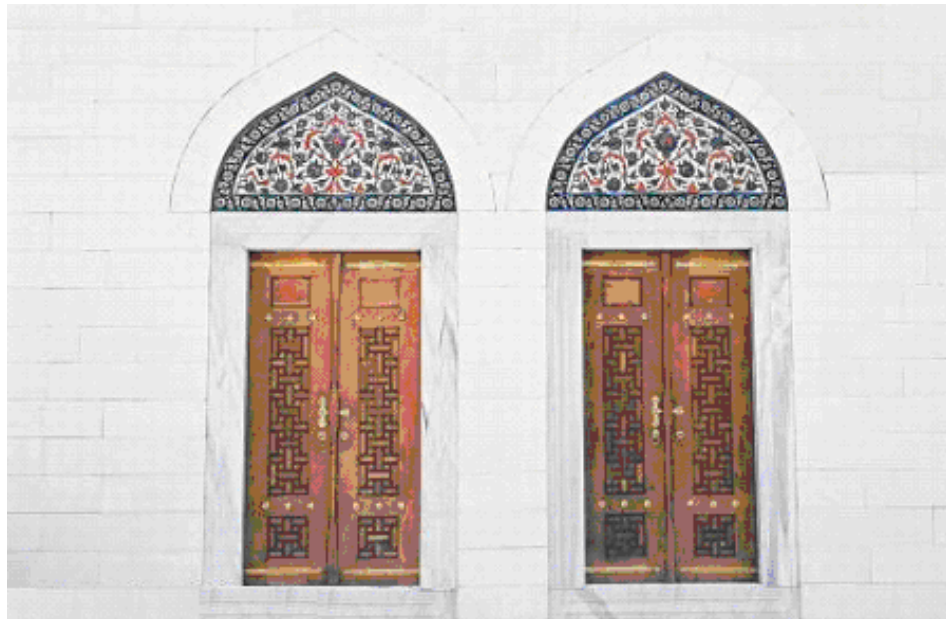


Simmetria

Percorso interdisciplinare alla ricerca di
"simmetrie" nelle discipline del XX secolo



di

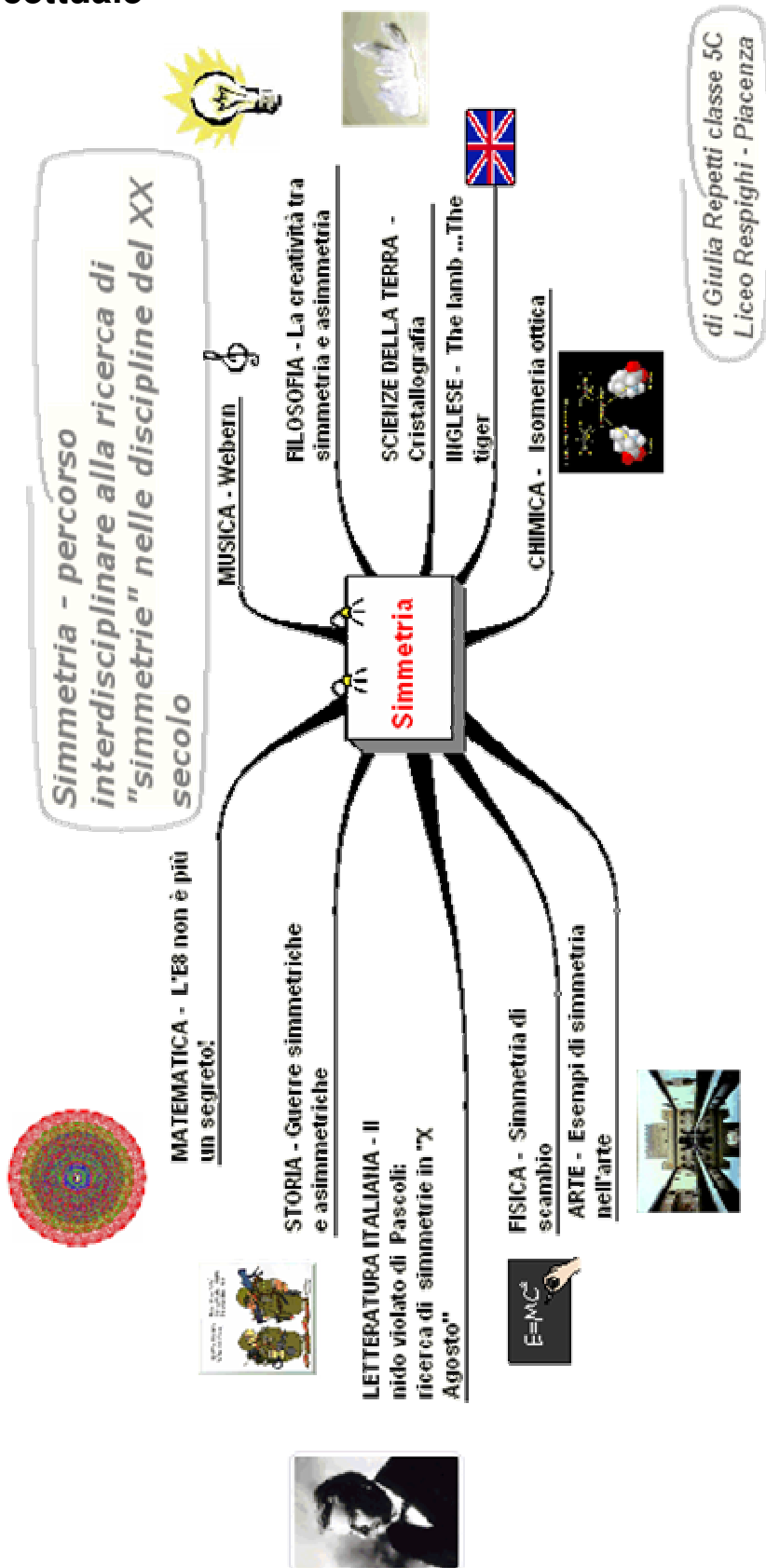
Giulia Repetti

Simmetria

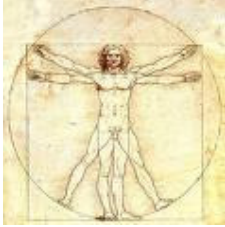
Percorso interdisciplinare alla ricerca di
"simmetrie" nelle discipline del XX secolo

Mappa concettuale	3
Premessa	4
L'E8 non è più un segreto!!!	5
La simmetria di scambio	8
Strutture cristalline.....	9
Isomeria ottica.....	13
Il nido violato in Pascoli.....	14
William Blake “complementary opposites”	16
La creatività tra simmetria e asimmetria.....	21
Guerre simmetriche e asimmetriche	23
Simmetria emusica	25
Simmetria nell'arte.....	26
Bibliografia	28

Mapa concettuale



Premessa



La simmetria, termine greco che significa "giusta proporzione, equilibrio", raggiunge il massimo della sua significatività in epoche antropocentriche come il Rinascimento, periodo in cui "Il più noto emblema della simmetria umana è il disegno di Vitruvio, reso popolare da Leonardo, che raffigura il corpo con le gambe e le braccia divaricate dentro un cerchio e un quadrato, i cui centri coincidono con l'ombelico. Questa simmetria, ricevuta dal Creatore, l'uomo l'ha spesso trasmessa alle proprie creazioni, a cominciare da quelle architettoniche: le piramidi di Giza, il Colosseo, Castel del Monte, Piazza San Pietro, il Taj Mahal, la torre Eiffel, il Pentagono, i grattacieli del World Trade Center, le cupole di Buckminster Fuller, ..."

(Piergiorgio Odifreddi : "Mani, piedi e occhi, il corpo ama il doppio - la simmetria che governa il mondo")

Anche se nessuna autorità "ha stabilito le leggi della buona forma" tra cui sarebbe da annoverare la simmetria", innegabilmente essa ha sempre mantenuto un ruolo essenziale lungo tutto il percorso del pensiero moderno, a prova del fatto che non è un'opinione, e come tale destinata a mutare nel tempo, né un'invenzione dell'uomo, e come tale destinata a divenire obsoleta, è un modo, l'unico nostro modo di abitanti dello spaziotempo, di percepire il mondo : la simmetria è peculiarità della natura, dei cristalli, di molti organismi viventi, della strutturazione del corpo umano, di molte leggi della fisica, è il ritmo di molte forme svelato dalla matematica e dalla geometria nella sua struttura nascosta, le teorie della simmetria sono fondamentali nella musica, insomma la simmetria sembra costituire una legge biologica che ammette pochissime eccezioni.

In questa mia tesina vorrei fare un piccolo viaggio nelle varie discipline studiate evidenziando per ognuna di esse una scoperta, un fatto, una interpretazione che metta in luce come la simmetria sia ovunque rintracciabile:

nelle materie cosiddette "scientifiche"

- ⇒ nella matematicala simmetria è studiata in geometria, in algebra , ma è anche fonte di scoperte recentissime che potranno aprire nuove ricerche;
- ⇒ nella fisical'essenziale "simmetria di scambio" senza di essa come "leggere" l'atomo;
- ⇒ nella scienza della terrala cristallografia;
- ⇒ nella chimica.....l'isomeria ottica;

.....ma anche in quelle "umanistiche"

- ⇒rileggendo una poesia di Pascoli
- ⇒o The lamb e The Tiger di Blake
- ⇒esaminando il pensiero della nostra mente
- ⇒cercando di classificare le guerre

.....ed in quelle "artistiche"

- ⇒ ammirando opere antiche e moderne di architettura, pittura o design
- ⇒ leggendo uno spartito musicale con metodo scientifico.

L'E8 non è più un segreto!!!

La matematica si è occupata di simmetria fin dai tempi antichi. Ad esempio Euclide parlava di simmetria come movimento rigido che lascia fissa una figura. La simmetria si presenta come una trasformazione geometrica le cui equazioni possono essere scritte considerando un sistema di assi cartesiani ortogonali, nella forma:

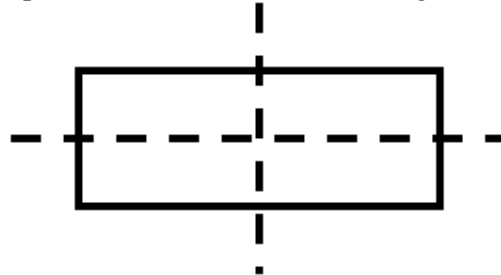
$$\begin{cases} x' = -x \\ y' = y \end{cases} \text{ per la simmetria assiale rispetto all'asse } y$$
$$\begin{cases} x' = -x \\ y' = -y \end{cases} \text{ per la simmetria centrale rispetto all'origine.}$$

Le trasformazioni hanno però giocato un ruolo importante anche nell'algebra, quando i matematici hanno deciso di studiare alcuni insiemi particolari di trasformazioni, le isometrie (le trasformazioni che conservano invariate le grandezze) per vedere se questi insiemi rappresentassero o non un gruppo (un gruppo è un insieme di elementi per cui è definita un'operazione interna che gode della proprietà associativa, che possiede l'elemento neutro e l'elemento opposto). Due importanti domande che si sono posti alcuni matematici sono state:

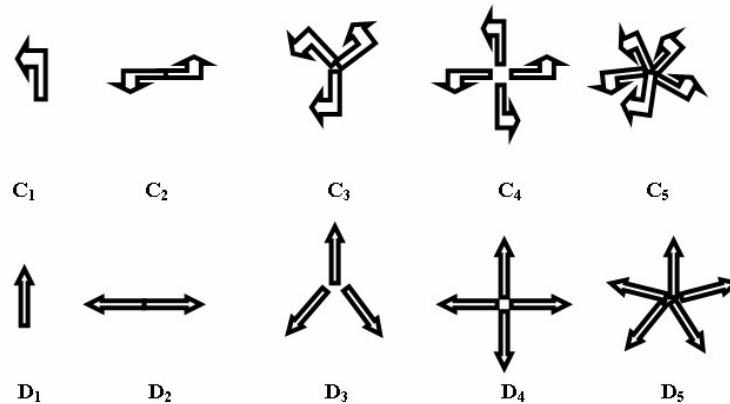
- “quanta simmetria ha una figura?”
- “quando le simmetrie associate ad una figura formano un gruppo?”

Ad esempio consideriamo un rettangolo, l'insieme delle sue simmetrie è formato da:

- l'identità,
- la rotazione di 180 gradi attorno al centro del rettangolo che è una simmetria centrale con centro nell'incontro delle diagonali del rettangolo,
- due simmetrie assiali rispetto alle due mediane del rettangolo



Come al solito i matematici estendono e generalizzano le loro considerazioni, sono passati a studiare tutti i possibili gruppi di isometrie che contengono un numero finito di rotazioni e simmetrie del piano che hanno chiamato gruppi di “rosioni” e si sono divertiti ad individuare queste simmetrie in molti esempi pratici dall'arte alla natura.



Gruppi stilizzati di rosoni

Se alle rotazioni e alle simmetrie si uniscono le traslazioni si ottengono i gruppi di fregi e i corrispondenti gruppi non sono finiti. Abbiamo situazioni differenti se aggiungiamo una o due traslazioni: nel primo caso, i modelli di simmetria si estendono, indefinitamente ripetuti, in una direzione. Riempiono una striscia di piano e vengono detti “fregi”, avendo in mente i fregi ornamentali che in molti edifici ripetono un preciso ed artistico motivo. Nel secondo caso, quando due traslazioni indipendenti generano l'intero sottogruppo delle traslazioni si hanno i cosiddetti “gruppi cristallografici piani” (o “mosaici”, oppure anche “gruppi di carte da parati”, come sono detti in ambienti e con scopi diversi).

In un fregio è presente un “modulo” che si ripete indefinitamente e che può possedere una propria simmetria interna. In un mosaico, il “modulo” è in grado di muoversi lungo due direzioni indipendenti, fino a riempire tutto il piano.

...PAPAPAPA...

...NONONON...

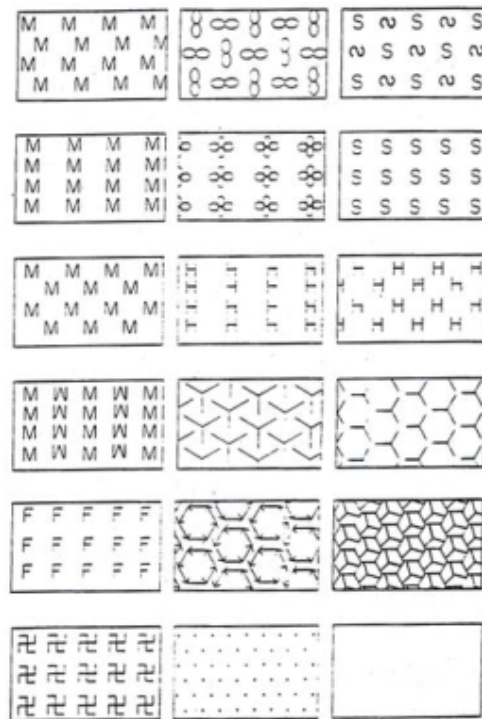
...MAMAMA...

...HOHOHO...

...↑↓↑↓↑↓↑↓...

...↑E↓E↑E↓E...

...OKOKOK...



Gruppo di fregi stilizzato

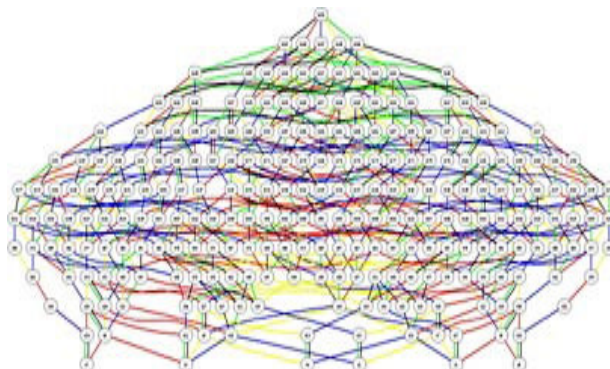
Gruppi cristallografici piani

La generalizzazione porta a studiare la simmetria dei solidi dello spazio ordinario, tridimensionale, e poi alla consapevolezza che il problema è ben definito in ogni dimensione (dove è anche risolto). Nello spazio esistono 230 gruppi discreti di simmetria: questi sono propriamente i “*gruppi cristallografici*”, le cui traslazioni sono ovviamente generate da solo tre indipendenti. Il fatto che esista un numero finito, seppure grande, di gruppi cristallografici spiega come i cristalli debbano rispettare delle precise regole di formazione, mentre si ritiene usualmente che siano in numero infinito. I cristalli rappresentano precisamente tutte le possibili configurazioni tridimensionali che rispettano le restrizioni.

Per quanto riguarda l'estensione dei concetti: perché limitarsi alle figure del piano o dello spazio euclideo? Cosa dire riguardo le dimensioni?

I Gruppi di Lie, concetto scoperto nel 1887 dal matematico norvegese Sophus Lie, spiegano il modo con il quale oggetti simmetrici possono ruotare mostrandosi all'osservatore sempre allo stesso modo. E' relativamente semplice immaginare una sfera tridimensionale ruotare attorno al proprio asse: si mostra sempre identica da qualunque angolo la si osservi. La simmetria, in questo caso, dipende dal fatto che l'oggetto ha forma sferica e tre dimensioni. Più complessa è la simmetria di un cubo perché questo solido non ha simmetrie continue, quindi non si può "ruotare con continuità", ma possiede solo 24 simmetrie dirette. Altre 48 sono definite "indirette".

L'E8 rappresenta invece un oggetto a 248 dimensioni che può esistere solo nella mente umana o nei calcoli matematici e non è in alcun modo rappresentabile, è un esempio di Gruppo di Lie. Per oltre un secolo, l'opinione comune fra i matematici era che nessuno sarebbe riuscito a risolvere l'enigma di spiegare la struttura della sua simmetria. Un gruppo di 18 matematici francesi, canadesi e statunitensi ha risolto il problema pubblicando i risultati il 27 marzo di quest'anno. La matrice che rappresenta l'E8 ha 205 263 363 600 voci e, se dovesse essere trascritta con caratteri piccoli, sarebbe sufficientemente estesa da coprire un'area grande come Manhattan. Un raffronto con la mappatura del genoma umano fornisce un'altra indicazione chiara delle dimensioni della matrice. Le dimensioni del genoma umano, che contiene tutte le informazioni genetiche di una cellula, sono inferiori a un gigabyte. Il risultato del calcolo dell'E8 presenta una dimensione pari a 60 gigabyte. Analogamente al progetto genoma umano, ci vorranno molti anni per comprendere le implicazioni complete della mappatura. «Si tratta di una ricerca di base che avrà molte implicazioni e tante ci sono ancora sconosciute. Come il genoma umano non si traduce istantaneamente in un nuovo farmaco miracoloso, i nostri risultati sono uno strumento di base che verrà utilizzato per far progredire la ricerca in altre aree», ha dichiarato il responsabile del progetto. Il direttore dell'Istituto Albert Einstein di Bonn (Germania), ha spiegato l'importanza della scoperta per la fisica. I fisici si sono imbattuti nell'E8 in tempi più recenti rispetto ai matematici, ma lo incontrano regolarmente nei tentativi di unificare la gravità ad altre forze fondamentali in una teoria coerente della gravità quantistica. «Di conseguenza, la comprensione dei meccanismi interni dell'E8 non rappresenta soltanto un progresso notevole per la matematica pura, ma potrebbe anche essere d'aiuto ai fisici nella loro ricerca di una teoria unificata».



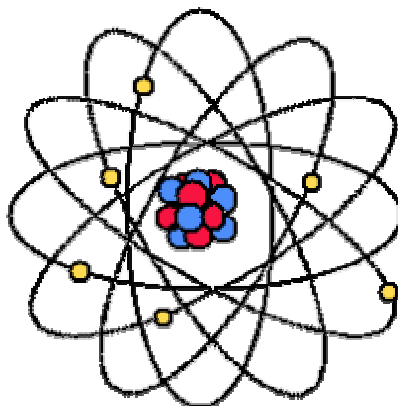
La simmetria di scambio

La simmetria di scambio è una forma di simmetria di importanza cruciale per le strutture naturali. In virtù di essa, scambiando un elettrone della materia con un altro elettrone non ci si accorge di alcun mutamento. Due elettroni sono indistinguibili.

Attorno al 1920 la quantità di dati sperimentali ottenuta dal lavoro degli spettroscopisti aveva raggiunto dimensioni cospicue, e tuttavia rimanevano ancora insolte anche le domande più fondamentali sulla struttura degli atomi e sul comportamento dei loro elettroni. Non si riusciva a spiegare, ad esempio, la struttura periodica dei potenziali di ionizzazione in funzione del numero atomico, o - ancor peggio - non si riusciva a capire per quale motivo gli elettroni negli atomi non eccitati non si distribuissero tutti nel livello di minima energia.

Fu Wolfgang Pauli, nel 1925, a trovare una spiegazione fondamentale per questi effetti. Egli postulò che in un atomo con più elettroni non vi potesse essere che un singolo elettrone in ogni stato quantico: assegnando a ciascun elettrone nell'atomo quattro numeri quantici, si poteva così spiegare la loro distribuzione per tutte le specie atomiche note. Lo strato più interno, denominato $1s^2$, contiene ad esempio due elettroni, e non più di due, perché ciascuno di essi ha lo stesso valore per i numeri quantici n, l, m , e possiede un quarto numero quantico s che può assumere solo due valori. Ulteriori elettroni non possono esservi ospitati, e devono quindi prendere posto nei livelli superiori, nonostante questi abbiano energia maggiore.

Il principio di Pauli può essere enunciato in una seconda forma, più stringente, se si introduce il concetto di simmetria di scambio. Se non ci fosse il principio di Pauli, non esisterebbe la tabella di Mendeleev e non avremmo mai sentito parlare di sistema periodico degli elementi.



Strutture cristalline

Come sappiamo, la materia viene classificata nei tre stati: gassoso, liquido e solido. I gas sono costituiti da particelle indipendenti (non interagenti, salvo nel momento delle collisioni); quindi riempiono tutto lo spazio disponibile e cambiano volume in funzione della pressione. Nel caso dei liquidi le interazioni tra le particelle sono forti, tanto che queste risultano praticamente a contatto. I liquidi pertanto sono poco comprimibili. Le agitazioni termiche sono abbastanza elevate da portare le molecole fuori dal campo di forze dei loro immediati vicini. I legami fra molecole non sono quindi permanenti e i liquidi possono fluire. Riducendo però l'agitazione termica, i legami tra molecole diverse diventano più stabili, e, a livello macroscopico, si forma una massa rigida. Una disposizione ordinata delle molecole in queste condizioni è più probabile di una casuale, perché corrisponde a una minore energia. Tale architettura ordinata di molecole rappresenta lo stato cristallino.

Non tutti i materiali solidi sono però cristallini. Il vetro comune ha elevata durezza, ma, a differenza di un cristallo di NaCl, si frattura in modo irregolare. Ciò è dovuto al fatto che il vetro è costituito da macromolecole di SiO_2 disposte in modo casuale. Nel processo di formazione dal fuso, il materiale diventa progressivamente meno fluido e non riesce ad assumere un assetto regolare. Permane nel "solido", come congelata, la disposizione *disordinata* presente allo stato fuso. Ci si riferisce ai vetri, in genere, come a dei liquidi sovraraffreddati, che possono ancora fluire, anche se in maniera praticamente non osservabile.* Sono invece comunemente chiamati solidi amorfi quei materiali non fluidi che presentano un altissimo grado di disordine.

La proprietà distintiva dello stato solido cristallino è la ripetizione regolare di un motivo (ipotizzata già nel diciottesimo secolo da R. J. Haüy) costituito da molecole o gruppi di molecole, su distanze corrispondenti a diverse migliaia di dimensioni molecolari.

Esistono materiali che presentano un grado minore di cristallinità, come certi polimeri, che hanno solo un ordine bidimensionale, e molte fibre sintetiche o naturali, che sono ordinate solo lungo l'asse della fibra.

Alcuni cristalli organici, opportunamente riscaldati, passano ad uno stato intermedio fra solido e liquido che viene chiamato stato mesomorfico o di cristallo liquido. Materiali con questo comportamento comprendono anche composti di coordinazione.

E' opportuno però fare una precisazione. I cristalli che incontriamo in natura o otteniamo in laboratorio non sono mai cristalli perfetti. La periodicità può essere osservata in misura più o meno parziale a seconda della natura del cristallo e delle condizioni termodinamiche in cui si è formato. E' pertanto opportuno acquisire il concetto di cristallo reale per differenziarlo dal cristallo ideale, "infinito" e completamente ripetitivo (un modello astratto). Se la non-idealità può essere talvolta considerata un disturbo, è però vero che essa è spesso all'origine di favorevoli proprietà addizionali, molto utilizzate nella ingegneria dei materiali e nella fisica dello stato solido.

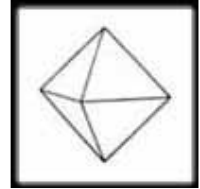
Per comprendere la natura periodica e ordinata dei cristalli sono state utilizzate le leggi di simmetria che regolano la formazione dello stato cristallino ideale, classificando le operazioni con le quali viene assicurata la ripetizione del motivo fondamentale.

Sistemi cristallini

Tutte le forme cristalline si lasciano raggruppare in 7 sistemi cristallini (cubico, tetragonale, esagonale, trigonale, rombico, monoclinico, triclinico). Elementi distintivi di questi sistemi sono gli assi cristallografici e gli angoli formati dagli assi.

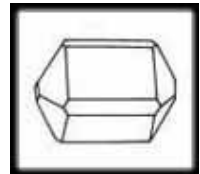
sistema cubico (o monometrico)

Tutti i tre assi sono di uguale lunghezza e in posizione perpendicolare tra loro. Forme cristalline tipiche sono: cubo, ottaedro, rombododecaedro, pentagonododecaedro, icositetraedro, esacisottaedro.



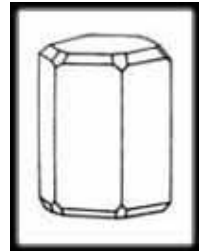
sistema tetragonale

I tre assi sono in posizione perpendicolare tra loro; due hanno la stessa lunghezza e giacciono su un piano, il terzo (asse principale) è più lungo o più corto. Forme cristalline tipiche sono: prismi, piramidi tetragonali, trapezoedri e bipiramidi.



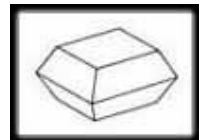
sistema esagonale

Tre dei quattro assi giacciono su un piano, sono di uguale lunghezza e si intersecano con angoli di 120° ; il quarto asse, di misura diversa dai precedenti è perpendicolare rispetto agli altri. Assi e angoli compresi, così disposti, corrispondono al sistema precedente, ma sono diversi gli elementi di simmetria. Forme cristalline tipiche sono: prismi a tre facce, piramidi, romboedri e scalenoedri.



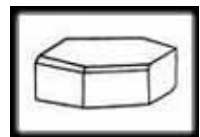
sistema rombico

E' caratterizzato da tre assi di lunghezza diversa perpendicolari tra loro. Forme cristalline tipiche sono: pinacoidi basali, prismi rombici, piramidi e bipiramidi rombiche.



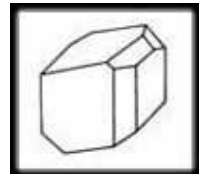
sistema monoclinico

Di tre assi di lunghezza diversa, due sono perpendicolari tra loro, il terzo giace in posizione obliqua. Forme cristalline tipiche sono: pinacoidi, prismi con facce terminali inclinate.



sistema triclinico

Tutti e tre gli assi sono di lunghezza diversa e si intersecano con angoli diversi da 90° . Forme cristalline tipiche sono i pedion.



I 7 sistemi cristallini originano poi 32 classi cristalline se si esaminano le simmetrie che caratterizzano i cristalli.

tralasciamo le numerose leggi della cristallografia e ricordiamo due concetti fondamentali:

reticoli cristallini elementari

(o reticoli elementari di Bravais)

tutte le sostanze minerali cristallizzano in un numero limitato (14) di disposizioni spaziali regolari; dalla combinazione nello spazio di questi reticoli secondo i differenti assi o piani di simmetria si ottengono una serie di:

sistemi e classi di simmetria

includono le forme di cristallizzazione di tutti i minerali conosciuti

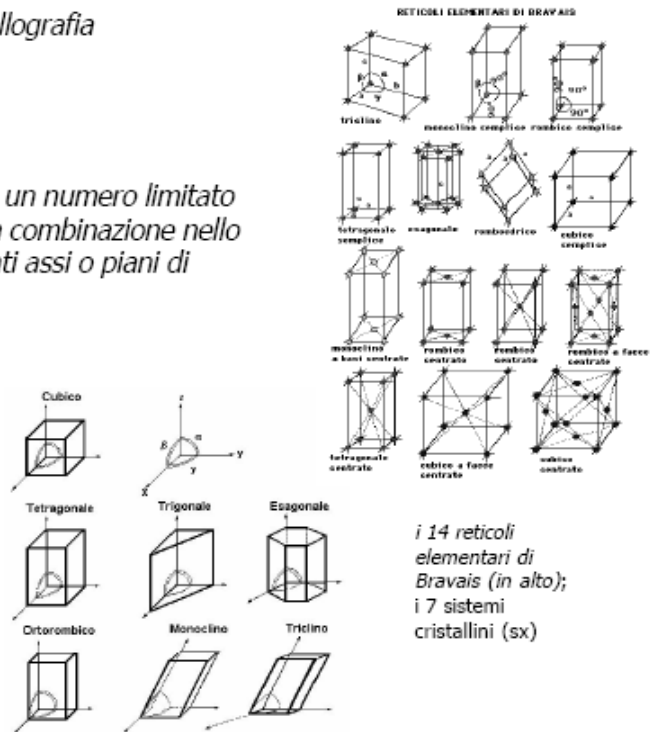
7 sistemi di cristallizzazione

(anche **sistemi cristallini**),
ulteriormente suddivisi in:

32 classi di simmetria,

ciascuna tipica di uno o più minerali

è il fattore principale che determina le proprietà fisiche di un minerale





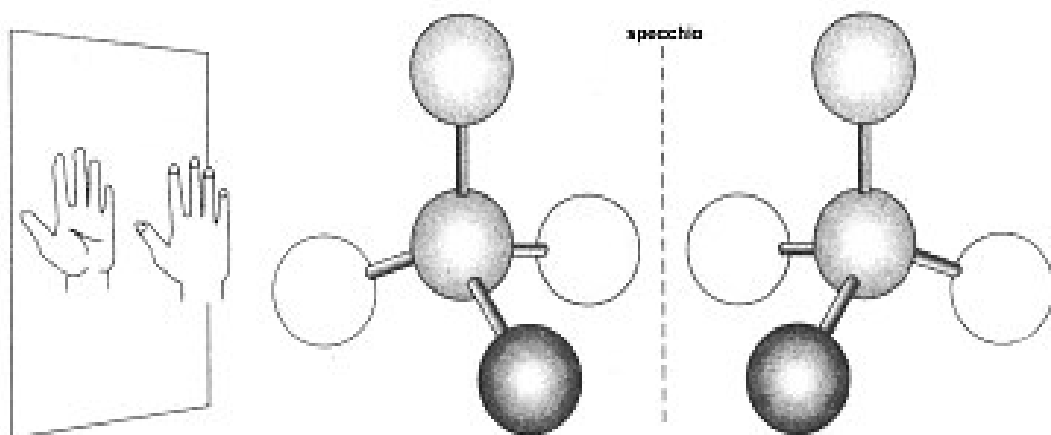
Isomeria ottica

L'isomeria ottica genera una coppia di complessi che sono l'uno l'immagine speculare non sovrapponibile dell'altro. Interviene quando in un composto è presente un atomo di carbonio detto *asimmetrico* o *chirale*, cioè fatto come una mano, in quanto è legato a quattro sostituenti diversi.



i due enantiomeri dell'acido lattico

Le due forme isomeriche rappresentano una coppia di enantiomeri ognuno dei quali ruota il piano della luce polarizzata in un determinato modo. Gli enantiomeri sono detti anche *antipodi ottici* perché ruotano da parti opposte il piano della luce polarizzata. Se l'enantiomero ruota il piano di luce polarizzata a sinistra è detto *levogiro*, indicato col segno -, quello che lo ruota a destra, in senso orario, è detto *destrogiro*, indicato col segno +. Gli enantiomeri hanno uguali proprietà chimiche e fisiche, fatta eccezione per la diversa rotazione del piano della luce polarizzata.



L'isomeria ottica è un'isomeria spaziale.

Il nido violato in Pascoli

Simmetria nella poesia “X Agosto”

X Agosto

San Lorenzo, io lo so perché tanto
di stelle per l'aria tranquilla
arde e cade, perché si gran pianto
nel concavo cielo sfavilla.
Ritornava una rondine al tetto:
l'uccisero: cadde tra i spini;
ella aveva nel becco un insetto:
la cena dei suoi rondinini.

Ora è là, come in croce, che tende
quel verme a quel cielo lontano;
e il suo nido è nell'ombra, che attende,
che pigola sempre più piano.

Anche un uomo tornava al suo nido:
l'uccisero: disse: Perdono;
e restò negli aperti occhi un grido:
portava due bambole in dono.

Ora là, nella casa romita,
lo aspettano, aspettano in vano:
egli immobile, attonito, addita
le bambole al cielo lontano.

E tu, Cielo, dall'alto dei mondi
sereni, infinito, immortale,
oh! d'un pianto di stelle lo inondi
quest'atomo opaco del Male!

ANALISI DELLA POESIA

Il 10 agosto 1867 il padre del poeta fu ucciso da un ignoto mentre tornava a casa, dove lo aspettava la sua famiglia. Questa ferita rimase sempre aperta in Pascoli, e a distanza di 30 anni pubblicò "X agosto". La poesia è dedicata alla scomparsa crudele del padre, dove possiamo trovare alcuni parallelismi strutturali, come la morte della rondine che doveva tornare al nido dai piccoli. Il poeta si riferisce al giorno di San Lorenzo, come lacrime che si stendono nel cielo, esprimono il dolore di un dodicenne che ha appena perso il padre. Il parallelismo di Pascoli lo porta a paragonare una rondine che tornava al tetto con in bocca il verme per i cuccioli e il padre che tornava al nido dalla famiglia.

Il Pascoli nell'ultima quartina implora il Signore lassù, di sopprimere il male, di sopprimere l'odio verso l'assassino di suo padre con una pioggia di stelle. Tuttavia la rondine e l'uomo sono simboli del dolore, della malvagità che sono presenti sulla terra e la lontananza dal cielo esprime il netto divario tra il bene e la giustizia, dalla sofferenza umana.

Analizzando attentamente la poesia possiamo dividerla in due parti

- Prima parte descrittivo - narrativa:

"il pianto del cielo nella notte di S.Lorenzo; la morte della rondine e il suo nido condannato all'abbandono".

- La seconda parte del testo è simmetrica alla prima :

"all'uccisione della rondine corrisponde la morte del padre del poeta", anch'egli tornava al suo nido e anche questo nido è destinato all'abbandono.

- L'ultima strofa richiama la prima:

"Il cielo domina insensibile e lontano su tutto".

La forma metrica della poesia è caratterizzata da sei quartine di decasillabi e novenari alternati con schema di rime alternate. Le rime sono regolari, tranne la rima derivata presente nei versi 9 e 11: tende...attende.

Esaminato il livello ritmico, possiamo notare analogie e simmetrie. Troviamo una simmetria presente tra la prima e l'ultima strofa, tra la seconda e la quarta e tra la terza e la quinta.

L'apertura della poesia è affidata all'immagine del "cielo piangente"; la chiusura allo stesso "pianto insensibile di fronte al dolore di quest'atomo opaco del male".

La simmetria riguarda gli stessi termini : verso 3 "pianto"; verso 23 "pianto". Come la rondine ritornava al "tetto" così nella quarta strofa un uomo tornava "al suo nido", non a caso i termini sono stati invertiti, nido per l'uomo, tetto per la rondine.

Le due storie sono strettamente correlate, intimamente connesse, unite da un comune destino di sofferenza. Ancora in queste due strofe la simmetria ritorna nei termini: II° verso della seconda strofa: "l'uccisero"; II° verso della quarta strofa: "l'uccisero". Cos' anche le situazioni sono simmetriche: la rondine portava un "insetto" ai suoi rondinini, l'uomo portava "due bambole in dono", diversi segni di un uguale affetto.

Troviamo inoltre una forte contrapposizione, presente anche in altre opere pascoliane, tra esterno ed interno, tra alto e basso. Esterno corrispondente al mondo extrafamiliare identificato come il male; interno come famiglia, memorie, legami di sangue; alto come cielo puro, distaccato, insensibile, basso come terra caotica dominata dal male. Nella poesia, infatti, l'alto è il cielo, il basso la terra dove avvengono ingiustizie ed efferatezze; interno è il nido, "la casa romita" vittima e male; l'esterno è il mondo artefice di quel male.



William Blake “complementary opposites”

- “complementary opposites”

We can find a kind of symmetry also in the poetry and in the idea of William Blake. He believed in the reality of a spiritual world but regarded Christianity, and the Church especially, as responsible for the fragmentation of consciousness and the dualism characterising man's life. To this dualistic view he substituted a vision made up not of “contraries”, but of “complementary opposites”. He thinks that without contraries there is no progression, attraction and repulsion, reason and energy, love and hate are necessary to human existence. The possibility of progress, of achieving the knowledge of what we are, lies in the tension between opposites states of mind, not in their resolution by one gaining supremacy over the other.

- The Tiger and The Lamb – Comparison

Blake as a child was an outcast, and didn't have many friends. He was educated from home by his parents and finding sociability difficult. His family believed very strongly in God but did not agree with the teachings of the church. During his lonely hours Blake often read the Bible. He had a lot of free time to think about ideas, reflect on life, and to strengthen his imagination. You could find a lot of biblical discourse in his poems. By the time he was an adult his active imagination allowed him to create vivid poetry and paintings, finally sent him mad! Blake published two very famous books of poems of “Songs of Experience” and “Songs of Innocence”. Poems from the “Songs of Experience” are all about the God who brought all the evil and suffering into the world. The poems from the “Songs of Innocence” are about the redemptive God of the New Testament, like Jesus. “The Lamb” is from the “songs of Innocence”, and “Tiger” from the “Songs of Experience”. “The Lamb” is the contrasting poem to “The Tiger”.



From “The songs of innocent”

The Lamb	L’agnello
<p>Little Lamb, who made thee? Dost thou know who made thee? Gave thee life, and bid thee feed, By the stream and o’er the mead; Gave the clothing of delight, Softest clothing woolly bright; Gave thee such a tender voice, Making all the vales rejoice? Little Lamb, who made thee, Dost thou know who made thee?</p>	<p>Piccolo agnello, chi ti fece? Sai (tu) chi ti fece? Ti diede vita, e ti insegnò a nutrirti Vicino al ruscello e sul prato; Ti diede il vestiario della gioia, Il più soffice vestiario lanoso brillante; Ti diede una tale tenera voce, Facendo tutte le valli rallegrare? Piccolo agnello, chi ti fece, Sai tu chi ti fece?</p>
<p>Little Lamb, I’ll tell thee, Little Lamb, I’ll tell thee; He is called by thy name, For He calls Himself a Lamb; He is meek, and He is mild, He became a little child; I a child, and thou a lamb, We are called by His name. Little Lamb. God bless thee! Little Lamb. God bless thee!</p>	<p>Piccolo agnello, te lo dirò io, Piccolo agnello, te lo dirò io; Lui è chiamato (si chiama) con il tuo nome. Perché Lui si chiama agnello; Lui è mite, e Lui è mansueto, Lui divenne un piccolo bambino: Io, un bambino, e tu un agnello, Noi siamo chiamati con il Suo nome. Piccolo agnello. Dio ti benedica! Piccolo agnello. Dio ti benedica!</p>



from “The songs of experience”

The Tyger	La tigre
<p data-bbox="253 485 748 642">Tyger! Tyger! burning bright In the forest of the night, What immortal hand or eye Could frame thy fearful symmetry?</p> <p data-bbox="261 688 740 846">In what distant deeps or skies Burnt the fire of thine eyes? On what wings dare he aspire? What the hand dare seize the fire?</p> <p data-bbox="224 892 776 1047">And what shoulders, and what art Could twist the sinews of thy heart? And, when thy heart began to beat, What dread hand? and what dread feet?</p> <p data-bbox="240 1094 760 1251">What the hammer? what the chain? In what furnace was thy brain? What the anvil? what the dread grasp Dare its deadly terrors clasp?</p> <p data-bbox="220 1297 779 1455">When the stars threw down their spears, And watered heaven with their tears, Did he smile his work to see? Did he who made the lamb make thee?</p> <p data-bbox="261 1501 740 1659">Tyger! Tyger! burning bright In the forest of the night, What immortal hand or eye Dare frame thy fearful symmetry?</p>	<p data-bbox="834 485 1382 642">Tigre! Tigre! ardendo lucente Nella foresta della notte, Che immortale mano o occhio Poté forgiare la tua paurosa simmetria?</p> <p data-bbox="821 688 1395 888">In che distanti profondità (mari) o cieli Bruciava il fuoco dei tuoi occhi? Su quali ali osò egli (i l t u o c r e a t o r e) aspire? Che mano osò afferrare il fuoco?</p> <p data-bbox="824 934 1391 1165">E che spalle, e che artificio Riuscì a intrecciare le fibre del tuo cuore? E, quando il tuo cuore incominciò a battere, Che terribile mano? e che terribili piedi?</p> <p data-bbox="857 1211 1359 1411">Che martello? che catena? In che fornace fu il tuo cervello? Che incudine? che terribile morsa Osò i suoi (del tuo cervello) mortali terrore afferrare?</p> <p data-bbox="849 1457 1370 1688">Quando le stelle buttarono giù le loro lance, Ed annaffiarono il cielo con le loro lacrime, Sorrise al vedere il suo lavoro? Colui che fece l'agnello fece te?</p> <p data-bbox="837 1734 1382 1892">Tigre! Tigre! ardendo lucente Nella foresta della notte, Che immortale mano o occhio Osò forgiare la tua paurosa simmetria?</p>

The main question that I feel that Blake is asking in the two poems is that how can the same God make such a vicious animal and also make such an innocent animal. In "The Tiger" the God in it is strong, dark and sinister. He is described as a dark blacksmith. The next quotation shows this. "What hammer? What chain...dare its deadly terrors clasp"?

This comes from the end of verse four. The mention of tools and the dark line at the end gives me the image of a God working in a hot and fiery hell. This image would have reminded readers of the factories of the industrial revolution. Blake in verse four is all questions, to show that there is a lot of confusion in the verse.

In "The Lamb" the poem is very well structured. In the first verse it has the questions and in the second verse it has all the answers. If you were only to look at the poem briefly you would believe it was a children's poem. You would think this because of the simple vocabulary, and also if you notice, the poem uses soft alliteration "little lamb" this would give it a much softer feel to the poem, and so therefore some people might mistake it for a children's poem. Blake was a very holy person. He often put biblical discourse into many of his poems. I found some discourse in "The Lamb" the next quotation shows this. "He is meek, and he is mild"

This quotation is from the New Testament, where God was forgiving, where was in the Old Testament God was believed to punish people for their sins. The fact that there is biblical discourse in "The Lamb" is inspiring and gives as a sense of hope. The lack of biblical discourse in "The Tiger" gives the reader a sense of lack of reprieve, lack of hope "prison" of the world and all the terrible social injustice going on, like the French and Industrial Revolution which Blake felt were both negative. The Industrial Revolution because people were forced to work in very bad conditions. The French Revolution because thousands of people were killed by the guillotine. Another reference that "The Tiger" is an evil creature is the Greek myth of Prometheus. "The Tiger" is almost described like a Sun "burning bright" by Blake. This use of imagery reminds the reader of Prometheus who was sentenced to eternal torture (being pecked at by an eagle everyday) by the Gods because he stole fire from them, and gave it to the people. The creator of the tiger must be a rebel or God like Prometheus. Thus links to the image of hell. Suggests that the creator might be Satan. Also this links to French Revolution, the revolutionaries were known as Tigers.

Blake uses a lot of visual imagery in the poem to convey his message to the people. In "The Tiger" the nobles fought back against the French republic in the French Revolution. Or it could be a reference to the original battle between good and evil. Where the angels threw down their spears towards Satan. The next quotation shows this "when stars threw down their spears and water the heavens with their tears. At the time when Blake wrote his poem, the industrial revolution was going on, and because of his imagery you could almost hear the banging and clanging of the machines and the battles of the French Revolution. The next quotation shows this "What the hammer ...what the anvil" This reminds us of a blacksmith, banging on the anvil with the hammer, like the noise of the machines was making in the Industrial Revolution.

If you want to look at the structure of the poems you will be able to see that "The Tiger" is written in quatrains and "The Lamb" written in longer verses. The rhythm of "The Tiger" to me feels like the rapid beating of the heart beating suggesting the reader is scared. The long slow few verses in

“The Lamb” reminds me of the slower heart beat when you are calm, and relaxed. The fast beating rhythm could also mean that use to scare the reader who is reading the poem or it suggest the marching of the soldiers in the French Revolution. Coupled with the picture of hell it would really scare people in Blake’s time because the tiger was a new creature then, and also they were very superstitious. A newspaper at the time reported how an English aristocrat had been mauled to death by a tiger. The article included a description of the burning bright eyes of the beast and mentioned its fearful symmetry. (Is this where Blake got his ideas from?) I think that the message Blake is trying to give is that life is very unfair. He was very angry about social injustice that is why there are so many refs to the Industrial and French Revolution. He does this because he wanted something the readers of his time could relate to, and also to show how he felt about the Revolutions. “The Tiger” is fifteen questions, and no answers. While “The Lamb” has seven questions, and answers to all of the questions. Maybe he is trying to say that the world is a very confused place, and no one knows any answers.

There is usually an opposite poem from the other book. In this case “The Lamb” is the opposite of “The Tiger”. Before you even read the poem you can tell by the title that they are opposite. The tiger is the predator, and the lamb the prey of the tiger. “The Tiger” brings the mood of power, dark and dangerous. The next quotation shows this “Burnt the fire in thine eyes”

This sentence has fire in it like hell it is hot, and sweaty. India is also hot and sweaty, where the tigers come from. The Lambs brings the mood of calm, reassuring, and happiness. The next quotation shows this “By the stream and over the mead”

This is because to me a field with sheep and a stream only appears in dreams, and so it too is like a dream, and a fantasy of mine, and it is also a sign of hope, because in those days the industrial revolution was taking place, and fields and open space would be disappearing, in its place would be smoggy factories. This imagery by Blake I find is very effective.

La creatività tra simmetria e asimmetria

Nell'ambito degli sviluppi teorici della psicoanalisi, il pensiero di Ignacio Matte Blanco, in virtù della capacità di coniugare la riflessione psicoanalitica sulla mente umana con la teoria degli insiemi e la logica matematica e con i grandi temi della riflessione filosofica riguardanti il rapporto fra essere e divenire e fra infinito e finito, non può non suscitare grande interesse fra i professionisti e gli appassionati di scienze umane.

La teoria di Matte Blanco viene elaborata a partire da un ripensamento delle caratteristiche dell'inconscio descritte da Freud (assenza di reciproca contraddizione e negazione; spostamento; condensazione; assenza di tempo; sostituzione della realtà esterna con la realtà psichica), che condurrà alla affermazione dell'esistenza, accanto alla logica classica (o bivalente) governata dal principio di non contraddizione, di *un'altra logica*, in cui agisce il *principio di simmetria*. La logica bivalente opera perlopiù con relazioni asimmetriche. Una relazione asimmetrica è caratterizzata dal fatto che il suo inverso non è identico alla relazione originaria. Ad esempio, "Lucia è la madre di Marianna" è una relazione asimmetrica poiché il suo inverso "Marianna è la figlia di Lucia" è differente dalla relazione iniziale.

Il principio di simmetria, invece, tratta l'inverso di ogni relazione come identico alla relazione originaria, per cui, per rimanere all'esempio citato, "Lucia è la madre di Marianna" comporta che "Marianna è la madre di Lucia". Il principio di simmetria è incompatibile con i concetti di tempo, spazio, movimento, con la distinzione fra la parte e il tutto e, in generale, con qualsiasi nozione di ordine. Infatti, quando si applica il principio di simmetria al tempo si ha che "l'istante a precede l'istante b" e "l'istante b precede l'istante a", a cui consegue l'impossibilità di ordinare temporalmente i fenomeni. Un procedimento analogo conduce alla dissoluzione di tutti gli altri concetti basati su un qualsivoglia ordine.

Il principio di simmetria agisce all'interno della logica bivalente dando vita a quella che Matte Blanco definisce *logica simmetrica*. Logica bivalente e logica simmetrica, o meglio, un intreccio di entrambe detto *bi-logica* è ciò che contraddistingue le caratteristiche del sistema inconscio e le emozioni.

L'intera vita psichica è vista come un particolare tipo di struttura bi-logica -chiamata *stratificata costitutiva* - organizzata in strati che vanno dalla asimmetria pura del pensiero cosciente e definito all'indivisibile in cui tutte le cose sono un'unica unità inscindibile, passando per strati intermedi in cui le simmetrizzazioni intervengono via via in maniera più estesa.

Le due logiche (bivalente e simmetrica) inducono Matte Blanco ad affermare la presenza, costitutiva e insopprimibile, nell'uomo di due modi di essere: il simmetrico (o indivisibile) e l'asimmetrico (o eterogenico o dividente). Il modo di essere simmetrico tende ad unificare ogni cosa in un tutto indiviso; mentre il modo di essere asimmetrico mira a distinguere ciascuna entità da ogni altra.

"Conscio" e "inconscio" divengono, in questa prospettiva, qualità o proprietà rispettivamente del modo di essere asimmetrico e del modo di essere simmetrico. Quest'ultimo è inconscio non per sua natura, ma a causa dei limiti costitutivi del modo asimmetrico che non può contenerlo. Infatti il modo asimmetrico, potendo considerare solo un aspetto alla volta, non può includere il modo simmetrico in cui vige indivisione e mancanza di separazione fra entità.

L'indivisione è effetto della infinita dimensionalità dell'essere simmetrico, che, in quanto tale, non può essere colto dal modo asimmetrico il cui dominio è quello delle quattro dimensioni (tre spaziali e una temporale).

In Matte Blanco dunque l'uomo è quella realtà in cui l'essere e il divenire, l'infinito e il finito convivono. Il finito è la coscienza che non può prescindere dalle quattro dimensioni spazio-temporali; l'infinito è l'essere simmetrico inconscio in cui tutte le cose sono una sola unità senza tempo.

La bi-modalità (i due modi di essere) costitutiva e ineliminabile, unitamente alle logiche che la esprimono (logica bivalente; logica simmetrica; e un insieme di entrambe detto bi-logica), si riversa nel prodotto artistico, che, in tal senso, appare particolarmente rivelatore dell'essere dell'uomo.

La creatività in Matte Blanco

In *Creatività ed Ortodossia* [3] viene affrontato il problema del significato inconscio dell'atto creativo, sia esso di natura scientifica, artistica, filosofica, ecc.

si esplicita altresì in che cosa consista la creazione e quali siano le capacità che contraddistinguono la persona creativa. In merito alla prima questione, Matte Blanco, differenziandosi dalle concezioni maggiormente diffuse che considerano la creazione come l'esito di un processo psichico nuovo, afferma che, in verità, creare significa portare alla luce qualcosa di già presente nel creatore seppure in maniera occulta, poiché inconscia. Creare viene così a coincidere con l'operazione di tradurre, asimmetrizzando, aspetti dell'essere simmetrico, ovvero di estrarre dalla totalità indivisa delle relazioni a vantaggio della coscienza che ne risulta arricchita.

In riferimento a ciò l'individuo creativo appare caratterizzato dalla capacità di accedere al proprio inconscio ovvero alle zone di maggiore simmetria, risalendo da un oggetto alla classe di cui fa parte per estrarne un altro membro. Tale abilità contraddistingue i soggetti schizofrenici che, tuttavia, non possono essere considerati dei creatori, perché manca loro la seconda abilità necessaria alla creazione, ovvero la capacità di operare differenze fra gli elementi della classe. Dunque, la persona creativa è quella che riesce ad attingere ad entrambi i modi di essere (simmetrico o indivisibile e asimmetrico o eterogenico) e a integrarli nel prodotto creativo.

Un test sull'indagine della personalità che parte proprio dall'osservazione di macchie simmetriche è quello denominato “**macchie di Rorschach**”, così chiamato dal nome del suo creatore, uno psichiatra svizzero vissuto a cavallo del XIX e XX secolo.

Il test si compone essenzialmente di 10 tavole, su ciascuna delle quali è riportata una macchia d'inchiostro simmetrica: 5 monocromatiche, 2 bicolori e 3 colorate. La scelta delle tavole, il loro ordine di presentazione, e le loro caratteristiche formali e contenutistiche richiesero molti anni di ricerche e tentativi da parte di Hermann Rorschach. Le tavole vengono sottoposte all'attenzione del soggetto una alla volta e, per ciascuna e senza limiti di tempo imposto, viene chiesto di esprimere tutto ciò cui la macchia somiglia, secondo il soggetto.

Non esistono risposte giuste o sbagliate, ma dall'interpretazione delle risposte date a ciascuna macchia è possibile - a seconda del tipo di siglatura e di approccio teorico interpretativo - delineare un profilo per attitudini, un profilo di personalità e identificare eventuali nodi problematici del soggetto. È un test molto usato in ambito clinico, e là dove sia necessario esplorare le dinamiche interpersonali.



Nella figura un esempio **figure indefinite e simmetriche** ottenute dalla piegatura di un foglio di carta su cui è stata deposta una certa quantità di inchiostro (sono 10 le tavole oggi utilizzate per l'analisi) che vengono mostrate al soggetto richiedendone una interpretazione del significato.

Guerre simmetriche e asimmetriche

Gli sconvolgimenti degli ultimi anni hanno portato alla nascita di nuove locuzioni per definire i conflitti: si parla, quindi, di guerre asimmetriche, contrapposte alle guerre simmetriche tradizionali. La guerra asimmetrica è quella combattuta da un paese o da una coalizione di paesi in possesso di una notevole superiorità tecnologica contro avversari che non sono in grado di fronteggiare il nemico sullo stesso terreno e ricorrono pertanto a metodi bellici di tipo tradizionale, come la guerra insurrezionale e la guerriglia.

Guerra simmetrica è quella combattuta tra forze armate dotate di armamenti ed apparati tecnologici tra loro paragonabili, anche se differenti in quantità e qualità [L. Incisa di Camerana, Stato di guerra 2001].

Nelle guerre asimmetriche esiste una forte sproporzione tra i due contendenti, tanto che gli asimmetrici, più deboli, si servono di metodi come l'insurrezione e la guerriglia, ma anche il terrorismo dei kamikaze, oltre che di alcuni strumenti più "moderni" (pirateria informatica, ecoguerra, bioterrorismo).

La guerra fredda è stata una guerra simmetrica virtuale, terminata con la sconfitta dell'Urss, uscita stremata dalla continua gara tecnologica con l'avversario. Ma le guerre simmetriche si possono verificare anche a un basso livello di tecnologia. E' stato questo il caso dei conflitti tra Iran e Iraq e tra Etiopia ed Eritrea, nei quali gli stati maggiori, a somiglianza di quanto avvenne durante la Prima guerra mondiale, non si sono fatti scrupolo di sacrificare un numero enorme di vite umane per tentare di portare a compimento le proprie offensive. La premessa delle guerre asimmetriche è invece l'enorme disparità tecnologica dello strumento militare che separa i contendenti. Sulla carta, lo Stato che possiede le forze armate più tecnologicamente avanzate dovrebbe avere già vinto in partenza, anche se il caso del Vietnam, avvenuto comunque in un contesto storico diverso dall'attuale, costituisce una memorabile eccezione a questa regola.

La guerra della Nato contro Belgrado è stata, secondo questo schema, semi-simmetrica e asimmetrica nello stesso tempo. I bombardamenti sulla Jugoslavia, un Paese industrialmente sviluppato, anche se a un livello meno elevato di quello della coalizione avversaria, ne hanno infatti fiaccato la resistenza. Nella situazione specifica del Kosovo, l'arma aerea ha invece ottenuto scarsi risultati, non impedendo, secondo Incisa di Camerana, la prosecuzione della repressione etnica da parte dei serbi e non intaccando il loro potenziale militare. I bombardamenti quindi non bastano, perché per vincere davvero le guerre, raccogliendo cioè i frutti politici dei successi militari, occorre comunque controllare il territorio. Incisa di Camerana, da questo punto di vista, sembra quindi concordare con quegli esperti militari critici verso la strategia del Pentagono, che appare esclusivamente indirizzata a ricercare una sempre maggiore superiorità tecnologica, in realtà già smisuratamente ampia rispetto ai potenziali nemici, al fine di evitare perdite umane, anche di numero assai ridotto, nelle proprie file. Andrea Nativi, biasimando l' "innamoramento" per la guerra tecnologica del team per la Sicurezza nazionale statunitense, ha scritto su "Limes" che questa strategia ha "il grave difetto di funzionare in un contesto relativamente convenzionale, un confronto tra Stati, possibilmente con regimi politici democratici, industrializzati e i cui cittadini hanno uno standard di vita se non elevato almeno decente". I potenziali nemici degli Usa, secondo il direttore della "Rivista Italiana Difesa", avendo imparato la lezione della guerra del Golfo e di quella contro la Jugoslavia, non accetteranno più il terreno di scontro convenzionale troppo favorevole agli americani. Invece di farsi massacrare dall'alto difendendo le proprie posizioni, potrebbero decidere di abbandonarle senza combattere, per poi reagire col terrorismo e con la guerriglia.

Il caso Somalia pare confermare queste valutazioni. In quello che è considerato il più emblematico dei cosiddetti "Stati falliti" gli occidentali, disabituali allo scontro sul campo, non riuscirono a tenere a freno i capibanda locali con le loro milizie sommariamente armate. In quella occasione bastarono "solo" diciotto morti per convincere gli americani a levare le tende in fretta e furia e a

decretare il grottesco e clamoroso fallimento della missione Onu. La guerra "posteroica" come la chiama Luttwak, in cui si bombarda il nemico da distanze di assoluta sicurezza, può essere una scelta che paga solo a metà, se non si impiegano anche la fanteria e le truppe speciali per controllare il territorio e mettersi definitivamente al riparo da ogni futura minaccia. L'11 settembre sembra, in effetti, avere cambiato l'atteggiamento degli americani anche da questo punto di vista. Rendendosi conto che i soli bombardamenti, in un Paese già misero e devastato come l'Afghanistan, sarebbero serviti a poco, gli strateghi del Pentagono, non volendo mettere a rischio i propri uomini, la fanteria l'hanno "comprata" sul posto, organizzando una coalizione di signori della guerra appartenenti ad etnie e fazioni ostili ai talebani.

La questione principale delle guerre di questa fase storica che sono, in ultima analisi, le guerre dell'iperpotenza americana più o meno affiancata dagli europei in posizione estremamente subordinata, non è tanto quella della vittoria dal punto di vista militare, che non è mai in discussione, ma del concetto stesso di vittoria. Quando la si ottiene veramente? E' sufficiente sconfiggere e umiliare il mostro di turno oppure bisogna anche tenere conto di tutte le ricadute politiche della propria azione militare?

A mio avviso la risposta è duplice. Dal punto di vista del rafforzamento del nuovo ordine mondiale a egemonia statunitense, anche il solo "spettacolo" della vittoria militare, ottenuta grazie a una straordinaria capacità bellica e tecnologica, serve agli Usa per diffondere, nell'opinione pubblica planetaria, l'immagine della propria "superiorità", sia come potenza statale sia come modello sociale, e per scoraggiare le ambizioni di autonomia di eventuali potenze emergenti.

Dal punto di vista geopolitico ogni situazione fa invece storia a sé e la necessità di intervenire ripetutamente in prima persona costringe Washington a "compromettersi" in una troppo estesa strategia di alleanze spesso contraddittorie e incoerenti. Per fare un solo esempio, siamo proprio sicuri che, anche in considerazione della lotta per il controllo delle rotte petrolifere del Mar Caspio, sia stato un grande successo che i russi si siano riappropriati di un ruolo importante in Afghanistan?

Tipiche guerre asimmetriche: quelle coloniali

Tipiche guerre simmetriche : nell'800

Simmetria emusica

La nozione di simmetria ha sempre fatto parte di tutti i linguaggi musicali: in fondo, la costituzione del senso musicale è basata sulla dialettica tra invarianza e trasformazione e sulla sua articolazione nel tempo. La simmetria permea tutti gli aspetti della musica, dai parametri microscopici del timbro ai periodi formali e persino all'articolazione di un concerto.

Pertanto sarebbe utopico cercare di descrivere tutti gli aspetti nei quali i concetti legati alla simmetria trovano applicazione musicale; e d'altra parte, non ho la competenza necessaria. Mi hanno colpito però, le *Variazioni* per pianoforte op. 27 di Anton Webem (1937).

Le *Variazioni* sono suddivise in tre movimenti brevissimi che rappresentano tre insiemi di variazioni su un tema il quale appare nell'ultima variazione.

Durante le variazioni vengono usate altre forme della stessa serie (inversioni, retrogradi, inversioni retrograde). Gli esperti ritengono che raramente la dodecafonia ha trovato in un lavoro compiuto una applicazione rigorosa e radicale paragonabile a quella delle *Variazioni* weberniane.

Spiegandone alcune caratteristiche con terminologie non tecniche e assolutamente imprecise, si potrebbe dire che le variazioni sono ottenute operando delle simmetrie sulle note del tema, in particolare simmetrie lungo l'asse temporale e lungo l'asse delle frequenze.

III

Ruhig fließend $\text{♩} = ca 60$

3 11 10 2 1 0 6 4 7 5 9 8
+8 -1 -8 -1 -1 +6 -2 +3 -2 +4 -1

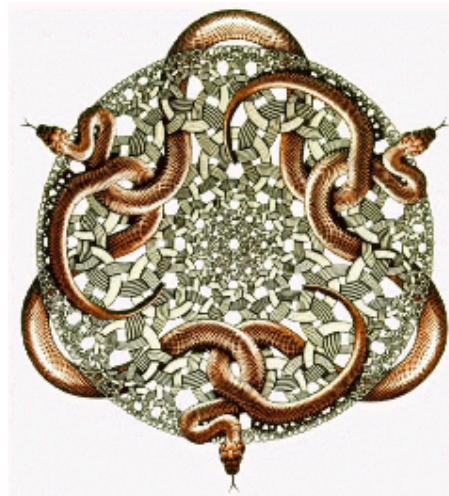
Simmetria nell'arte

Per parlare di simmetria nell'arte occorrerebbe molto spazio, si potrebbe esaminare l'arte antica ed arrivare fino ai nostri giorni per scoprire quale è stato nelle varie epoche e nelle varie correnti il ruolo giocato dalla simmetria. Mi limito a riportare alcuni esempi di opere in cui la simmetria è evidente.

.....nella pittura

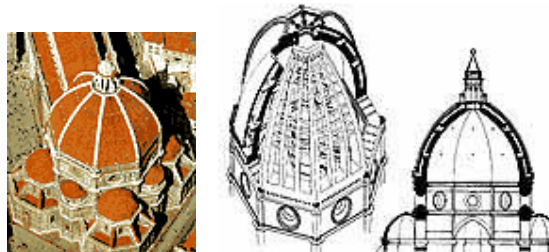


Ultima cena -- Salvador Dalí



Serpenti - Maurits Cornelis Escher

.....nell'architettura.....



Duomo di S. Maria del Fiore (Firenze)



La Alhambra –Granada Spagna

.....nel design



Poltroncine – Louvre Parigi



Lampadario

.....

Bibliografia

Libri

- ⇒ Libri di testo adottati nella mia classe
- ⇒ Betti, Marchetti, Rossi - Simmetria: una scoperta matematica - Polipress
- ⇒ Odifreddi – La matematica del novecento – Einaudi
- ⇒ Ludovico Incisa di Camerana – Stato di guerra – Ideazione Editrice
- ⇒ La simmetria tra ordine e disordine – Tesi di Laurea di Antonella Di martino – Università degli studi di Pisa

Siti web

- ⇒ <http://it.wikipedia.org>
- ⇒ <http://www.matematita.it> (per le immagini)
- ⇒ <http://digilander.libero.it/initlabor/musica-simmetria/nozione-musicale-simmetria.htm>
- ⇒ http://www.centronaturalistico.sm/index.php?option=com_content&task=view&id=77&Itemid=