**Science & Philosophy** Volume 7(2), 2019, pp. 83-112

# Is the golden section a key for understanding beauty? Part III (La sezione aurea è una chiave per la comprensione del bello?) Parte III

Franco Eugeni*
Luca Nicotra°

**Abstract♥**
Our goal is to prove that the golden section, however important, is not the only key to understand a mathematical-formalizing approach to the idea of beauty. Having developed, from this point of view, reading keys linked to the post-modern, it is necessary to link together the multiple rivulets of knowledge that gather in this direction. Moreover the canons of the approaches presented up to now are very indicative for the understanding of many aspects of beauty, which however depends on the historical moment and the cultures created in the various civilizations. Therefore we can affirm that there is no effective definition of "beauty" that can be codified through fixed canons, but that the concept is expressed by a series of stratifications and interpretations that tend to link several major variations, expressing the various answers given by man to the question: what is the beauty?

**Keywords:** Golden section, golden number, beauty, golden rectangle, fractals.

---

* Teramo University. Full Professor of Logics and Science Philosophy,Teramo, Italy; eugenif3@gmail.com.
° Cultural Association "Arte e Scienza", President. Mechanical Engineer and Editor in charge of the *ArteScienza* magazine, of the *Bollettino dell'Accademia di Filosofia delle Scienze Umane* magazine and of the *Periodico di Matematica* magazine, Rome, Italy; luca.nicotra1949@gmail.com.
♥ Received on June 29th, 2019. Accepted on August 28th, 2019. Published on December 31th, 2019. doi: 10.23756/sp.v7i2.470. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765.
©Eugeni and Nicotra. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

**Sunto**

Nostro obiettivo è provare che la sezione aurea, per quanto di importanza notevole, non è l'unica chiave per comprendere un approccio matematico-formalizzante dell'idea di bellezza. Essendosi sviluppate, da questo punto di vista, chiavi di lettura legate al post-moderno, occorre legare tra loro i molteplici rivoli di saperi che si addensano in questa direzione. Inoltre i canoni degli approcci fino ad oggi presentati sono molto indicativi per la comprensione di numerosi aspetti della bellezza, che però dipende dal momento storico e dalle culture createsi nelle varie civiltà. Pertanto possiamo affermare che non esiste una effettiva definizione del "bello" che possa essere codificata attraverso canoni fissi, ma che il concetto si esprime con una serie di stratificazioni e interpretazioni che tendono a collegare fra loro numerose varianti principali, esprimenti a loro volta le varie risposte date dall'uomo alla domanda: cosa è il bello?

**Parole chiave:** Sezione aurea, numero aureo, bellezza, rettangolo aureo, frattali.

# 12 La sezione aurea non basta più! Tra bellezza e stupore: matematica e idee

Molti cultori di quella matematica connessa con la "divina proporzione"coltivano l'idea di un "canone estetico" incentrato appunto sull'idea di regolarità delle forme e quindi, sostanzialmente, di misura.

L'idea nasce con Luca Pacioli nella sua opera *De Divina Proportione.* A Pacioli fece seguito la scuola neoplatonica/neoplotiniana fiorentina alla quale aderirono personaggi come Marsilio Ficino e altri, che influenzarono i grandi pittori del tempo (Sandro Botticelli, Raffaello Sanzio, Michelangelo Buonarroti) che della divina proporzione fecero uso continuo nelle loro opere. Ma se ben osserviamo le opere prodotte ai tempi del barocco, è facile accorgersi che la bellezza si è allontanata da quell'idea della affannosa ricerca della regolarità, in quanto già da allora si inizia a pensare che il "senso del bello" sia molto di più della regolarità e quindi presente anche in quelle forme ove le non-regolarità non appaiono chiaramente espresse e talvolta addirittura non esprimibili.

Con l'avvento del post-moderno nascono idee nuove e con esse numerosi oggetti. Tali oggetti, oramai tutti codificabili in sequenze binarie e quindi facilmente trasportabili e accessibili via Internet, nascono dalle idee trasferite in scritti, dalle immagini, dalle irregolarità, dalla confusione o se si vuole dall'interesse causato da certi prodotti della cultura, siano essi di natura musicale, filmica, poetica o letteraria, specie quando esse tendono a sfuggire sia al controllo degli esperti sia alle analisi di mercato e al controllo della qualità. Spesso accade, misteriosamente, che tra due prodotti di uno stesso genere, di qualità press'a poco equivalente, uno sbanca sul mercato, l'altro è destinato a prematura sparizione. Tale fenomeno è ben noto[94] come *Effetto formicaio*. Spesso è il primo prodotto a essere giudicato bello mentre il secondo non è giudicato tale, indicando una identità, tipica del mondo attuale, tra l'essere bello e l'essere accettato dalla massa.

Cominciamo, in questo paragrafo, a parlare delle idee, le belle idee[95] che si traducono in fatti concreti.

Vogliamo, per questo, occuparci in primo luogo, del cosiddetto *principio del cassetto* (*pigeonhole principle*) e di qualche sua applicazione. Anche se molto semplice, l'uso di questo principio esprime molto bene il modo di ragionare della matematica discreta, traducibile anche in amabili osservazioni salottiere. Spesso, per illustrare con una rapida battuta il modo di ragionare della combinatoria, si parla del *principio del pecoraio*: se vuoi contare le pecore del gregge, conta le zampe e dividi per quattro. La battuta, che esprime una specie di assurdità, è sicuramente di buon effetto, esprime il fatto che si può contare anche in modi impensabili.

Il nome inglese *pigeonhole principle* deriva dal fatto che se un certo numero di piccioni vogliono appollaiarsi sopra un certo numero di trespoli (o entrare in certi cassetti) in numero minore dei piccioni stessi, allora almeno su un trespolo ci saranno almeno due piccioni. La validità del principio è dunque ovvia, e nulla deve essere provato. Esemplifichiamo.

<u>Problema 1</u> - In ogni insieme di 13 o più persone, almeno due compleanni cadono nello stesso mese.

Se le persone sono i piccioni (in numero di 13) e i trespoli sono i mesi (in numero di 12) due persone sono nello stesso trespolo-mese!

<u>Problema 2</u> - In ogni insieme di 366 o più persone, almeno due sono nate lo stesso giorno.

Le persone-piccioni sono 366 e i giorni-trespoli sono 365 in un anno.

---

[94] Franco Eugeni, Ezio Sciarra, Raffaele Mascella, *Matematica ed Arte: il senso del bello*, in TABULARIA A.MMX (S.S.Quator Coronatorum),"academia" editrice d'Italia e San Marino, 2010.

[95] Le idee contenute in questo paragrafo e le formule riportate nel paragrafo successivo sono riprese, in forma semplificata, da: Franco Eugeni, *Le due rivoluzioni matematiche del Secolo: da Bourbaki alla matematica del discreto*, dedicato dall'Autore al padre, prof. Carlo Eugeni, nel giorno del suo 80° compleanno, «Periodico di Matematiche», Serie VI, Vol 68, N1, Roma, (1981) pp.3-21.

Problema 3 - In ogni insieme di un milione di persone, almeno due hanno lo stesso numero di capelli.

Basta sapere che ogni persona-piccione ha meno di un milione di capelli.

E ora qualcosa di più difficile.

Problema 4 - In ogni insieme di 12 numeri (distinti) ne esistono almeno due la cui differenza è divisibile per 11.

Siccome il resto della divisione di un numero positivo per 11 è un numero tra 0 e 10, almeno due dei numeri dati hanno Io stesso resto. Ciascuno di questi due è un multiplo di 11 più un reso eguale per entrambi. Segue che la differenza dei due, eliminati i resti è un multiplo di 11. In formule siano a e b (con $a>b$) i due numeri che divisi per 11 hanno eguale resto r, allora risulta $a= 11\,h+r$ e $b=11\,k + r$, da cui $a - b = (h - k)\,11$.

Molte problematiche di tipo combinatorio possono essere presentate in modo salottiero anche quando la matematica sottogiacente non è semplice. Può essere interessante consultare volumi dedicati alla Matematica Discreta, ove appare il principio del doppio conteggio.[96]

Concludiamo questo paragrafo con un ulteriore principio noto con il nome di *principio del doppio conteggio*.[97]

Dati due insiemi finiti A e B, vogliamo contare gli elementi di una parte R dell'insieme delle coppie ordinate che come è usuale si denota con A X B. Possiamo contare per questo il numero N delle coppie di R nei seguenti due modi diversi:

Si fissi l'elemento x nell'insieme A. Denotiamo con N (x, —) il numero delle coppie di R, aventi x al primo posto. Allora $N = \sum N(x, —)$ somma estesa al variare di x in A.

Nell'insieme Si fissi $y \in B$. Denotiamo con N (—, y) il numero delle coppie di R, aventi y al secondo posto. Allora $N = \sum N(—, y)$ somma estesa al variare di y in B.

Vediamo alcuni esempi applicativi.

Problema 5 - Calcolare il numero dei lati di un cubo tridimensionale.

[96] Vedasi ad esempio Mauro Cerasoli, Franco Eugeni, Marco Protasi, *Elementi di Matematica Discreta*. Bologna, Zanichelli, 1988.

[97] Ibidem.

Sia F l'insieme delle 6 facce ed S l'insieme degli spigoli di cui si vuole trovare il numero s. Sia R l'insieme delle coppie faccia-spigolo appartenentisi in numero di N. Risulta:

N (x, —) = 4 (ogni volta che x è fissato in F)
N = ∑ N (x, —) = 24 ( somma estesa al variare di x in A)
N (—, y) = 2 (ogni volta che y è fissato in S)
N = ∑ N (—, y) = 2 s (somma estesa al variare di y in B).

Dall'eguaglianza 24 = N = 2s segue s = 12.

Naturalmente questo numero si poteva stabilire anche, e facilmente, contando gli spigoli su un modello, anche mentale, di cubo, ma la cosa non è così banale nel caso che segue:

<u>Problema 6</u> - Calcolare il numero dei vertici e degli spigoli di un dodecaedro regolare.

Il dodecaedro ha 12 facce pentagonali. Sia F l'insieme delle f = 12 facce pentagonali del dodecaedro e sia S l'insieme degli spigoli di cui si vuole trovare il numero s. Sia R l'insieme delle coppie faccia-spigolo appartenentisi in numero di N. Risulta:
N (x,—)= 5 (ogni volta che x è fissato in F), N(-,y)= 2(ogni volta che y è fissato in S)
Dunque:

$$N = \sum N(x, —) = 12x5 = \sum N(—, y) = 2x\ s \quad \text{da cui } s = 30.$$

Sia ora V l'insieme dei vertici in numero di v. Contiamo le coppie vertice-spigolo appartenentisi. Per ogni vertice passano tre spigoli. Per ognuna delle 12 facce ci sono 5 spigoli. Allora:

*N (*x,—)= *3* (ogni volta che x è fissato in V), N(-,y)= 3*(*ogni volta che y è fissato in S)

$$N = \sum N(x, —) = vX3 = N = \sum N(—, y) = 12X5 \quad \text{da cui } v = 20.$$

<u>Problema 7</u> - Su un pallone da football ci sono disegnati un insieme P pentagoni ed un insieme E di esagoni. Ogni pentagono ha un lato comune con un esagono. Ogni esagono ha tre pentagoni e tre esagoni adiacenti. Sapendo che sul pallone ci sono 12 pentagoni, vogliamo sapere il numero degli e esagoni.

Si ha per le coppie penta-esagoni adiacenti N (x,-) = 5 e N (-, y)=3, da cui 12X 5 = 3Xe,  da cui  e = 20.

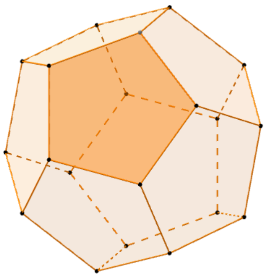

Figura 38 – Dodecaedro regolare.

Il paradosso del compleanno afferma che la probabilità che due  persone in un gruppo compiano gli anni lo stesso giorno è largamente superiore a quanto potrebbe dire l'intuito! In tale caso il termine paradosso non è da intendersi nel senso di una contraddizione logica (antinomia), ma nel senso che la verità matematica contraddice l'intuizione naturale. Fu il matematico austriaco Richard Von Mises (1983-1953) che nel 1939, quando era ad Harvard, propose il problema nella interessante forma: *quante persone ci devono essere in una stanza perché la probabilità che due di loro siano nate lo stesso giorno sia maggiore del* 50% ? Si è calcolato che la probabilità $P(n)$ che due persone in un gruppo di $n$ perone abbiano lo stesso compleanno è:

$P(\mathrm{n}) = 365!/365^{n}(365-n)!$
$P(23)$ = circa 51%;
$P(30)$ = circa 70%;
$P(50)$ = circa 97%;
$P(366)$ = 100% .

# 13  La sezione aurea non basta più! Tra bellezza e stupore: matematica e formule

Diceva il grande matematico britannico Godfrey Harold Hardy (1877 – 1947), che ha presentato al mondo il genio indiano Srinivasa Ramanujan (1887-1920):

> Le forme create dal matematico, come quelle create dal pittore o dal poeta, devono essere "belle"; le idee, come i colori o le parole,

> devono legarsi armoniosamente. La bellezza è il requisito fondamentale: al mondo non c'è un posto perenne per la matematica brutta.[98]

Si parla di "belle formule" in matematica. Regina delle formule è considerata l'identità di Eulero:

(21) $$e^{i\pi} = -1$$

che collega, misteriosamente, ma non tanto, i due numeri trascendenti e naturali allo stesso tempo: $e$ , $\pi$ con le due importanti unità, il numero 1 e l'unità immaginaria i. La formula è una meraviglia, ma comprensibile ai soli esperti.

È interessante introdurre le seguenti considerazioni sui numeri $e$ , $\pi$ e chiedersi: perché taluni li chiamano "naturali", assimilandoli quasi agli oggetti del contare? Molti rispondono a tale domanda affermando che essi si trovano in natura, proprio come la sezione aurea.

Per il numero $e$ vi proponiamo un esperimento: prendete due chiodi, con un martello inchiodateli al muro, a una ugual distanza dal suolo e con una fissata distanza tra loro, per esempio 30 cm.

Prendete ora una catena di lunghezza superiore ai 30 cm. Ad esempio 40 cm, e appendetene gli estremi ai due chiodi predisposti al muro. Si disegna una curva che sembra avere l'apparenza di una parabola, ma che una parabola non è! Si tratta di una curva speciale denominata catenaria, che è data dalla formula :

(22) $$y = \frac{e^x + e^{-x}}{2} = \cosh x$$

che è anche l'ovvio luogo dei punti medi (figura 39) delle due funzioni esponenziali:

(23) $$y = e^{-x} \qquad y = e^x$$

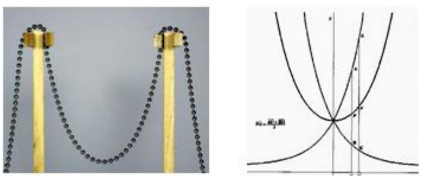

Figura 39 - La catenaria luogo dei punti medi.

[98] Godfrey Harold Hardy, *Apologia di un matematico*. Trad. Luisa Saraval, Milano, Garzanti, 1989.

La catenaria in letteratura è nota come *coseno iperbolico* dell'arco di $\boldsymbol{x}$ radianti.

È interessante notare che così come il punto (*cos x*, *sen x*) descrive la circonferenza di equazione $x^2 + y^2 = 1$, in modo del tutto analogo il punto (*cosh x*, *senh x*), descrive l'iperbole equilatera di equazione $x^2 - y^2 = 1$, fenomeno incredibilmente bello per questa regolarità asimmetrica!

Più semplice forse comprendere perché sia considerato naturale il numero $\pi$, forse per il fatto che esprime il rapporto costante tra una qualsiasi circonferenza e il suo diametro!

Infatti prendiamo in esame un poligono regolare di $n$ lati iscritto in una circonferenza di raggio $R$. Il lato $AB$ di tale poligono è la base di un triangolo isoscele che è simile all'analogo triangolo di una differente circonferenza di raggio $R'$ avente per lato il segmento $A'B'$. Risulta chiaramente

$$AB : R = A'B' : R' \tag{24}$$

ovvero:

$$n\,AB : 2R = n\,A'B' : 2\,R' \tag{25}$$

che esprime il fatto che il rapporto tra la lunghezza di un qualsiasi poligono regolare iscritto in una qualsiasi circonferenza al diametro della stessa è costante.[99] Come caso limite (o ragionando su opportune classi contigue di poligoni iscritti e circoscritti) implica la costanza (o meglio l'indipendenza dal raggio) del rapporto d'una circonferenza al suo diametro.

Un cenno a un singolare autore del ventennio fascista, Dino Segre (1893-1975),[100] in arte Pitigrilli[101] è opportuna. Una interessante formula matematica

[99] Ragionando a posteriori e supposto di aver già definito $\pi$, osserviamo che il lato del poligono regolare di $n$ lati iscritto in una circonferenza di raggio $R$ vale $AB = 2R\cos(\pi/n)$. Ne segue che la costante del rapporto tra poligono di n lati al diametro della circonferenza che lo circoscrive vale $nAB/2R = n\cos(\pi/n)$.

[100] Dino Segre è stato un interessante personaggio del periodo del ventennio fascista. Fu Direttore e fondatore, dal 1924, della rivista satirica «Le grandi Firme», spesso finito in tribunale per oscenità, ma fortemente protetto dall'OVRA come ricordato in Domenico Zugaro, *Lettere di una spia*, Milano, Sugar Ed., 1977. Nel 1938 la rivista fu soppressa per motivi razziali. Fu difeso e assolto nel 1940 da Edvige Mussolini, sorella del duce, per una accusa di antifascismo e tra il 1943 e il 1947 riparò in Svizzera con la moglie Lina Furlan e il figlio Pier Maria Furlan, futuro cattedratico in psichiatria a Torino.

[101] Siamo nel filone degli anni '20, ove opere simili alimentarono l'interesse di un pubblico moderno e smaliziato alla ricerca di *boutades* e giochi di parole evoluti e destinati ad avere successo nel tempo ma anche di colta spregiudicatezza. Opere del genere, considerate pornografiche, furono scritte, ad esempio, dall'antifascista Mario Mariani (1884-1951) e dall'israelita Guido da Verona (1881-1939), iniziatore del romanzo d'appendice in Italia e

molto bella è quella che porta il suo nome,[102] formula che codificherebbe un rapporto numerico ideale tra le età di un uomo e di una donna prossimi a nozze. Se indichiamo rispettivamente con D e U queste età, la formula è: $D = U/2 + 7$, che conduce alla tabella 1, piuttosto maschilista.

Peccato che tale formula, pur essendo molto gradita al pubblico maschile,[103] non ha alcun valore scientifico ed è del tutto inventata, quale perfetto atto di umorismo.

| Tabella 1 | |
|---|---|
| Età uomo U | Età donna D |
| 30 | 22 |
| 40 | 27 |
| 50 | 32 |
| 60 | 37 |
| 70 | 42 |

In un lavoro[104] di Franco Eugeni, dove è riportata la formula di Pitigrilli, si asserisce che: «chiunque si sia interessato di divulgazione matematica conosce il magico potere che hanno le formule sul pubblico non specialistico». Naturalmente queste formule devono avere alcune caratteristiche:

- devono essere corte;

definito il «D'Annunzio delle sartine e delle manicure». Da notare che tali opere venivano lette nascostamente dagli adolescenti, dalle signore e dai signori del tempo ed erano ad alta tiratura.

[102] Umberto Eco nel suo *Diario Minimo* gli dedica un interessante capitolo dal titolo "Pitigrilli l'uomo che fece arrossire la mamma" per via dei suoi due romanzi *Cocaina* (1921) e *Dolicocefala Bionda* (1936), caratterizzati da un umorismo a sfondo erotico, per questo considerati scandalosi al tempo, ma che oggi farebbero appena sorridere un'educanda. Tra le numerosissime opere di Pitigrilli ricordiamo in particolare *Mammiferi di lusso* (1920), *La cintura di castità* (1921), *Oltraggio al pudore* (1922) *La vergine a diciotto carati* (1924), e dopo tanti altri volumi, oltre cinquanta, delle sue *Short Stories*, raccolte di racconti graffianti, di costume, critici della società, umoristici che riletti oggi sono uno specchio significativo di una società borghese ricca, ipocrita, egoista descritta da uno scrittore brillante, egocentrico e deluso pubblicati, dal 1920 a dopo la guerra e ristampati in molteplici edizioni.

[103] Narra Dino Segre (Pitigrilli) in *Sette Delitti* (1971), uno dei suoi ultimi volumi, nel quale appare la citata formula (nel racconto *Il Medium*), che quando in qualche sua conferenza presentava la formula, vedeva molti signori sorridenti e incuriositi, estrarre di tasca una penna e annotare, quasi furtivamente la formula in un qualche foglietto apparso dal nulla.

[104] Franco Eugeni, *Le due rivoluzioni matematiche del Secolo: da Bourbaki alla Matematica del discreto*, op. cit., p.3.

- i simboli che intervengono in esse devono essere di ovvia traduzione (codice universale);
- devono presentare un giusto equilibrio tra la simmetria perfetta (di per se noiosa) e la completa casualità (non attraente e addirittura fastidiosa all'occhio).

In altre parole una bella formula fa sempre il suo effetto. Naturalmente "bella esteticamente" parlando, quasi come osservare un disegno di Escher. Osserviamo che in un disegno quasi tutto si vede con l'occhio, mentre in una formula parte si vede con l'occhio e parte con la mente.

Interessante circa le belle formule quella che interviene nel cosiddetto gioco di Wythoff **[105]** (1907), che costituisce un esempio di gioco, strettamente matematico, basato sulla sezione aurea.[106]

Due mucchi di fiammiferi, due giocatori *A* e *B* i quali, a turno, devono prendere i fiammiferi dai mucchi secondo le seguenti regole:

- il giocatore prende fiammiferi, in quantità totalmente arbitraria, da un solo mucchio;
- il giocatore prende fiammiferi, in quantità sempre arbitraria, ma in numero uguale, da entrambi i mucchi;

Domanda: esiste una strategia vincente per A? Affinché il giocatore *A*, che inizia il gioco, vinca è sufficiente che lasci le seguenti quantità:

(1, 2), nel primo mucchio

(3, 5), (4, 7), (6, 10), ......... nel secondo mucchio

cioè, in generale la relazione fondamentale:

$$([n\Phi]\, ,\, [n\Phi] + n) \qquad (26)$$

dove $n$ è un numero qualunque e $[n\Phi]$ è la parte intera del numero nelle parentesi quadre.

Quindi da una qualunque mossa dell'avversario, *A* si può ricondurre a una quantità dettata sempre dalla stessa legge con $n$ più piccolo. Esplicitando

[105] Willem Abraham Withoff (1856-1939) fu un matematico olandese cultore della combinatoria, delle tassellazioni e dei giochi.

[106] Willem Abraham Withoff, *A modification of the game of nim*, Nieuw Archief voor wiskunde, 2 (1905-1907), pp. 199–202. Vedasi anche: Franco Eugeni, Ezio Sciarra, Raffaele Mascella, *Matematica ed Arte: il senso del bello*, ….., op.cit.

adesso la relazione fondamentale si ottengono i casi particolari precedentemente esposti:

$$
(26)' \qquad
\begin{array}{ll}
n = 1 & ([1,61], [1,61]+1) = (1,2) \\
n = 2 & ([3,2], [3,2]+2) = (3,5) \\
n = 3 & ([4,8], [4,8]+3) = (4,7) \\
n = 4 & ([6,4], [6,4]+4) = (6,10) \\
n = 5 & ([8,0], [8,0]+5) = (8,13) \\
n = 6 & ([9,6], [9,6]+6) = (9,15)
\end{array}
$$

e così via.[107]

# 14 La sezione aurea non basta più! Tra bellezza e verità: fisica e formule

Il gusto estetico ha influenzato la ricerca scientifica e, in qualche caso, l'ha soccorsa nel suo cammino. Nella scienza, la simmetria è associata spesso all'idea di bellezza. Nella fisica, in particolare, la ricerca della simmetria nei fenomeni naturali ha sortito risultati notevoli.

Un primo esempio clamoroso è fornito dalle ricerche sui fenomeni magnetici ed elettrici compiute nel secolo XIX dal grande fisico sperimentale Michael Faraday (1791-1867) e dal grande matematico e fisico teorico James Clerk Maxwell (1831-1879).

Faraday nel 1831 scopri sperimentalmente che un campo magnetico variabile genera un campo elettrico. Nel 1865 Maxwell riprese e formalizzò matematicamente in maniera simmetrica l'idea di Faraday: un campo elettrico variabile genera un campo magnetico. Una perfetta simmetria di "riflessione" delle leggi fisiche che, prima di scoprire tale simmetria, sembravano riguardare due campi distinti di fenomeni fisici: il magnetismo e l'elettricità.

Proprio grazie a questa simmetria, invece, Maxwell potette legare fra loro nelle sue celebri equazioni, in una interazione reciproca, il campo elettrico e il campo magnetico, unificati in un unico "campo elettromagnetico". Ma cosa intendeva Maxwell per interazione fra campo elettrico e campo magnetico? Un campo elettrico variabile genera un campo magnetico che però, non esistendo nell'istante prima che fosse generato, è variabile e quindi genera un campo

[107] Franco Eugeni - Raffaele Mascella - Daniela Tondini, *Un'applicazione del calcolo binario: il gioco del Nim*, www.apav.it/master/gioconim.pdf.

elettrico. Ma il campo elettrico così generato si va ad aggiungere a quello preesistente e, provenendo anch'esso da una situazione in cui non esisteva, è anch'esso variabile e quindi genera un altro campo magnetico variabile che genera un altro campo magnetico variabile e così via. Siamo in presenza di una specie di "reazione a catena", o meglio di un fenomeno autosostenentesi: un campo elettrico variabile genera un campo magnetico variabile che a sua volta genera un campo elettrico variabile, ecc. Questa combinazione di campi elettrici e magnetici variabili, in grado di autosostenersi, costituisce un'onda elettromagnetica perché le perturbazioni dei due campi elettrico e magnetico si propagano nello spazio come un'onda.[108]

Ancora l'irrinunciabile senso estetico della simmetria è alla base della Teoria della Relatività di Albert Einstein (1879-1955). [109]

Le vere ragioni della genesi della Teoria della Relatività sono da ricercare nel subconscio di Einstein e sono state chiaramente espresse da lui stesso: ragioni estetiche, oltre che filosofiche.

Sul ruolo dell'ideale di bellezza nell'opera scientifica di Einstein, così si esprime Banesh Hoffmann:

> L'essenza della profondità di Einstein stava nella sua semplicità; e l'essenza della sua scienza stava nel suo senso artistico, nel suo fenomenale senso della bellezza.[110]

Ma cosa, nella fisica di fine Ottocento, urtava il senso estetico del sedicenne Albert?

Riferendosi al principio di relatività già affermato da Galileo Galilei, ad Einstein sembrava «poco verosimile che un principio così generale, che vale con tanta precisione in un campo di fenomeni, riesca invece fallace in un altro campo».[111] Einstein osservava che il principio di relatività galileiana aveva già una grande generalità, essendo applicabile con successo nel vasto campo dei fenomeni meccanici, terrestri e celesti. Pertanto riteneva inaccettabile che la Natura non lo applicasse a tutti i fenomeni, compresi quelli ottici ed elettrodinamici. Era dunque questa asimmetria nel campo della sua applicabilità  che turbava il suo "senso estetico".

Vale la pena soffermarsi su questa genesi della Teoria della Relatività di Einstein, perché coinvolge in un *unicum* indivisibile: subconscio,

[108] Luca Nicotra, Il disordine nell'ordine della materia, in «*ArteScienza*», *Anno IV, N. 8*, p. 26.
[109] Luca Nicotra, L'ideale estetico nell'opera dello scienziato, in Luca Nicotra, Rosalma Salina Borello (a cura di) *Nello specchio dell'altro. Riflessi della bellezza tra arte e scienza*, Roma, UniversItalia, 2011, pp. 35-38.
[110] Banesh Hoffmann, *Albert Einstein: creatore e ribelle*, (trad. it.), Milano, Bompiani, 1977, p.3. Riportata anche in Alice Calaprice (a cura di), *Albert Einstein. Pensieri di un uomo curioso*, Milano, Mondadori, 1999, p.176.
[111] Francesco Albergamo, *Storia della Filosofia*, Palermo, Palumbo, 1965, p. 693.

immaginazione e ricerca del bello nel senso più classico di ricerca della regolarità.

Il principio di relatività galileiana (o classica) asseriva che all'interno di un sistema di corpi isolato (cioè non soggetto a forze o soggetto a forze con risultante nulla) non è possibile eseguire alcun esperimento in grado di far capire se il sistema stesso si muove di moto rettilineo uniforme o è in quiete. Il principio afferma l'invarianza delle leggi della meccanica rispetto a qualunque sistema di riferimento in quiete[112] o in moto rettilineo uniforme. Questo principio,valido nella meccanica, non sembrava valido per i fenomeni ottici ed elettromagnetici. Einstein, a sedici anni, con uno di quegli esperimenti ideali (*Gedankenexperiment*) realizzati con la fantasia - da lui coniati e ai quali ricorrerà spesso anche da scienziato - immaginava di cavalcare un'onda luminosa. Ma perché ricorrere a un esperimento ideale, e quale può essere la sua validità? La risposta l'ha data magistralmente il grande fisico teorico Max Planck (1858-1947):

> Un esperimento concettuale non è legato ad alcun limite di precisione, perché i concetti sono più sottili degli atomi e degli elettroni, ed in essi cessa anche il pericolo di un influsso causale dello strumento di misura sull'evento da misurare.[113]

Il giovane Albert immaginava di trovarsi a cavallo di un'onda luminosa e quindi di muoversi con la stessa velocità della luce. Si chiedeva come avrebbe visto il mondo.Una persona in una tale situazione non avvertirebbe più il fenomeno ondulatorio, perché non sarebbe attraversata dall'onda, muovendosi lei stessa rigidamente con questa: la luce scomparirebbe. E ciò accade soltanto quando il corpo si muove con la velocità della luce. Dunque l'esperimento ideale del giovane Einstein mostrava che, in contrasto con il principio di relatività galileiano, era possibile stabilire all'interno del sistema stesso, nell'ambito dei fenomeni ottico-elettromagnetici, se un corpo si muove o sta fermo, mostrando nel caso citato che si muove con la velocità della luce. Una tale esperienza, teoricamente possibile, dimostrerebbe che il principio di relatività classico non sarebbe applicabile ai fenomeni ottico-elettromagnetici. A questa stessa conclusione, qui qualitativamente basata sull'esito dell'esperimento ideale del giovane Einstein, si giunge formalmente verificando il cambiamento delle equazioni di Maxwell nel passaggio da un sistema di riferimento in "quiete"[114] ad uno in moto rettilineo uniforme:

[112] Fino all'avvento della Teoria della Relatività di Einstein si postulava l'esistenza di uno spazio assoluto e quindi di una quiete assoluta.

[113] Max Planck, *Scienza, filosofia e religione.* Milano, 1973, Fratelli Fabbri Editori, p.146.

[114] Ovviamente Maxwell fa riferimento ad una quiete assoluta, oggi invece dimostrata inesistente.

ovvero le equazioni di Maxwell valgono soltanto rispetto a un sistema di riferimento in quiete.

Questa conclusione non soddisfaceva il giovane Albert, per il quale invece doveva valere in ogni caso il principio di relatività galileiano, affermando:

> Esempi analoghi, come pure i falliti tentativi di constatare un moto della Terra relativamente al mezzo luminoso [allude probabilmente all'etere dell'esperimento di Michelson. Nota d. A.] conducono alla presunzione che al concetto della quiete assoluta, non solo nella meccanica, ma anche nell'elettrodinamica, non corrisponda alcuna delle proprietà di ciò che si manifesta, ma che piuttosto, per tutti i sistemi di coordinate per i quali valgono le equazioni della meccanica, debbano anche valere le stesse leggi elettrodinamiche ed ottiche.[…] Noi vogliamo elevare questa presunzione (il contenuto della quale verrà detto Principio della relatività) a presupposto fondamentale e inoltre introdurre il presupposto, solo apparentemente incompatibile col *precedente, che la* luce nello spazio vuoto si propaghi sempre con una velocità determinata c indipendente dalla velocità del corpo emittente.[115]

I due esempi citati mostrano che la bellezza nella scienza, identificata nella simmetria è legata alla ricerca della verità in fisica. Essa diventa il *leit motiv* dell'opera scientifica di uno dei fisici più geniali del Novecento, ma taciturno e introverso fino a sfiorare l'autismo: Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984), scopritore dell'antimateria, di cui predisse l'esistenza nel 1928 in base a una sua famosa equazione:[116]

$$(i\gamma^{\mu}\,\partial_{\mu} - m)\,\psi = 0 \tag{27}$$

Un'altra notazione più compatta molto diffusa utilizza la notazione "a barra" introdotta da Feynman $\partial\!\!\!/ \equiv \gamma^{\mu}\partial_{\mu}$; per cui l'equazione di Dirac si scrive come $(\partial\!\!\!/ - m)\psi = 0$ ovvero $\partial\!\!\!/\,\psi = m\,\psi$, come è incisa sulla lapide dedicata a Dirac nell'Abbazia di Westminster a Londra (figura 40).[117]

Per Dirac valeva il motto rinascimentale «*pulchritudo splendor veritatis*». Per lo scopritore dell'antimateria laddove c'è bellezza c'è verità. Il principio euristico della ricerca scientifica di Dirac era dunque la bellezza: ricercare la verità in fisica per lui equivaleva a inseguire la bellezza. Ma qual era l'ideale estetico di questo geniale fisico inglese di origine francese? Era l'eleganza di un'equazione. Quando gli chiesero cosa intendesse per eleganza di

[115] Albert Einstein, Sull'elettrodinamica dei corpi in moto, in «*Annalen der Physik», 17, 1905*, pp. 891-921. Trad. it. di Paolo Straneo in *Cinquant'anni di Relatività,* Firenze, Marzocco, 1955, pp. 479-504.

[116] Luca Nicotra, L'ideale estetico nell'opera dello scienziato, *Op. cit*., pp. 41-42;

[117] Per il significato e la comprensione dell'equazione di Dirac si rimanda ai testi di fisica teorica.

un'equazione, rispose: «Non posso spiegarlo a chi non conosce la matematica, perché non comprenderebbe; mentre chi conosce la matematica sa già cosa intendo dire».[118]

La bellezza per Dirac era qualcosa che non si poteva "spiegare" ma "sentire", come accadeva a Dante che non sapeva comunicare l'emozione che provava alla vista della sua Beatrice e nel sonetto *Tanto gentile e tanto onesta pare* (*Vita Nuova)* scriveva:

*Mostrasi sì piacente a chi la mira,*
*che dà per li occhi una dolcezza al core,*
*che 'ntender no la può chi no la prova:*

Versi che esprimono in maniera sublime lo stesso pensiero di Dirac. Per fortuna, in altre occasioni, questo originalissimo fisico ha espresso più analiticamente il suo pensiero riguardo alla bellezza in matematica e quindi in fisica: per lui se un'equazione è elegante, prima o poi la teoria fisica sulla quale poggia si rivelerà vera, anche se quell'equazione temporaneamente non riesce a descrivere in maniera soddisfacente la realtà. E questo è proprio quello che è accaduto alla sua famosa equazione che nel 1928 prediceva teoricamente l'esistenza delle antiparticelle molti anni prima della loro scoperta sperimentale: la prima particella di antimateria, il positrone (l'antiparticella dell'elettrone) sarà sperimentalmente rivelata soltanto cinque anni dopo, nel 1933, da Carl David Anderson.

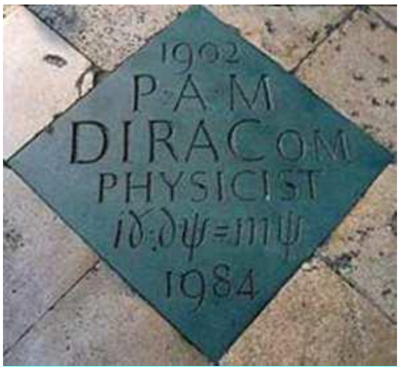


Figura 40 – La formula di Dirac incisa sulla lapide commemorativa di Paul Dirac, inaugurata il 13 novembre 1995 in una navata dell'Abbazia di Westminster (Londra), vicina al monumento dedicato a Newton.

---

[118] Thomas Kuhn, I*nterview with Dirac,* 7-05-1963, Niels Bohr Archive, Copenhagen, p. 53. Trad. it. in Etienne Klein, *Sette volte la rivoluzione,* Milano, Raffaello Cortina, 2006, p.79.

Quanto fosse stretto, per Dirac, il rapporto tra bellezza, matematica e fisica risulta chiaramente espresso da lui stesso nel 1956, quando, durante una visita all'Università di Mosca, accondiscendendo alla richiesta di scrivere alla lavagna una frase rappresentativa del suo lavoro, Dirac scrisse: «Una legge fisica deve possedere bellezza matematica».

Spesso si identifica la bellezza matematica con  la semplicità; non era così per Dirac che dichiarò a tal proposito:

> La teoria di Newton è molto più semplice della teoria di gravitazione di Einstein; ma la teoria di Einstein è migliore, più profonda e più generale. La bellezza matematica, non la semplicità, è la caratteristica principale della teoria della relatività, e questo è il concetto fondamentale nella relazione esistente tra la fisica e la matematica.[119]

Ma cosa intendeva Dirac per "bellezza matematica"? I formalismi matematici, per lui, sono tanto più eleganti quanto più "invarianti" offrono, intendendosi per "invarianti" tutte quelle entità o quantità che non cambiano quando si effettuano trasformazioni geometriche (per es. una rotazione) o quando si cambia sistema di riferimento. E quanti più invarianti ci sono in una equazione, tanto maggiori sono la sua bellezza e quella della teoria fisica su di essa basata e la possibilità della sua esattezza. Ma perché la bellezza, e quindi l'invarianza, risulta essere garante della verità di una teoria fisica? La risposta è concettualmente semplice: l'invarianza rispetto a una trasformazione (geometrica o di sistema di riferimento) è la prova più convincente dell'esistenza di un oggetto. In un primo momento, per esempio, io posso credere che l'oggetto che vedo da una certa angolazione sia un cubo, ma poi ruotandolo, mi accorgo che non lo è. Se invece, pur cambiando diversi punti di vista, permane in me la vista prospettica di un cubo, mi convincerò che effettivamente quell'oggetto è un cubo. Questo in estrema sintesi il pensiero di Dirac: la bellezza di una equazione matematica porta all'invarianza e questa alla verità: la bellezza matematica conduce dunque alla verità fisica.

# 15  La sezione aurea non basta più! Tra bellezza e stupore : immagini e *computer graphics*

Andando avanti nei nostri esempi osserviamo che anche l'informatica ha provveduto abbondantemente a presentarci casi interessanti di "bellezza" non

---

[119] Juan Antonio Caballero Carretero, *Dirac, l' antimateria: il lato oscuro della materia*, RBA, 2016.

convenzionale, specialmente quando sono stati illustrati attraverso la *computer graphics*.

L'utilizzo del computer ha in realtà creato campi del tutto nuovi nella matematica applicata, come ad esempio la *teoria del caos* e la *geometria frattale,* nei quali si sono avuti sviluppi addirittura impensabili senza l'ausilio della computer grafica. Benoit Mandelbrot (1924-2010), padre della geometria frattale, riconosce ai computer il ruolo di strumenti insostituibili per questo campo di ricerca. Prendiamo in esame una semplice formula di ricorrenza:

(28) $$Z_{n+1} = Z_n^2 + C$$

dove $Z_n= X_n+i\ Y_n$ , $C= a+i\ b$ sono numeri complessi. Supposto $Z_0= 1$, la successione:

(29) $$Z_0, Z_1, Z_2, \dots , Z_n, \dots$$

a seconda del valore di $C$, può o no essere limitata**.** Essendo C= (a,b) assimilabile alle coordinate cartesiane di un punto, si chiama *frattale*[120] *di Mandelbrot*, il luogo dei punti $C$ del piano di Argand-Gauss per i quali la successione sopra indicata è limitata. Senza l'avvento della computer grafica sarebbe stato impossibile visualizzare questo luogo (figura 41)

L'equazione ricorrente può scriversi nella forma cartesiana:

$$X_{n+1}= X_n^2- Y_n^2 + a \quad , \qquad Y_{n+1}= 2X_nY_n + b$$

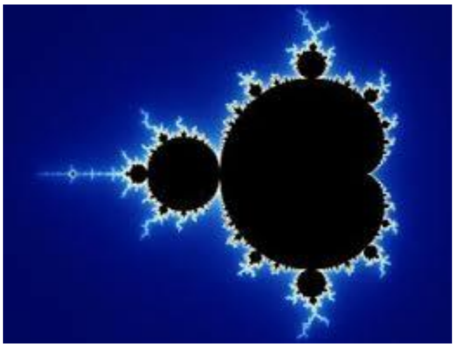

Fig. 41 – Frattale di Benoit Mandelbrot.

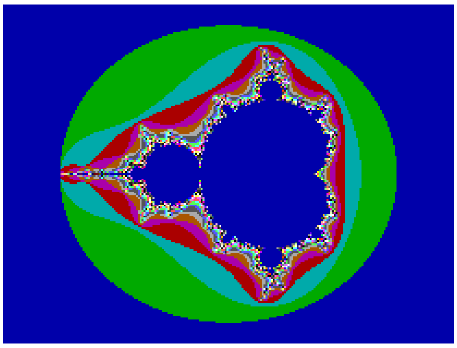

Fig. 42 – Colori esterni.

[120] Benoit Mandelbrot, *Les Objects Fractals: Forme, Hazard et Dimension*, Paris, Flammarion, 1975*;* Benoit Mandelbrot, *Fractals and chaos: the Mandelbrot Set and Beyond,* Springer, 2004*;* Benoit Mandelbrot, *La formula della bellezza. La mia vita di vagabondo della scienza*. Milano, Rizzoli, 2014.

Le equazioni cartesiane di Mandelbrot si prestano ad immediate generalizzazioni sia a forme quadratiche più generali, o anche cubiche e di gradi più alti, e anche non necessariamente algebriche. Nella “giungla di immagini” che ne derivano non è difficile reperirne altre di incredibile bellezza. Tornando al frattale di Mandelbrot, osserviamo solo che le proprietà di questa figura sono a dir poco incredibili. Si tratta di un oggetto geometrico dotato di omotetia interna, in quanto si ripete nella sua forma originale e allo stesso modo, su scale diverse anche sempre più piccole. Dunque ingrandendo una qualunque sua parte si ottiene una figura simile all'originale (*autosomiglianz*a). Se pensiamo al contorno del frattale come a una curva, questa curva in ogni suo punto è priva di retta tangente!

Una sostanziale differenza fra la rappresentazione di una curva piana e di un frattale è, nei fatti, il modo in cui l’oggetto si costruisce.  Una curva piana si costruisce generalmente sul piano cartesiano, utilizzando le equazioni parametriche X = x(t), Y = y(t): al variare del parametro t varia la posizione del punto della curva sul piano, che in tal modo la descrive. La costruzione dei frattali, invece, non si basa su equazioni, ma su un algoritmo che seleziona punti di “differente natura” o, se si vuole, di “differente colore”. In prima approssimazione si dividono i punti in due classi: quelli per i quali la successione diverge e quelli per i quali la successione converge, assegnando ai punti due colori diversi. Ma in una fase successiva possiamo graduare le convergenze, indicando convergenze inferiori a numeri dati e ottenere ulteriori partizioni e colori.

Si può provare che se $|Z_2| > 2$ , allora la successione diverge e quindi il punto C = (a,b) è esterno al frattale di Mandelbrot. Le immagini multicolori che si vedono nella figura 42, sono generate colorando i punti esterni all'insieme in dipendenza di "quanto rapidamente " la successione diverge all’infinito. Il minimo valore di *n* per cui $|Z_2| > 2$ è un indice di quanto "lontano dal contorno" si trova un punto e viene utilizzato per la rappresentazione "a colori". Ancora possiamo trovare il minimo *n* per il quale ad esempio $|Z_2| > 3$ e così via... Paradossalmente, i punti colorati che conferiscono il fascino al frattale di Mandelbrot sono proprio quelli che non appartengono all'insieme.


Fig. 43. Logica iterativa ad albero del frattale.

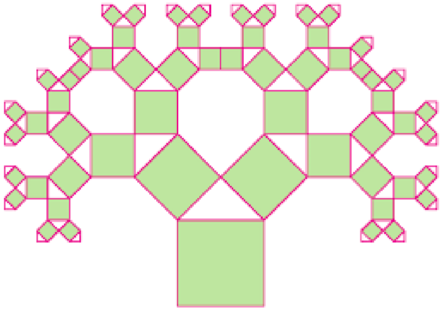
Fig. 44. L’albero di Pitagora.

L'algoritmo non è mai applicato una volta sola: può essere iterato un numero di volte teoricamente infinito.

A ogni iterazione, la curva si avvicina sempre più al risultato finale e, dopo un certo numero di iterazioni, l'occhio umano non è più in grado di distinguere le modifiche (inoltre l’hardware non è più in grado di consentire ulteriori miglioramenti). Pertanto, quando si disegna concretamente un frattale, ci si può fermare dopo un congruo numero di iterazioni.

Il frattale di Mandelbrot, al di la della comprensione scientifica del fenomeno, presenta tutte le caratteristiche del “bello”: se si espone come poster! È significativo e cattura l’attenzione di una qualunque persona così come una bella musica colpisce l’uditore anche sprovveduto. Dunque sono immagini molto utili per la pubblicità, come appare nella maglietta di figura 45 sulla quale è stampato un frattale di Mandelbrot.

Si ritiene che in qualche modo i frattali abbiano delle corrispondenze con la struttura della mente umana, è per questo che la gente li trova così familiari. Questa familiarità è ancora un mistero e più si approfondisce l'argomento più il mistero aumenta.


Fig. 45. Maglietta con il frattale di Mandelbrot.

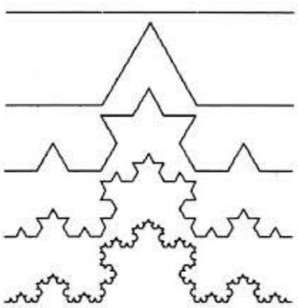
Figura 46 – La curva di Koch.

Una piccola variazione nella formula di Mandelbrot

(30) $$Z_{n+1} = (^*Z_n)^2 + C$$

dove $*(a+ib) = a-ib$ è il complesso coniugato del numero dato, conduce a una figura totalmente diversa ma egualmente molto bella.

Una curva interessante di tipo patologico, riportata in tutti i testi, è la curva del matematico svedese Helge Von Koch[121] (1870-1924) presentata nel 1904 come esempio di funzione continua e non derivabile in alcuno dei suoi punti, costruita con un processo iterativo (figura 46).

Il concepire una curva priva di retta tangente in ogni suo punto è un antico problema considerato patologico nella matematica. Una curva siffatta[122] fu scoperta nel 1890, prima di quella di Von Koch, da Giuseppe Peano (1858-1932), ma da un lato ebbe minore diffusione mentre da un altro lato si presentava patologicamente molto più interessante, per il fatto che si tratta di una sequenza di curve, la cui curva limite del processo, che non si vede, permette di intuire che in essa ogni punto è uno "spigolo" , quindi privo di tangente, e inoltre si intuisce anche che la curva limite riempie interamente il quadrato (figura 47)! Naturalmente la curva limite può essere studiata, ma ciò esula dalla nostra trattazione.

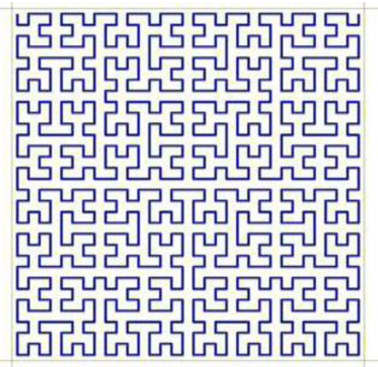

Fig. 47 - La curva di Peano.

Uno dei personaggi di grande interesse, che deve molto all'avvento dell'informatica, è il fisico, matematico e cosmologo inglese Sir Roger Penrose (n.1931) molto famoso per avere ideato alcune figure impossibili che portano il suo nome (figure 48 e 49). Oltre ai grandi contributi forniti in vari campi

[121] Helge von Koch, *Sur une courbe continue sans tangente, obtenue par une construction géométrique élémentaire*, Archiv för Matemat., Astron. och Fys. 1, 1904, pp. 681-702.
[122] Eric W. Weisstein, *Curva di Peano*, in MathWorld, Wolfram Research.

- specialmente l’astrofisica, l’intelligenza artificiale e la filosofia della scienza[123] - Penrose ha lavorato anche nella cosiddetta “matematica creativa” e ha scoperto nel 1974, assieme a Robert Amman (1946-1994), una particolare tassellatura che porta il suo nome (*Penrose tiling*).

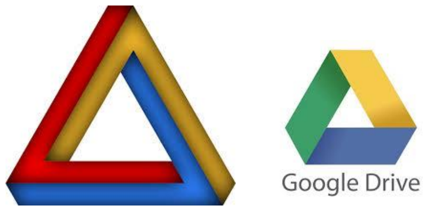


Figura 48 – Il triangolo impossibile di Roger Penrose e il logo dell’App. Google Drive.


Figura 49 – La losanga impossibile di Roger Penrose e il logo della Renault.

Si tratta di un *pattern* di figure geometriche basate sulla sezione aurea, in quanto costituite da triangoli aurei. Esistono diverse tassellature del tipo Penrose. Una delle più utilizzate è composta da due tasselli, a forma di rombo, ognuno avente quattro lati di lunghezza unitaria (figura 50), legate entrambe alla sezione aurea: un tassello ha due angoli di 72° e due di 108°; l'altro tassello ha due angoli di 36° e due di 144°.

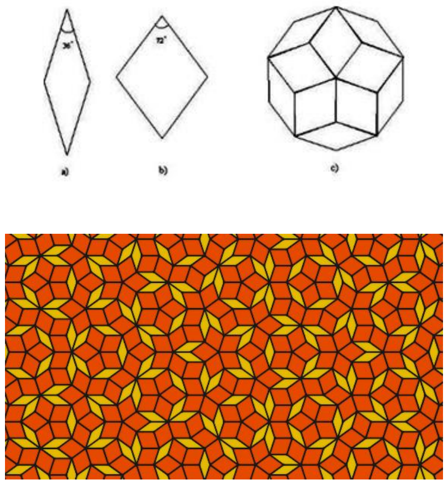

Figura 50 – Le tassellature di Roger Penrose.

[123] Roger Penrose, *La mente nuova dell’imperatore*, Milano, Rizzoli (BUR), 1989.

# 16  La sezione aurea non basta più! Tra bellezza e coazione: le immagini nella pubblicità

Spesso noi ci chiediamo: che cos’è la pubblicità? Qual è il suo scopo? Il concetto di pubblicità è, secondo il semiologo triestino Ugo Volli,[124] uno «strumento estetico e ideologico di massa, serbatoio a cui attingiamo il nostro modo di guardare le cose, di scoprire il bello, di divertirci e sognare».

Naturalmente la pubblicità, o meglio il messaggio pubblicitario, è una forma di comunicazione che utilizza i più svariati linguaggi, quali il testo, le immagini, le parole, la musica, tutti trasformati in opportune sequenze binarie,[125] per poter essere diffusi in rete da Internet nei nuovi canali di vendita, quali *Amazon*, o i cosiddetti *social network*, come *Instagram* e altri simili, Ancora si ricorre a tecnologie più semplici, ma ancora efficaci, che si servono del *flyer* (volantino), del cartellone, dell’inserzione sui giornali, dell’insegna,  sempre al fine di permettere la conoscenza e il costo dei prodotti, gli eventi culturali e sociali, gli spettacoli, in generale ogni tipo di servizi adatti

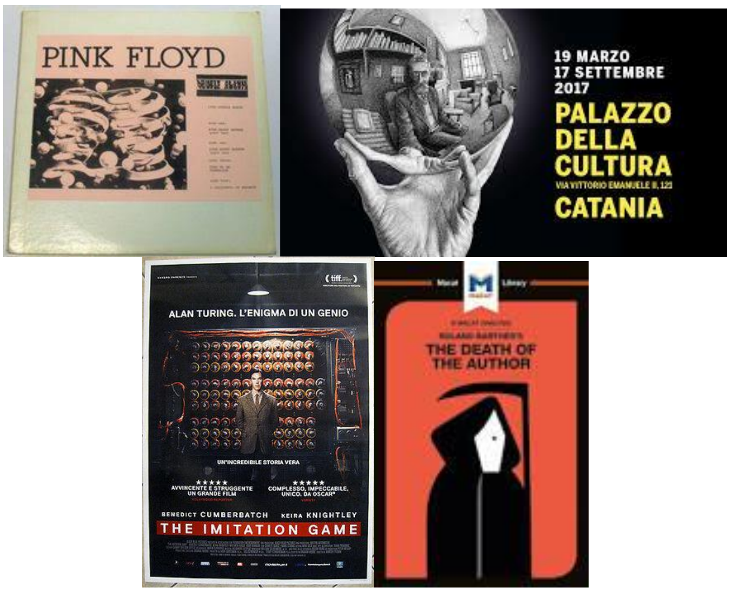


Figura 51

[124] Ugo Volli, *Semiotica della pubblicità*, Bari-Roma, Laterza, 2005. Ugo Volli è Professore Ordinario di Filosofia e Teoria dei Linguaggi, presso l’Università di Torino).

[125] Il “ linguaggio” finale che permette a un computer di eseguire un programma è costituito da una sequenza di cifre binarie 0 e 1 (programma oggetto).

a un pubblico di massa (figure 51, 52).

Spesso la pubblicità, specie quella meno corretta, si basa su tecniche di “lavaggio del cervello”. I servizi segreti furono i primi ad adottare queste tecniche di controllo della mente - scoperte durante le guerre - in seguito utilizzate e sfruttate anche dal settore pubblicitario, al quale, negli anni ’50 del secolo scorso, la psicologia offrì un campo illimitato di potenziali manipolazioni. Queste erano peraltro considerate fondamentali nell'ottica di una sempre crescente prosperità. Infatti, secondo una regola fondamentale dell’economia, l'offerta è regolata dalla domanda. Grazie alle manipolazioni psicologiche della mente, si può indurre negli uomini un bisogno incessante (spesso non reale) di consumi, incrementando così la domanda e quindi il processo produttivo per soddisfarla. Ogni incremento del potere di acquisto del consumatore si trasforma così in nuova domanda che genera nuova offerta.

A metà degli anni Cinquanta del secolo scorso, soprattutto negli Stati


Figura 52.

Uniti, il conformismo rappresentava il fondamento della nuova e quanto mai prospera società. Per fabbricanti e pubblicitari, il "colletto bianco" era la figura ideale, che andava allettata con tutte le tecniche della manipolazione psicologica. Le industrie cominciarono a utilizzare tali tecniche non solo sui consumatori ma anche sui propri dipendenti. I test e i profili psicologici divennero una pratica comune per stabilire la "normalità" del personale verificandone il conformismo. L'insidiosità del processo in atto non sfuggì agli studiosi più attenti, quali Vance Packard[126] (1914-1996) e John Kenneth

[126] Vance Packard, *I persuasori occulti*, Torino, Einaudi,1957.

Galbraith[127] (1908-2006). Scrive Galbraith, con l'ironia e l'autorevolezza che lo hanno reso tra i pensatori più originali del Novecento, che la «società opulenta» demolisce alcuni miti e svela l'inganno della «mentalità convenzionale» che impedisce di guardare al di là delle leggi di mercato. Solo quando il benessere riguardava pochi eletti, aveva un senso porre l'accento sulla produzione. Davanti a una società agiata, ma massificata, è del tutto errato fare della produttività il centro e il fine dell'economia, poiché in tale errore si può rinvenire l'origine di molte delle contraddizioni che caratterizzano il nostro tempo.

Pertanto, appare chiaramente che lo scopo del messaggio pubblicitario, che dovrebbe essere informativo-commerciale, sia in realtà un "oggetto" ben più complesso. Ad esempio, nel presentare le qualità e i pregi di un prodotto, si opera in maniera manipolativa, così da fornire informazioni esclusivamente appaganti i potenziali clienti, così da spingere un'alta percentuale di essi all'acquisto.

Nel suo libro *La galassia Gutenberg*, Herbert Marshall McLuhan[128] sottolinea l'importanza dei mass media[129] e illustra come l'avvento della stampa nel 1455 produsse il passaggio dalla cultura orale alla cultura testuale, ponendo al centro dell'attenzione un solo senso: la vista, che egli considera un tipo di relazione che distanzia i singoli e che è meno emotiva. Così egli propone un necessario ritorno alla comunicazione orale, che si veicola attraverso l'udito e ci avvolge, poiché il suono si propaga in ogni direzione, è più coinvolgente e amplifica il nostro senso di comunità. Comunicando quindi attraverso il senso della vista, tendiamo pertanto a esercitare maggiormente la nostra singolarità e razionalità. Egli asserisce[130] che «quale che sia il mezzo tecnologico utilizzato, questo produce effetti persuasivi sull'immaginario collettivo, in modo indipendente dal contenuto informativo presentato».

Volendo avanzare una critica a McLuhan circa l'identificazione del mezzo (*medium*) con il messaggio[131] va notato che, secondo altri autori,  non sarebbe affatto vero che il pubblico sia indifferente ai contenuti, come invece asserisce McLuhan parlando anche della sua idea di "villaggio globale".

Si tratta di una intrigante metafora, atta a indicare come l'evoluzione dei mezzi di comunicazione e la costruzione di comunicazioni via satellite hanno

---

[127] John Kenneth Galbraith, *La società opulenta,* Roma, Edizioni di Comunità, 1958 (rieditato 2014).

[128] Herbert Marshall McLuhan (1911-1980) è stato un sociologo, filosofo, critico letterario e professore canadese.

[129] Herbert Marshall McLuhan, *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man* (Routledge & Kegan Paul). 1962 (Ed italiana del 1976).

[130] Herbert Marshall McLuhan, *Understanding Media: The Extensions of Man,* Gingko Press, 1964.

[131] Herbert Marshall McLuhan, Quentin Fiore, *Il medium è il messaggio,* Milano, Feltrinelli, 1967.

permesso sia comunicazioni in tempo reale sia comunicazioni a grande distanza. In altre parole, la "geometria del web satellitare" sarebbe uno spazio-tempo nel quale la distanza di due punti distinti è zero e il tempo di percorrenza da un punto a un altro è il tempo delle e-mail, prossimo a zero. Così ci piace asserire come il mondo, "diventato piccolo" ha assunto il comportamento usuale di un villaggio:

> Oggi, dopo più di un secolo di tecnologia elettrica, abbiamo esteso il nostro sistema nervoso centrale fino a farlo diventare un abbraccio globale, abolendo limiti di spazio e tempo per quanto concerne il nostro pianeta.[132]

Il concetto alla base di questa affermazione, come abbiano sostenuto in varie occasioni, è il fatto che la tecnologia elettronica è diventata una effettiva protesi dell'intera umanità.

In ogni caso, seguendo McLuhan, può ipotizzarsi che il linguaggio pubblicitario attuale sia una sorta di meta-pubblicità, sempre la medesima, nella quale di volta in volta cambiano immagini e prodotto, ma non cambia la "storia presentata". Pertanto le pubblicità non opererebbero per vendere i singoli prodotti, ma affinchè in ogni caso qualche acquisto sia fatto, utilizzando quella modalità che il nostro famoso semiologo Umberto Eco[133] (1932-1916) definisce «coazione al consumo», operazione che spinge i potenziali clienti fuori di casa a comprare qualcosa, magari anche molto diversa da quella che avevano in mente e che non desideravano affatto voler acquistare.

Il semiologo francese Roland Barthes (1915-1980), nelle sue molteplici opere, si è dedicato allo studio[134] delle relazioni esistenti tra i miti-feticci della realtà contemporanea e il sociale, con particolare riguardo al mondo della moda.[135] Ha studiato il rapporto di incontro-scontro tra la lingua intesa come patrimonio collettivo e il linguaggio individuale. Il criterio da lui proposto oltrepassa la tesi accademico-filologica e si pone come una continua e sollecita interrogazione del testo, facendo notare che il pubblico di oggi cerca di appropriarsi, con personali interpretazioni ed elementare ermeneuticità, del messaggio pubblicitario, tentando sia di falsificarlo, sia di attribuire ad esso una nuova forma, magari oggetto del desiderio individuale. Tuttavia, per uscire dal banale, occorre osservare che comunque il messaggio deve rimanere impresso attraverso slogan facilmente leggibili, utilizzando immagini che

---

[132] Herbert Marshall McLuhan, Bruce-R-Powers *The Global Village*, Oxford University Press, 1989.
[133] Umberto Eco (a cura di), *Estetica e teoria dell'informazione*, Milano, Bompiani, 1972.
[134] Roland.Barthes, *Miti d'oggi*, (trad. Lidia Lonzi), Torino, Einaudi, 1975 (nuova ed. 1989).
[135] Roland Barthes, *Sistema della Moda*, trad. Lidia Lonzi, Torino, Einaudi,1970 (nuova ed. 1990).

colpiscano l'inconscio, o un manifesto o un *banner*, che comunque viene visualizzato soltanto per qualche frazione di secondo. Inoltre, le parole del messaggio pubblicitario devono essere poche e facili da ricordare, devono avere la medesima efficacia di un collaudato marchio di una casa di produzione, devono ispirare, a colpo d'occhio, serietà, fiducia, la convinzione di un ottimo acquisto. Il messaggio commerciale deve necessariamente contare sull'impatto combinato di una immagine con uno slogan e su una collocazione opportuna. Ad esempio un manifesto deve necessariamente collocarsi in posti strategici, ad elevato traffico di circolazione di persone (piazze, stazioni ferroviarie, autobus e pensiline di attesa di mezzi pubblici, strade centrali trafficate ecc.).

La semiotica è la disciplina principe di questo mondo, avendo per obiettivo l'analisi profonda del testo. Esamina ogni messaggio pubblicitario, le strutture di senso, la sintassi, i modelli semantici del testo, tentando di andare al di là delle purtroppo molto diffuse letture superficiali.

Oggi un pubblicitario, che voglia analizzare quali siano gli effetti delle comunicazioni di massa, deve essere consapevole che questa è portata a tal punto da livellare e conglobare in un modello standard le notizie, che per quantità e similitudine offrono al proprio pubblico una specie di rumore che non sappiamo se definire indifferenziato o addirittura bianco.

La filosofia del linguaggio e della comunicazione, seguendo ancora Umberto Eco,[136] asserisce che il pubblicitario, nell'innovarsi, dovrebbe porsi in una posizione intermedia fra gli apocalittici, che pensavano che le tecnologie delle comunicazioni avrebbero massificato l'intero universo umano, e gli integrati, i quali erano al contrario fiduciosi in una divulgazione globale dei valori culturali che li avrebbero resi alla portata di tutti.

Nella pubblicità vi sono alcune immagini, provenienti da intuizioni grafiche sorprendenti, come le immagini del cosiddetto "effetto Droste" o delle ripetizioni infinite nate, con la pubblicità della olandesina del cacao Droste e similari, dalla matematica o da ambienti creativi molto vicini a tale disciplina, delle quali abbiamo accennato nei paragrafi precedenti, quali le figure proposte dall'incisore Escher, dall'astrofisico Penrose, dai cosiddetti frattali, figure che pur comprensibili solo da esperti nei loro dettagli, costituiscono uno stimolo visivo notevole.

[136] Umberto Eco, *Apocalittici e integrati*, Milano, Bompiani, 1964 e *Semiotica e filosofia del linguaggio*, Torino, Einaudi,1984.

Seguendo l’ipotesi di McLuhan, in sintesi si può affermare che "il *medium* è il vero messaggio", indipendentemente se il prodotto commercializzato sia un buon prodotto, se un libro sia un buon libro o se il capo di abbigliamento sia un buon capo o ancora se il prezzo sia reale o legato invece all’importanza che all’oggetto viene attribuito dall’intera comunità dell’ignaro ricevente. Oggi una operazione del genere è traslata anche dagli oggetti al cibo, l’immagine che una comunità attribuisce ad uno scelto *chef* di turno ha sostituito il giudizio individuale sul prodotto dello *chef*, così che la bontà del suo prodotto è solo funzione dell’immaginario collettivo. Noi assistiamo a un fenomeno antico, che è giusto chiamare di “persuasione occulta” ovvero di “lavaggio del cervello”, del quale sarebbe interessante tracciare una mini-storia. Questo è stato il mondo di ieri per certi aspetti, ma per altri questo è il nostro mondo di oggi!

Figura 53.

# Bibliografia

Albergamo F. (1965). *Storia della Filosofia*, Palermo, Palumbo.

Barthes R. (1975). *Miti d'oggi*, (trad. Lidia Lonzi), Torino, Einaudi, (nuova ed. 1989).

Barthes R. (1970). *Sistema della Moda*, trad. Lidia Lonzi, Torino, Einaudi, (nuova ed. 1990).

Caballero Carretero J A. (2016). *Dirac, l' antimateria: il lato oscuro della materia*, RBA.

Calaprice A. (a cura di) (1999), *Albert Einstein. Pensieri di un uomo curioso*, Milano, Mondadori.

Cerasoli M., Eugeni F., Protasi M. (1988). *Elementi di Matematica Discreta*, Bologna, Zanichelli.

Eco U. (1963). *Diario Minimo*, Milano, Arnoldo Mondadori.

Eco U. (1964). *Apocalittici e integrati*, Milano, Bompiani.

Eco U. (a cura di) (1972), *Estetica e teoria dell'informazione*, Milano, Bompiani.

Eco U. (1984). *Semiotica e filosofia del linguaggio*, Torino, Einaudi.

Einstein A. (1905). Sull'elettrodinamica dei corpi in moto, in «*Annalen der Physik*», 17, 1905, pp. 891-921. Trad. it. di Paolo Straneo in *Cinquant'anni di relatività*, Firenze, Marzocco, 1955, pp. 479-504.

Eugeni F. (1981). Le due rivoluzioni matematiche del Secolo: da Bourbaki alla matematica del discreto, «*Periodico di Matematiche*», *Serie VI, Vol 68, N1*, pp.3-21.

Eugeni F, Sciarra E., Mascella R. (2010). *Il senso del bello* in TABULARIA A.MMX (S.S.Quator Coronatorum),"academia" editrice d'Italia e San Marino.

Eugeni F., Mascella R., Tondini D. (n.d.). *Un'applicazione del calcolo binario: il gioco del Nim.* On-line: www.apav.it/master/gioconim.pdf.

Galbraith J. K. (1958). *La società opulenta*, Roma, Edizioni di Comunità, (rieditato 2014).

Hardy G. H. (1989). *Apologia di un matematico*, trad. Luisa Saraval, Milano, Garzanti.

Hoffmann B. (1977). *Albert Einstein: creatore e ribelle*, (trad. it.), Milano, Bompiani.

Klein E. (2006). *Sette volte la rivoluzione*, Milano, Raffaello Cortina.

Kuhn T. (1963). I*nterview with Dirac, 7-05-1963*, Niels Bohr Archive, Copenhagen, p. 53. Trad. it. in Etienne Klein, *Sette volte la rivoluzione*, Milano, Raffaello Cortina, 2006, p.79.

Mandelbrot B. (1975). *Les objets fractals : Forme, hasard et dimension*, Paris, Flammarion.

Mandelbrot B. (2004). *Fractals and chaos: the Mandelbrot Set and Beyond,* Springer Verlag.

Mandelbrot B. (2014). *La formula della bellezza. La mia vita di vagabondo della scienza*, Milano, Rizzoli.

McLuhan H. M. (1962). *The Gutenberg Galaxy: The Making of Typographic Man* (Routledge & Kegan Paul). (Ed italiana del 1976).

McLuhan H. M. (1964). *Understanding Media: The Extensions of Man,* Gingko Press.

McLuhan H. M., Fiore Q. (1967). *Il medium è il messaggio*, Milano, Feltrinelli.

McLuhan H. M., Bruce-R-Powers (1989). *The Global Village*, Oxford University Press.

Nicotra L. (2011). L'ideale estetico nell'opera dello scienziato, in Nicotra L., Salina Borello R. (a cura di), *Nello specchio dell'altro. Riflessi della bellezza tra arte e scienza*, Roma, Universltalia.

Nicotra L. (2017). Il disordine nell’ordine della materia, «*ArteScienza*», *Anno IV, N. 8,* pp. 5-38.

Packard V. (1957). *I persuasori occulti*, Torino, Einaudi.

Penrose R. (1989). *La mente nuova dell’imperatore*, Milano, Rizzoli (BUR).

Planck M. (1973). Scienza, filosofia e religione. Milano, Fratelli Fabbri Editori.

Segre D. (1971). *Sette delitti*, Milano, Sonzogno.

Volli U. (2005). *Semiotica della pubblicità*, Bari-Roma, Laterza.

Von Koch H. (1904). *Sur une courbe continue sans tangente, obtenue par une construction géométrique élémentaire*, Archiv för Matemat., Astron. och Fys. 1, 1904, pp. 681-702.

Weisstein E. W. (n. d.). *Curva di Peano*, in MathWorld, Wolfram Research.

Withoff W. A. (1905-1907). *A modification of the game of Nim*, Nieuw Archief voor wiskunde, 2: pp. 199–202.

Zugaro D. (1977). *Lettere di una spia*, Milano, Sugar Editore.