ma ci mettono del loro, poiché queste sono spesso proposte in falsi colori

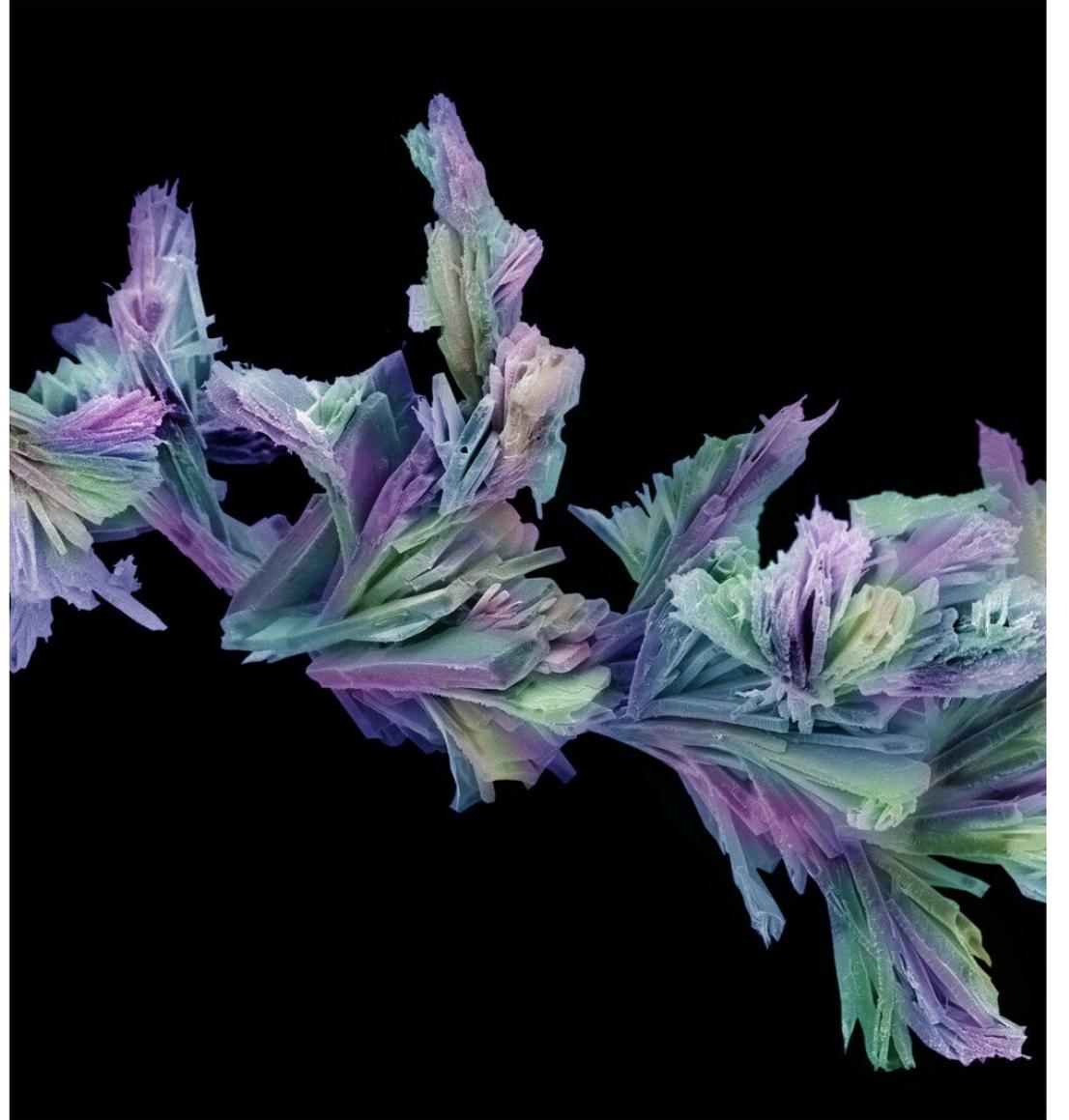
Esistono pure competizioni artistiche:

- Material Research Society intitolata Science as art (Scienza come arte)
- Wellcome Trust Biomedical Image Awards







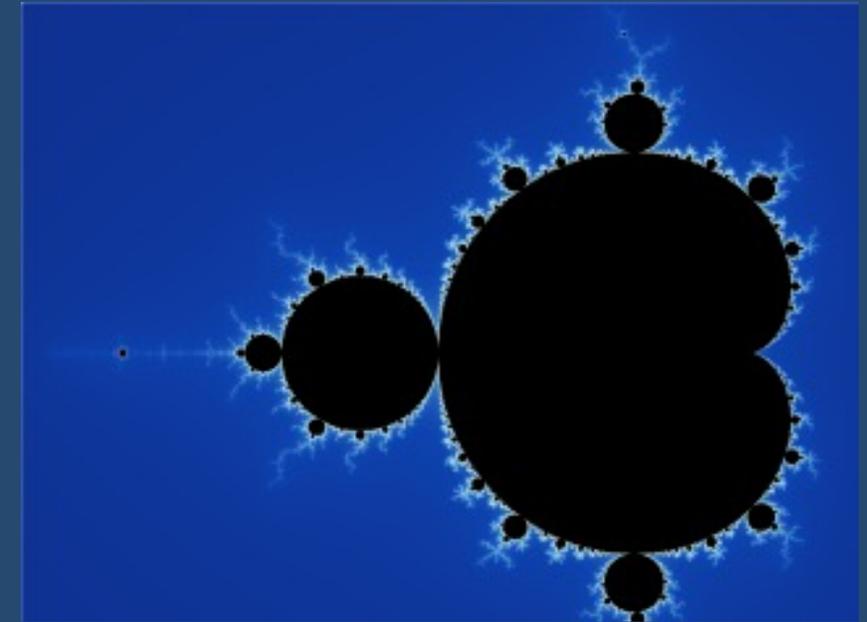
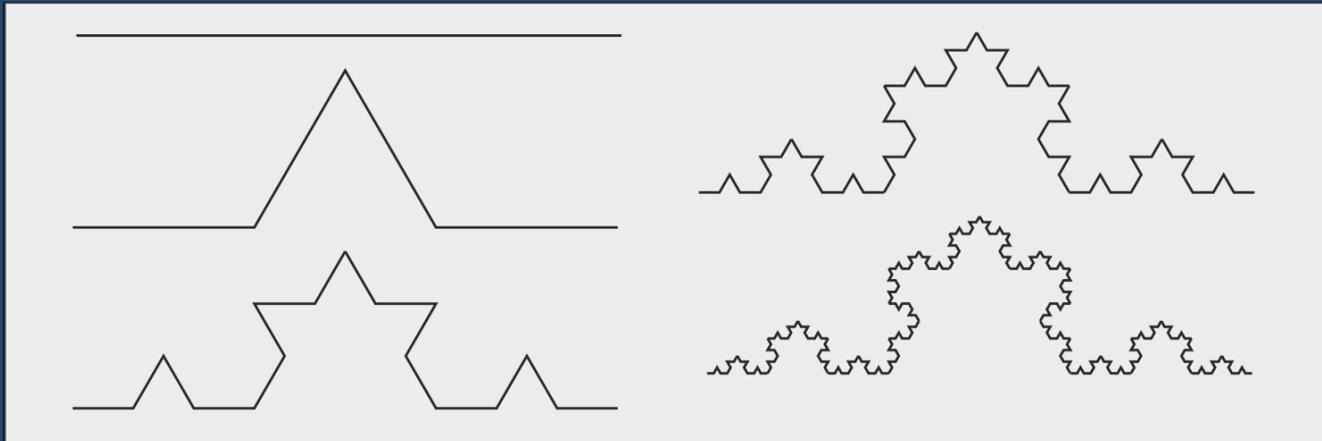


L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

L'arte nella scienza: I frattali

I frattali sono una tra le manifestazioni più evidenti di quanto la matematica sia arte. Arte che si manifesta sia sotto forma di immagini che sotto forma di suoni.

La caratteristica principale di un frattale è la autosimilarità, ovvero "sono oggetti uguali a se stessi osservati a scale diverse"



Un famoso frattale è **l'insieme di Mandelbrot**.

I colori sono assegnati mediante alcune semplici regole:

- se il punto appartiene all'insieme, viene colorato di **nero**;
- tutti gli altri punti sono colorati sulla base di quanto «**velocemente**» la ripetizione dell'equazione si sviluppa.

L'arte e la Scienza come fonte di reciproca di ispirazione

Arte frattale



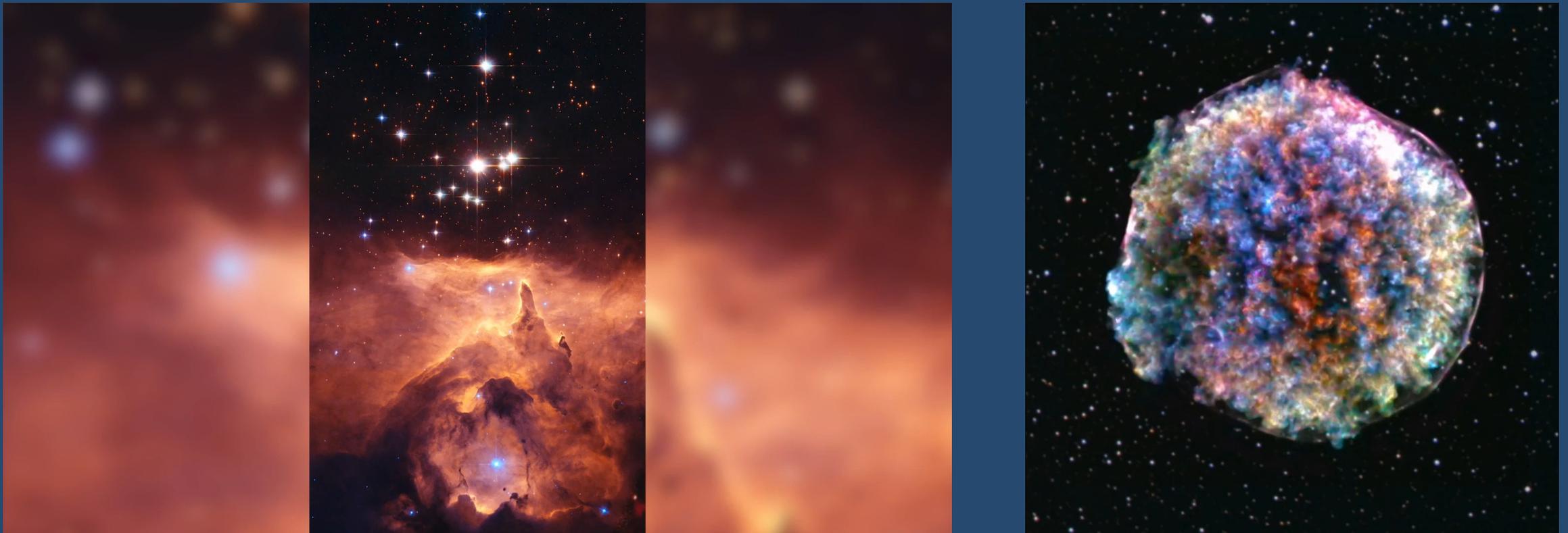
La natura, i dati e la Musica

L'Hubble Space Telescope ci permette di esplorare i confini dell'universo.

Questa esperienza può essere estesa ad altri sensi oltre la vista. Mediante il processo di “sonificazione dei dati”, i dati osservativi che generano le immagini possono essere trasformati in suoni.

Gli elementi dell'immagine come la luminosità e la posizione sono trasformati in altezza sonora e volume.

La trasformazione in suono procede da un lato all'altro dell'immagine.





”Nell’arte come nella scienza ogni nuova scoperta porta ad una contraddizione nelle conoscenze precedenti. E spalanca le porte a nuova ricerca”

A. Zecchina

Lo scienziato cerca di portare alla comprensione pratica ciò che le tecnologie dell'osservazione hanno scoperto.

L’artista si propone di coltivare un senso di meraviglia per il mondo fenomenico e intensificare la nostra esperienza immaginativa di esso.

Scienziati ed artisti cercano la bellezza e la verità con metodo, tecnica e ispirazione.

Arte e scienza sono in perenne cammino...

