

Il cubo



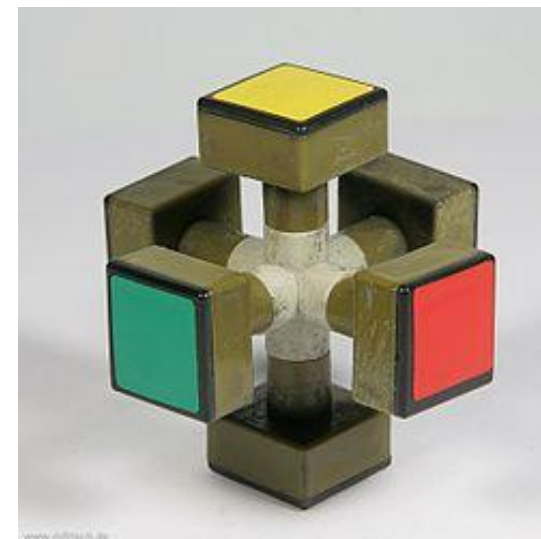
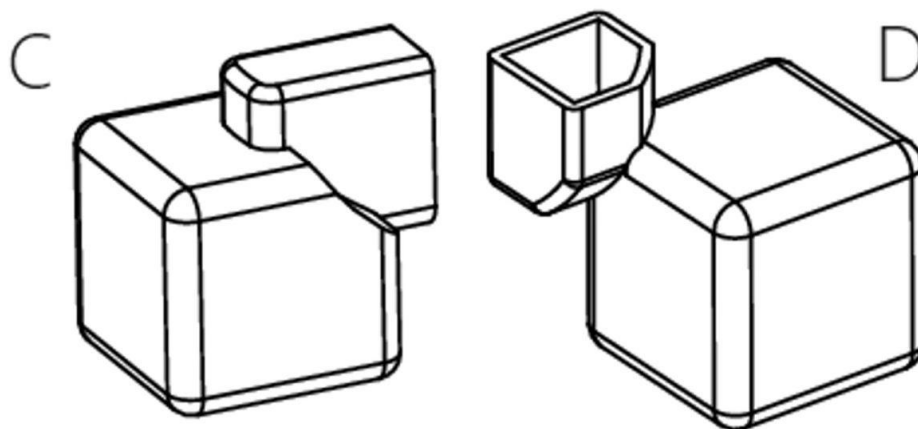
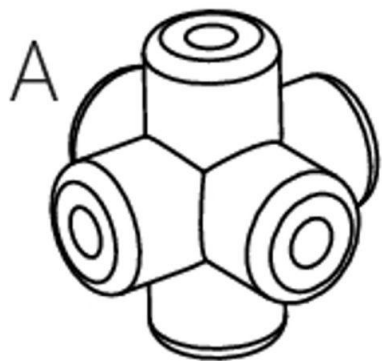
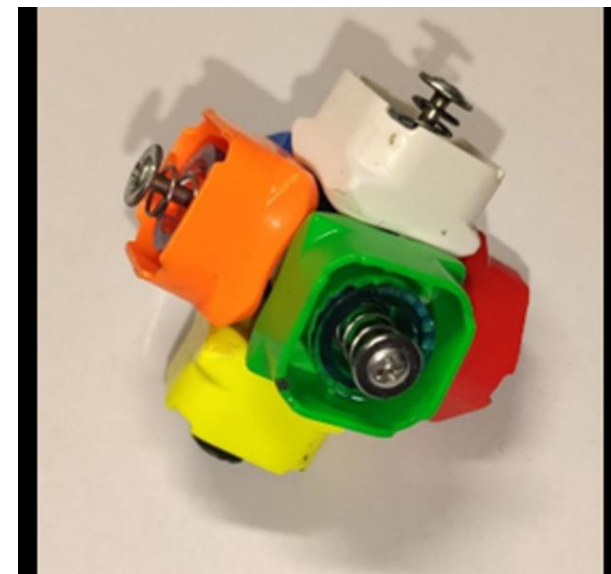
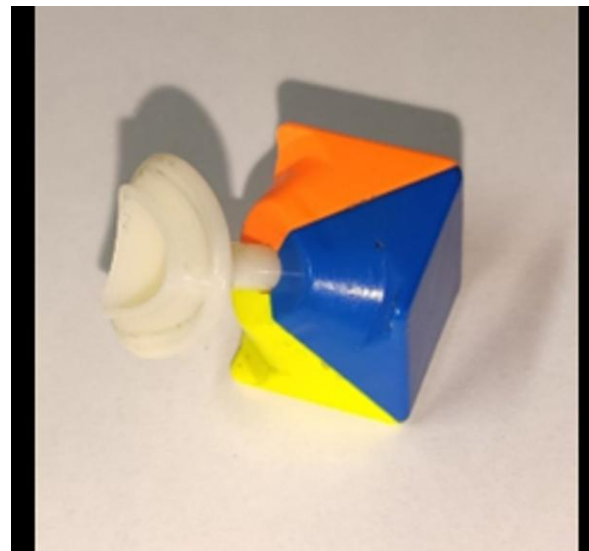
Cubo di Rubik

Il **Cubo di Rubik** o **Cubo magico** è un celebre poliedro magico inventato dal professore di architettura e scultore ungherese Ernő Rubik nel 1974.

Nel 1980 il rompicapo fu messo in commercio dalla Ideal Toy Company e vinse un premio speciale dalla giuria dello *Spiel des Jahres* in Germania, diventando, il primo e unico gioco solitario nella storia ad essere premiato.

Ognuna delle sei facce del cubo è ricoperta da nove adesivi dello stesso colore: bianco, giallo, rosso, verde, blu e arancione. Un meccanismo interno permette alle facce di ruotare ognuna in modo indipendente dalle altre cinque, così da mescolare i colori del cubo.

Meccanismo



Il cubo originale differiva lievemente da quello odierno: era monocolore, di legno e con gli angoli smussati; inoltre, all'inizio si diffuse solo tra i matematici ungheresi, interessati ai problemi statistici e teorici che il cubo poneva.

Per risolvere il rompicapo bisogna fare in modo che ogni faccia torni a mostrare un solo colore. Rompicapi simili sono stati sviluppati nel tempo, con differenti dimensioni, colori, facce e adesivi, ma non tutti realizzati da Rubik.

Nel marzo del 1981 si tennero le prime gare di speedcubing, organizzate dal Guinness dei primati a Monaco e il cubo di Rubik venne raffigurato sulla copertina del *Scientific American* dello stesso mese.

Un po' di matematica

L'originale cubo di Rubik ($3 \times 3 \times 3$) è composto da otto angoli e dodici spigoli.

Esistono quindi $8!$ (40.320) modi diversi di disporre i diversi pezzi angolari.

Ogni angolo può essere ruotato in tre posizioni diverse, ma solo sette degli otto angoli possono essere ruotati in modo indipendente; la disposizione dell'ultimo angolo dipenderà dalla posizione degli altri sette. Questo fornisce 3^7 (2.187) diverse possibilità.

Ci sono $12!/2$ (239.500.800) modi di disporre i dodici spigoli, ciascuno dei quali può essere ruotato in modo indipendente ad eccezione dell'ultimo, la cui posizione dipende da quella degli altri undici, per un totale di 2^{11} (2.048) modi diversi.

Il numero totale di permutazioni del cubo di Rubik, ovvero il numero totale di configurazioni che il cubo può assumere, è perciò dato da:

$$8! \times 3^7 \times (12!/2) \times 2^{11} = 43.252.003.274.489.856.000$$

che equivale approssimativamente a 43 **triloni** (circa $4,33 \times 10^{19}$)

Ripassiamo

Fattoriale

Per **definizione** il fattoriale di un numero è il prodotto che otteniamo moltiplicando tale numero per tutti i numeri (interi e positivi, cioè maggiori di zero) che sono minori del numero stesso.

$$3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$$

Permutazioni

Sono i raggruppamenti realizzati quando il numero degli oggetti è **uguale** al numero dei posti e **conta l'ordine** in cui si dispongono.

Il numero delle permutazioni di n oggetti è pari al fattoriale di n:

$$n! = n (n-1) (n-2) \dots\dots\dots 1$$

3 posizioni (k) che valgono per 7 angoli (n)

Si definisce **disposizione con ripetizione** una sequenza ordinata di k elementi estratti tra n elementi distinti, con la possibilità che ogni elemento possa ripetersi fino a k volte nella stessa sequenza.

Il numero di disposizioni con ripetizione si indica con $D'_{n,k}$ ed è dato dalla **potenza** k -esima di n

$$D'_{n,k} = n^k$$

Avendo a disposizione tanti cubi di Rubik quante sono le sue possibili configurazioni, sarebbe possibile ricoprire la superficie della Terra 257 volte.

Nel luglio 2010 il limite massimo di mosse per risolvere il cubo è sceso a 20.

Il record di FM (Fewest Moves), che consiste nel risolvere il cubo in meno mosse possibile, appartiene all'italiano Sebastiano Tronto, agli americani Aedan Bryant e Levi Gibson, all'inglese Jacob Sherwen Brown.



Geometria

Il cubo è un poliedro regolare formato da sei facce quadrate uguali, dodici spigoli uguali e otto vertici. In ogni vertice concorrono tre spigoli (a due a due ortogonali) e tre facce (a due a due ortogonali).

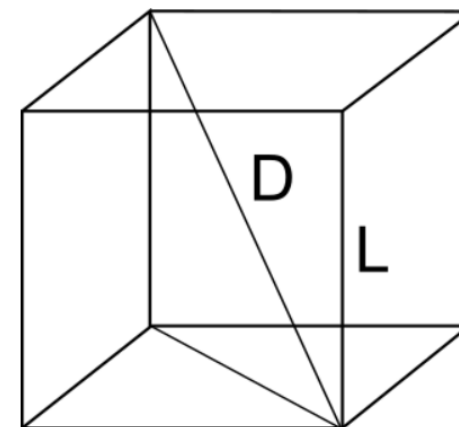
Il cubo è una figura che presenta molte simmetrie, è dotato:

- di tre rette congiungenti i centri di facce opposte, che costituiscono assi di rotazione,

- di sei rette congiungenti i punti medi di lati opposti, che costituiscono assi di simmetria,

- di quattro diagonali principali uguali che vanno da un qualsiasi vertice al vertice opposto della faccia opposta. Il punto di incontro delle diagonali è il suo centro di simmetria e centro di una sfera passante

- per gli otto vertici (sfera circoscritta). I centri delle sei facce di un cubo sono i vertici di un ottaedro regolare; cubo e ottaedro regolare sono poliedri duali (il cubo ha 8 vertici e 6 facce, l'ottaedro ne ha 6 e 8)



Solidi platonici

Il cubo è un solido platonico.

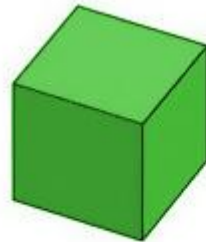
I solidi platonici sono 5 e presentano alcune **caratteristiche** che nessun altro possiede.

La prima è che sono formati solo da poligoni regolari, nello specifico da triangoli equilateri, quadrati o pentagoni.

In particolare, il **tetraedro**, l'**ottaedro** e l'**icosaedro** sono formati rispettivamente da quattro, otto e venti triangoli, il cubo da sei quadrati e il **dodecaedro** da dodici pentagoni.



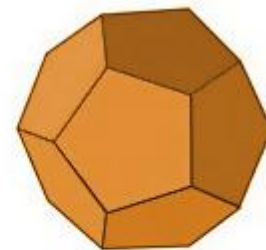
tetraedro



esaedro



ottaedro



dodecaedro



icosaedro

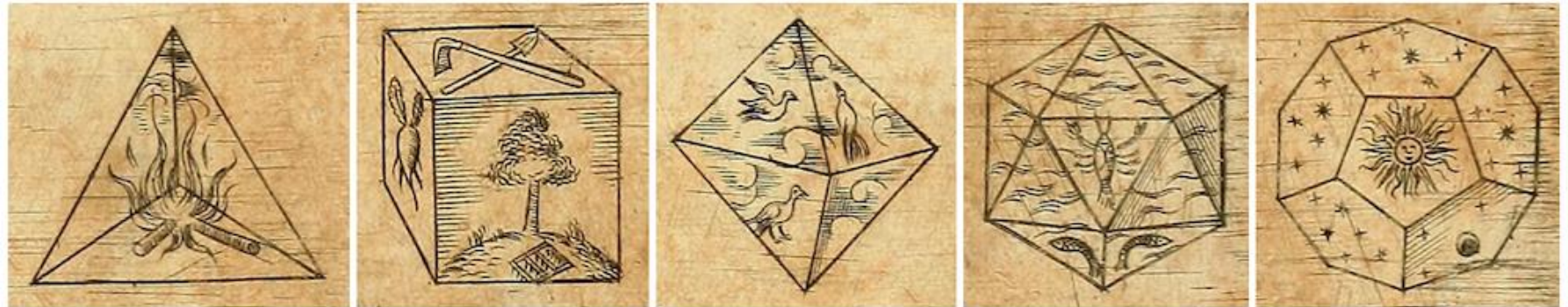
Una seconda caratteristica è che sono tutti uguali tra loro anche gli **angoloidi**, cioè gli angoli solidi racchiusi tra tre o più lati.

Terza caratteristica è che sono gli unici poliedri convessi che possono essere iscritti in una **sfera**, cioè hanno tutti i vertici giacenti sulla superficie della sfera stessa.

Platone li ha associati agli elementi fondamentali. Nel “Timeo” (360 a.C.) collega il tetraedro al **fuoco**, il cubo alla **terra**, l’ottaedro all’**aria** e l’icosaedro all’**acqua**.

Il dodecaedro, invece, è simbolo dell’**universo**. Questa speciale attribuzione deriva dalla presenza del **pentagono**, figura che –

contenendo in sé la sezione aurea – racchiudeva più di ogni altra l’idea di armonia e perfezione matematica.



I cinque poliedri ritornano con un approccio più matematico nel **XIII libro degli “Elementi”** (300 a.C.) di **Euclide**. Lo studioso riesce a dimostrare che non possono esistere più di cinque poliedri regolari e ne individua le **formule** per il calcolo dello spigolo, del volume e della superficie in relazione al diametro della sfera circoscritta.

Ci sono solo 5 solidi platonici perché solo il triangolo equilatero, il quadrato e il pentagono regolare possono avere un angolo interno inferiore a 120° , permettendo a 3 o più facce di convergere in un vertice senza formare una superficie piatta (somma angoli $< 360^\circ$) o creare un solido concavo

L'interesse per i solidi platonici fu vivo anche tra matematici e artisti rinascimentali: ne studiarono le proprietà metriche Piero della Francesca (nel trattato *De corporibus regularibus*), Luca Pacioli (che li inserì nel suo *De Divina Proportione*) e successivamente Niccolò Tartaglia e Rafael Bombelli.

Prima dell'antica Grecia, i solidi platonici erano già comparsi nel Neolitico in forma di pietre tondeggianti (dette petrosfere) ritrovate in Scozia e risalenti al 2.000 a.C.

Il numero di 'pomelli' presenti sulla superficie rimanda in gran parte degli esemplari al numero di facce dei solidi platonici.



Anche l'arte presenta numerosi rinvii ai solidi platonici: tra gli esempi più celebri, vi sono Salvador Dalí (che ne fece uso in *Corpus Hypercubus* e nella sua *Ultima Cena*, ambientata proprio in un dodecaedro) e Maurits Cornelis Escher, che ne sfruttò le proprietà geometriche per eseguire alcune delle sue tassellature.



Arte e geometria : il cubismo

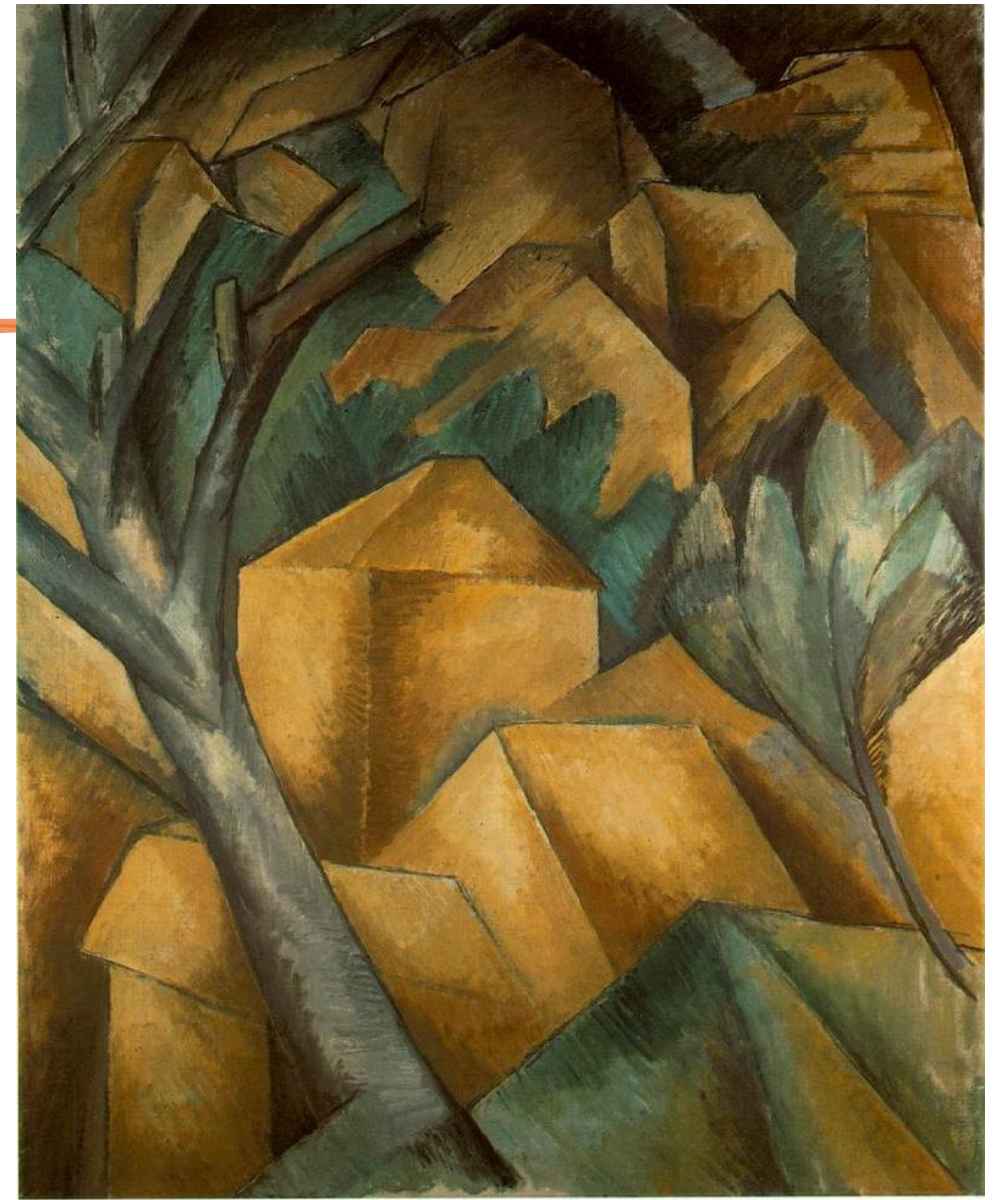
Cubismo è un'espressione con cui si è soliti designare una corrente artistica ben riconoscibile, distinta e fondativa rispetto a molte altre correnti e movimenti che si sarebbero successivamente sviluppate.

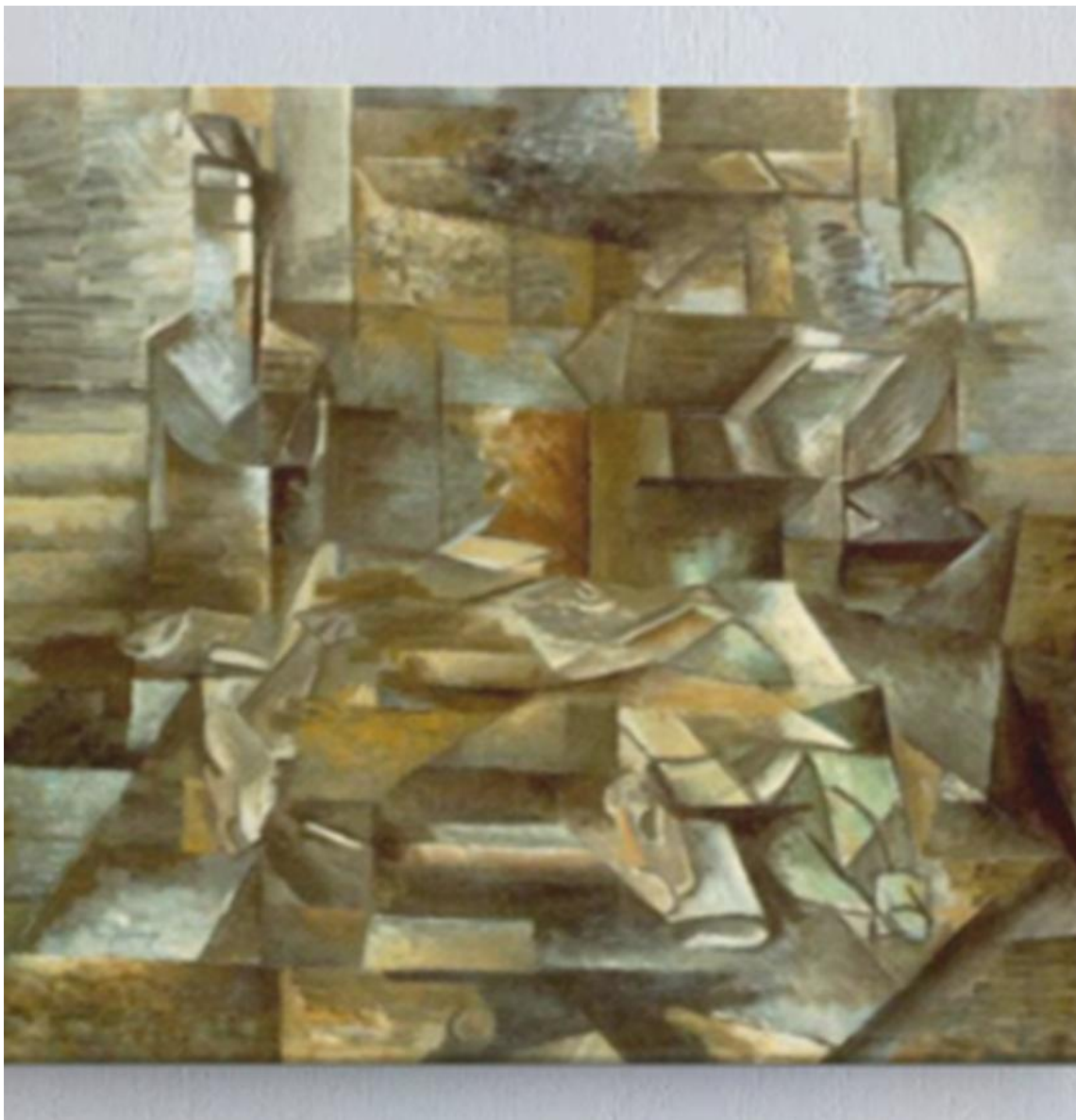
Il *cubismo* non è un movimento capeggiato da un fondatore e non ha una direzione unitaria. Il termine “cubismo” è occasionale: nel 1908 Matisse osservando alcune opere di Braque composte da “piccoli cubi” le giudicò negativamente e Louis Vauxcelles l'anno dopo le chiamò “bizzarrie cubiste”. Da allora le opere di Picasso, Braque e altri vennero denominate cubiste.

Certamente è notevole, nel Cubismo, l'influenza delle teorie scientifiche e matematiche sviluppatesi all'epoca, anche se, com'è naturale, esse vengono recepite in modo sommario ed approssimativo nei testi teorici del movimento: ciò che colpisce i Cubisti è soprattutto la possibilità di un superamento della tradizionale geometria euclidea, per attingere a quella che la scienza chiama quarta dimensione.

Braque

Le opere di Braque con forme "cubiche" sono centrali nel suo periodo cubista (circa 1908-1914) trasformando oggetti e paesaggi in volumi geometrici frammentati; esempi chiave includono le **"Case all'Estaque"** (1908) con le case ridotte a volumi squadrati, **"Violino e candeliere"** (1910) e **"L'uomo con la chitarra"** (1911) che scompongono le figure in piani e forme intersecanti, e opere come **"Bottiglie e pesci"** (1910-12) dove i "cubi" sono più evidenti nelle nature morte. Queste tele rompono la prospettiva unica, mostrando simultaneamente più punti di vista attraverso la scomposizione e la ricomposizione di forme geometriche.





Monumenti e architetture famose a forma di cubo

Ci sono vari monumenti e costruzioni a forma di cubo, come:

le iconiche **Case Cubiche di Rotterdam** (abitazioni),
il futuristico grattacielo **Mukaab** in costruzione a Riyadh,
la scultura-edificio **Tête Carrée** a Nizza (biblioteca),
il misterioso **Cubo di Zoroastro** in Iran (tomba),
le antiche **statue-cubo egizie** (come quella di Hotep).

Il cubo rappresenta spesso simbolismo, modernità o funzionalità architettonica.

Andiamo a vedere in particolare

Case cubiche di Rotterdam

Progettate da Piet Blom, sono abitazioni realizzate come cubi inclinati, con interni particolari, parte di un progetto urbano innovativo.

Le case cubiche sono anche chiamate Blaakse Bos (Il bosco di Blaak) perché idealmente l'architetto le aveva stilizzate pensando a un gruppo di alberi.

La chioma è rappresentata dall'appartamento a forma di cubo e le palafitte simboleggiano i tronchi degli alberi.



Le case cubiche di Rotterdam sono tutte private ed abitate ma nel complesso è presente **una casa museo** che è dedicata al progetto architettonico, Kijk Kubus Museumwoning Rotterdam. E' una casa a tutti gli effetti dove, pagando un biglietto di 3 euro a persona, i visitatori possono vedere come si vive all'interno di una casa cubica. Gli spazi sono molto stretti e in alcuni punti il soffitto è alto solo un metro e mezzo!



Grattacielo Mukaab a Riyadh

A due anni dall'annuncio del progetto, i lavori sono iniziati. Il deserto di Riyadh si prepara così ad accogliere il Mukaab, che promette di diventare uno degli edifici più monumentali e controversi del nostro tempo.

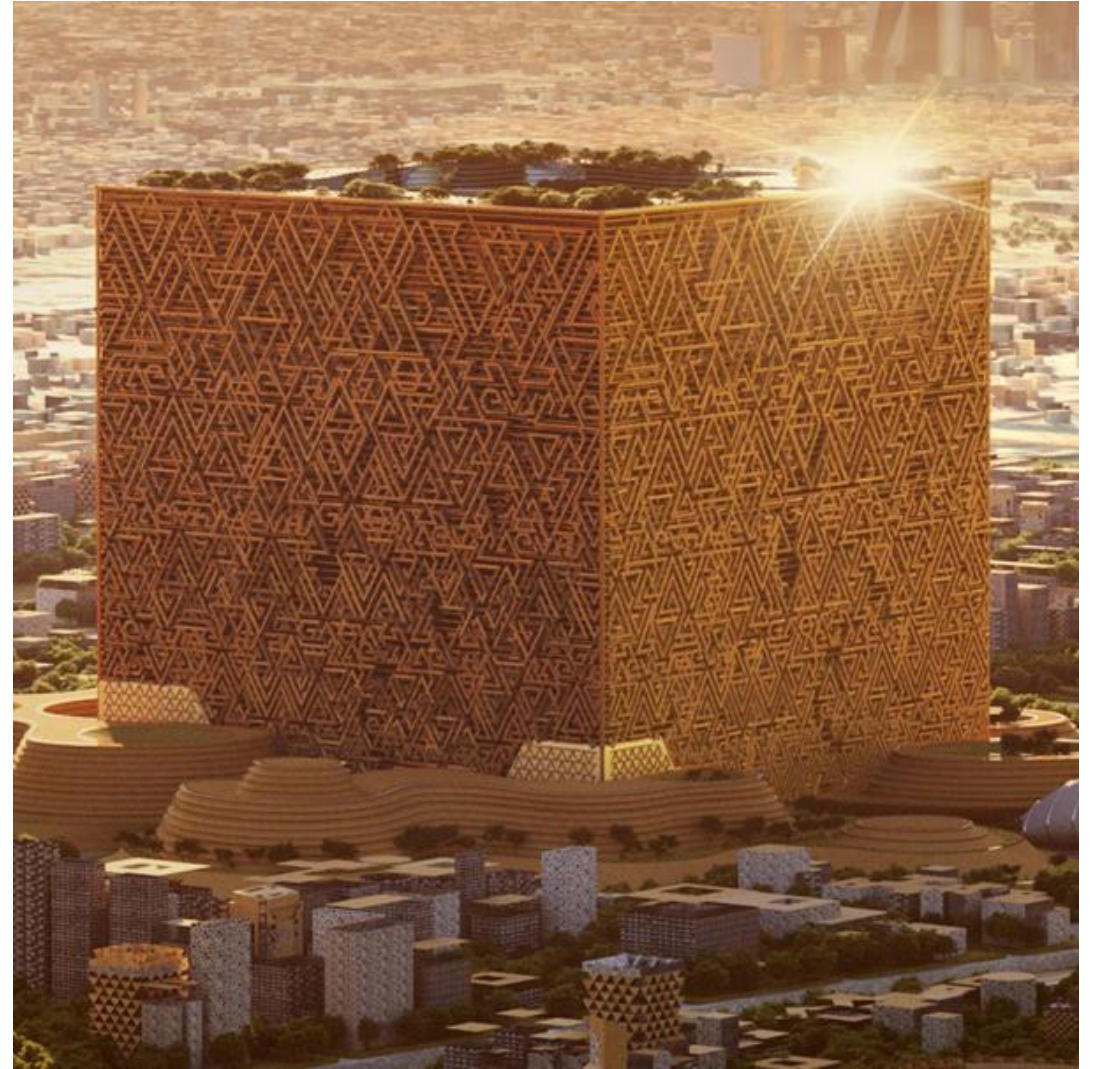
Non si sa ancora se riuscirà ad essere concluso in tempo per Expo Riyadh 2030, ma il monumentale edificio cubico alto 400 metri progettato dallo studio AtkinsRéalis per il nuovo quartiere Murabba di Riyadh, il Mukaab, è ora ufficialmente in costruzione. Con un nome che non lascia spazio all'immaginazione (Mukaab significa cubo in arabo), questo landmark dalla superficie di 2 milioni di metri quadrati è entrato nel vivo della sua realizzazione: attualmente, gli scavi per le fondamenta hanno raggiunto l'86% della volumetria necessaria, per un totale di oltre 10 milioni di metri cubi di terra rimossa. Un ponte temporaneo sopra King Khalid Road è stato inoltre già realizzato per facilitare la logistica del cantiere, riducendo significativamente il traffico pesante in città. È sicuramente il progetto più ambizioso in costruzione in Arabia Saudita.

Il Mukaab è stato concepito come una vera e propria città verticale racchiusa dentro un volume strutturalmente perfetto. Con 2 milioni di metri quadrati di floor area, si prevede che ospiterà 104mila unità residenziali, 9mila camere d'hotel, negozi, spazi per uffici, ristoranti, teatri immersivi, musei e 80 attrazioni culturali per un valore stimato di circa 50 miliardi di dollari.



Esternamente, il cubo sarà rivestito di triangoli dorati che rileggeranno in chiave futuristica le geometrie della tradizione architettonica Najdi, risalente al tredicesimo secolo, le cui facciate diventeranno superfici digitali grazie all'uso di schermi AI-driven.

Uno degli aspetti più peculiari di tutta l'opera, tuttavia, è la conformazione interna dell'edificio, caratterizzata da un'alta torre centrale e una cupola olografica, specificamente studiate per creare un ambiente interattivo in grado di favorire un'esperienza multisensoriale a tutto tondo con audio e illuminazione all'avanguardia.



La Tête Carrée a Nizza

La Tête Carrée di Sacha Sosno è una delle opere contemporanee più insolite collocate nel centro di Nizza. Imponente e intrigante, continua a suscitare ammirazione tra i passanti.

Si tratta di un'opera monumentale di 30 metri di altezza e 14 di larghezza che l'artista ha donato alla città di Nizza.

Con la sua architettura contemporanea molto originale, la Tête Carrée è oggi uno dei monumenti più famosi della Costa Azzurra. Inaugurata nel 2002, non è accessibile al pubblico, ma ospita i 7 piani degli uffici amministrativi della biblioteca Louis Nucéra. Si erge in pieno centro città, come un busto gigante su cui è posato un cubo all'altezza della bocca. Di notte, s'illumina e cambia regolarmente colore secondo gli eventi.





La base dell'edificio ha la inconsueta forma di un busto scultoreo, sezionato orizzontalmente a metà della bocca e sovrastato da un grosso cubo che ospita la sala lettura di un'opera unica nel suo genere e dal significato metaforico facilmente intuibile: la mente è vista come una grande scatola che contiene il sapere, sotto forma ovviamente dei 400 mila libri e degli oltre un milione e centomila documenti che la biblioteca mette a disposizione dei suoi frequentatori.

La sala lettura cubica ha un lato di 14 metri ed è rivestita di pannelli opachi che lasciano però filtrare la luce dall'esterno. Con il suo podio antropomorfo in alluminio (che ospita alcuni spazi di servizio e distributivi) questa grande scultura architettonica ha un'altezza di 30 metri ed è stata inaugurata nel 2002, dedicata allo scrittore francese **Louis Nucéra**.

Cubo di Zoroastro in Iran

E' una costruzione in pietra quadrangolare non esattamente cubica con struttura a gradini nel complesso archeologico persiano di Naqsh-e Rostam.



Edificio in pietra simile ad una torre quadrangolare a gradini, risale agli inizi del periodo achemenide il cui utilizzo finora non è stato chiarito (probabilmente mausoleo, tesoreria o sede del tesoro, tempio, tempio del fuoco ecc..).

Su tre lati di questo edificio sono state incise due importanti epigrafi di Shapur I e di Kartir in tre lingue, pahlavi antico, pahlavi partico e greco che presentano Shapur I, le sue vittorie sui Romani, l'attacco di Valeriano con 70000 uomini all'Iran.

Questo edificio è situato davanti alla tomba di Dario II.

I pezzi di pietra che lo compongono sono alti circa 15 metri, sono rettangolari e sono stati posti l'uno sull'altro senza l'uso di malta su una piattaforma a tre gradoni.

L'edificio ha una porta molto pesante in pietra con due sportelloni dalla quale si accede ad una stanza quadrata.

Quattro sepolcri monumentali sono stati scavati nel cuore della montagna Rahmat e appartengono a Dario il grande, Serse, Ardeshir I e Dario II e tutti hanno caratteristiche simili.

Statue cubo egiziane

Caratteristiche principali:

Forma stilizzata: Il corpo è ridotto a un blocco squadrato (il cubo), con ginocchia al petto e braccia incrociate o appoggiate, creando una figura quasi astratta.

Dettagli anatomici: Spiccano la testa scolpita a tutto tondo, le mani e talvolta i piedi, mentre il resto del corpo è coperto da un mantello o tunica.

Funzione e iscrizioni: Le superfici piatte erano usate per testi geroglifici, formule di offerta e nomi dei committenti, personaggi di alto rango religioso o civile.

Posizionamento: Spesso collocate nelle tombe o nei templi, in punti strategici come vie sacre, per permettere al defunto di assistere ai riti.

Periodi di maggiore diffusione

Medio Regno: *Comparvero per la prima volta e si diffusero.*

(circa 2061-1785 a.C.) segna la riunificazione e la rinascita dell'Egitto dopo la crisi dell'Antico Regno, con capitale a Tebe, espansione in Nubia e Siria, e consolidamento del potere faraonico, introducendo cambiamenti religiosi e amministrativi prima del declino e dell'arrivo degli Hyksos, che porterà al Secondo Periodo Intermedio.

Nuovo Regno: *Ebbero un grande successo, con varianti che andavano dal dettagliato all'astratto.*

(circa 1550-1070 a.C.) fu il periodo di massimo splendore ed espansione dell'Egitto, caratterizzato da potenti faraoni come Thutmose III e Ramses II, che respinsero gli Hyksos, unificarono il paese, conquistarono la Nubia e la Siria-Palestina, costruirono templi grandiosi (Karnak, Abu Simbel).

Terzo Periodo Intermedio (XXV Dinastia): *Videro una notevole ripresa, con un ritorno a forme più arcaiche.*

si sviluppa su un arco di tempo che va dal 1070 a.C. al 656 a.C.

La statua cubo di Keret, che rende in modo stilizzato e quasi geometrico l'immagine di un dignitario accovacciato, fornisce ampia superficie per incidere testi geroglifici, in questo caso una formula di offerta a Ptah-Sokar-Osiride perché assicuri al defunto offerte nel tempio della sua città. La scultura è stata dedicata dal figlio Amenhotep, scriba della corrispondenza. Lo stile suggerisce una data intorno al 1400 a.C.

Conservata nel Museo Egizio di Torino





Statua cubo del dignitario

Nell'esemplare del Museo Archeologico di Milano, viene invocata la dea Hathor. Il nome del dignitario è ignoto, poiché è andato perduto nella lacuna del testo.

I tratti fisiognomici e la parrucca “a borsa” sembrano rimandare al III Periodo Intermedio, forse alla XXV dinastia (746-655 a.C.) durante la quale questo tipo di statuaria ebbe notevole diffusione.

Statua cubo di Hotep

Le statue di Hotep sono due, entrambe al Museo Egizio del Cairo, una in calcare e una in granito, e rappresentano gli esempi più antichi.

Le statue rappresentano entrambe Hotep come se fosse seduto all'interno di una portantina dagli alti braccioli e dallo schienale sagomato, da cui fuoriescono soltanto la testa, le braccia e la parte anteriore delle gambe e piedi.

*Granito grigio, Altezza cm 73
Necropoli di Sakkara*

