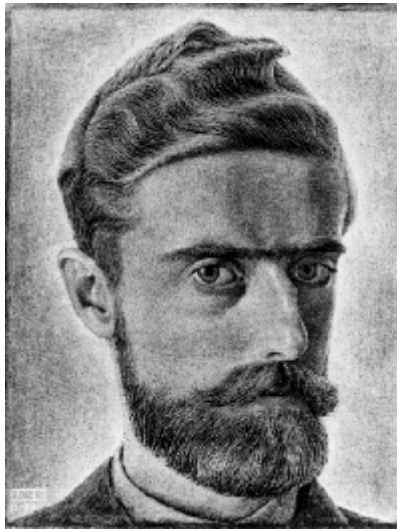


Orsola Musella, Giovanna Gaeta, Angiola Maria Fasanaro Neurobiologia dell'art : la simmetria e Mauritius Escher.

1) Uno degli obiettivi attuali delle Neuroscienze é definire il rapporto tra arte e network neurali.
Quali variabili guidano l'apprezzamento estetico ?
Ne esistono leggi universali ?
L'arte prodotta da culture diverse ha caratteristiche comuni ?

2) Probabilmente sì. La simmetria sembra universalmente apprezzata.
Le immagini simmetriche sono preferite dai nigeriani così come dagli americani (Uduehi, 1995).
I bambini cinesi disegnano con simmetria, come quelli degli Stati Uniti (Humphrey, 1997).
Persino gli scimpanzè la manifestano nei disegni. (Schiller, 1951) , (Morris, 1962).
La simmetria del corpo guida la scelta del partner .
La specie umana valuta " bello" il volto simmetrico .

3) La simmetria sarebbe quindi una legge universale , dunque neurobiologica ,
ma e' all'arte che dobbiamo " rivolgerci" se vogliamo saperne di piu'.
Da sempre percezione e visione sono oggetto di ricerca per gli artisti.
Tra essi brilla il genio di Mauritius Escher .



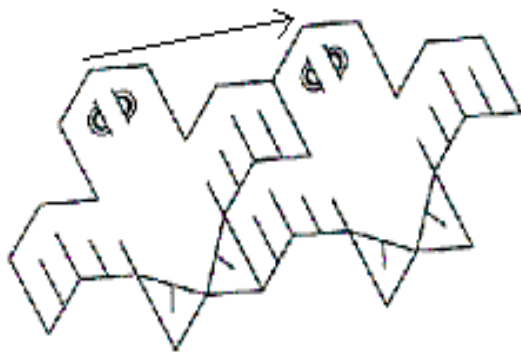
Autoritratto, 1929

4) M. Escher (1898-1972) .

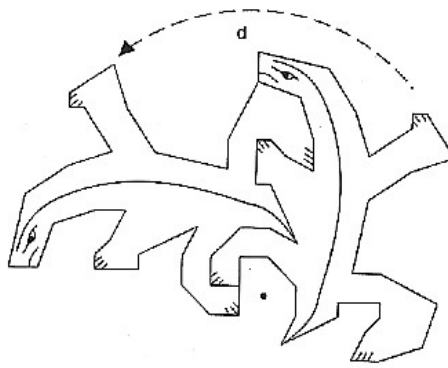
"All'inizio non avevo nessuna idea , nè regola" confesserà Escher. I primi anni delle ricerche sulla simmetria trascorrono infatti tra tentativi e prove.

Basterebbe oggi un computer ed un programma: Escher usava carta e forbici.

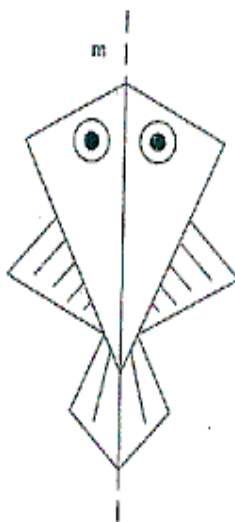
Scoprirà che le regole di suddivisione regolare del piano sono la traslazione (l'immagine viene spostata in una direzione) , la rotazione e la riflessione (l'immagine ruota sul suo asse di simmetria).



Traslazione



Rotazione



Riflessione: intorno ad un piano

5) Dalla applicazione di esse e dalla trasposizione del disegno su legno morbido (xilografia) nascono le prime stampe caratterizzate da ripetizioni ritmiche .

In "Otto teste" Escher, ancora allievo della scuola di Disegno Ornamentale di Harlem, crea quattro sinuosi volti femminili e quattro volti maschili. Nessuno spazio separale immagini.

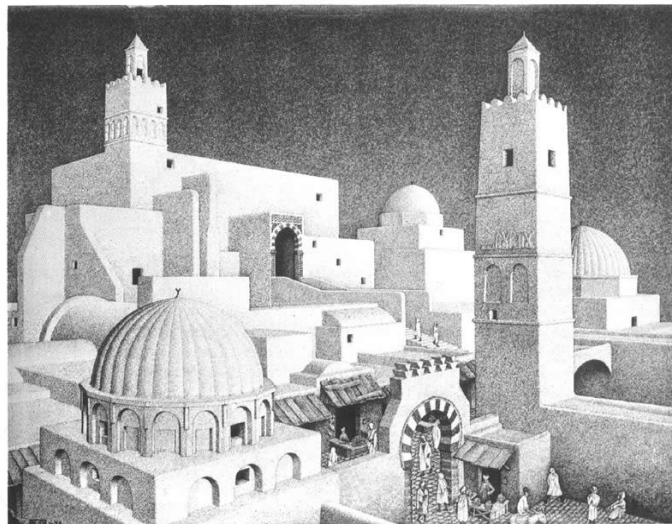
Il contrasto bianco nero e l'applicazione delle leggi sulla simmetria creano una continuità per cui lo sfondo su cui appare ogni volto è in effetti una parte del volto successivo.



Otto teste, 1922

6) Escher visita l' Italia, la Spagna, la Tunisia: ne trae spunto per le creazioni..
Dell'Alhambra lo affascina le intricate geometrie delle maioliche .
Del sud d'Italia la luce che sembra creare nuove superfici e volumi .
I poliedri regolari delle case ed i mosaici della duecentesca cattedrale di Ravello saranno temi a lungo sviluppati. Ravello è per molti anni amata casa di vacanza.

Del sud d'Italia la luce che sembra creare nuove superfici e volumi .
I poliedri regolari delle case ed i mosaici della duecentesca cattedrale di Ravello saranno temi a lungo sviluppati. Ravello è per molti anni amata casa di vacanza.

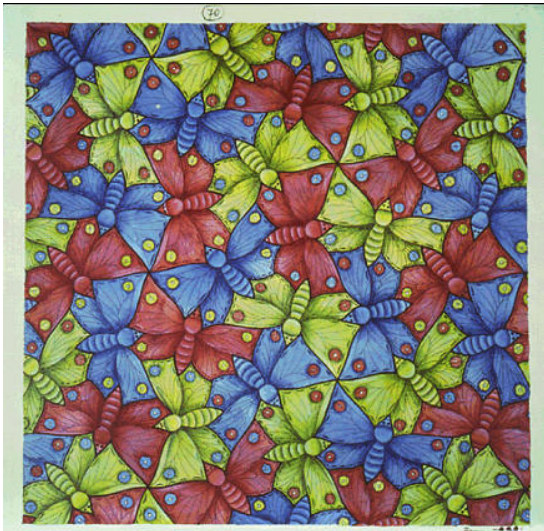


Ravello e la costa di Amalfi, 1931

Tunisia, 1928



7) Attraverso la simmetria di rotazione binaria crea nuove immagini. Le figure sono ruotate di 180° ed inscritte in parallelogrammi che creano una griglia geometrica.



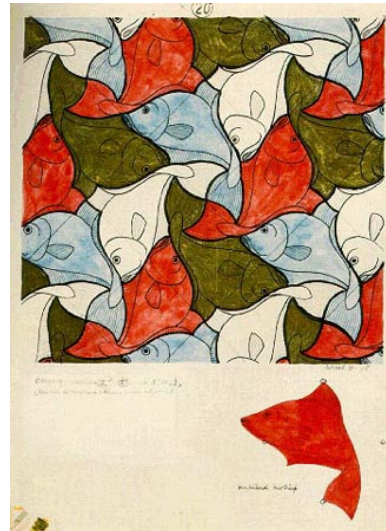
Disegno periodico, sistema di triangoli



Disegno periodico, sistema transizionale II-III

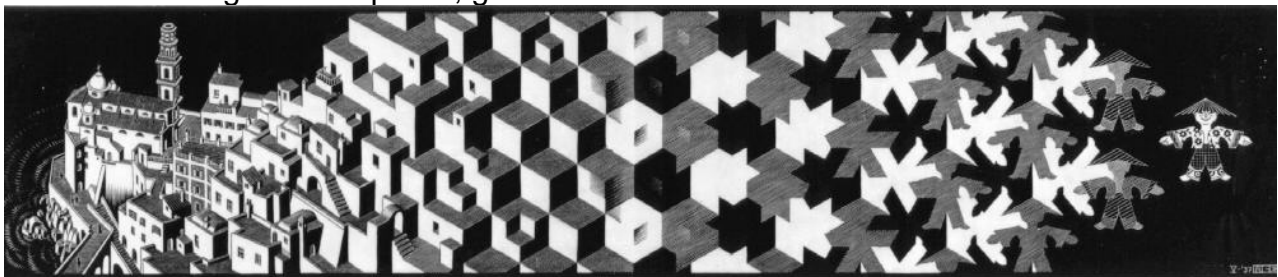


Disegno periodico , sistema IX



Disegno periodico, sist. transizionale I B

8) Nascono poi le storie illustrate attraverso la successione di immagini che si modificano .
La prima è il “ragazzino cinese”: qui le case cubiche di Atrani, pian piano si trasformano in figure piatte ...diventano esagoni ...e questi , gradualmente cinesini.

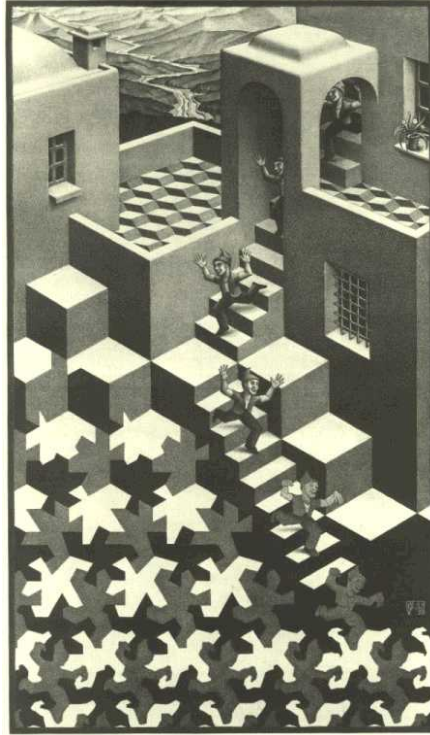


Metamorfosi I, 1937

9) Escher ora , sicuro delle tecniche , riproduce le sue immagini mentali .
«Tra le tecniche scelgo quella che si presta meglio ad esprimere l' idea che ho in mente... »
L'idea e' il passaggio da due a tre dimensioni come simbolo di liberta' .
Scrive “ è possibile un rapporto reciproco tra le figure immobili a due dimensioni e le figure tridimensionali che si possono muovere nello spazio. “
Nascono così Ciclo, Rettili, Liberazione.

10) Ciclo

“in alto a destra esce da casa un allegro ragazzino; mentre corre verso il basso, perde la sua spazialita', e si inserisce tra suoi simili, piatti, che progressivamente diventano semplici rombi. La spazialita' ritorna verso l'alto... i rombi diventano cubi ed i cubi una casa... dalla quale ecco di nuovo uscire il ragazzino! “M. Escher.



Ciclo, 1938

11) Rettili e' una delle creazioni più straordinarie

“fra oggetti di ogni tipo c'e' un quaderno, dove si intravede una figura piatta a forma di rettile.

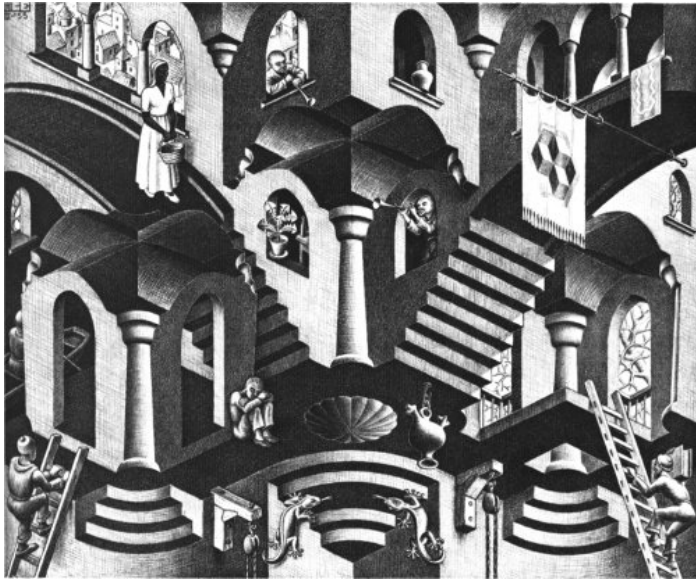
Uno , evidentemente stufo di stare immobile e piatto tra i suoi simili, allunga una zampa al di la' del bordo del quaderno e si arrampica sulla copertina di un libro per animali ..passa sulla squadra da disegno, sul portacenere per poi tornare in basso, sulla carta , dove, ubbidiente, si inserisce, riprendendo la sua funzione di elemento di un piano “

RETTILI



Rettili, 1943

12) Amplia le conoscenze matematiche sulla simmetria espresse da G. Povlia :
«Le divisioni regolari del piano sono poligoni (convessi) congruenti e contigui ».
Il termine “convesso” e’ tra parentesi perchè Escher ha sviluppato regole estensibili anche ai poligoni concavi .



Concavo e convesso, 1955

11) L' altra idea che Escher vuole sviluppare è l'infinito
Le figure che si rimpiccioliscono danno l'idea dell'infinitamente piccolo.
“La superficie di ogni elemento viene dimezzata, man mano che si va verso il centro, dove c'e' l'infinitamente piccolo, ed anche l'infinitamente numeroso. La bisezione delle figure viene portata all'assurdo. Il rettangolo piu' piccolo che ha ancora una testa ed una coda ha la lunghezza di due millimetri. “



Sempre più piccolo, 1956

12) L'applicazione delle leggi della simmetria permette anche a sfondo e figura di sfumare l'uno nell'altra. Fantasia e realtà confluiscono e sottolineano l'ambiguità delle percezioni. Nel commentare le sue opere Escher scrive: "Le idee che ne sono alla base derivano dal mio stupore e dalla mia ammirazione per le leggi che regolano il mondo. La mia intenzione è comunicare questo mio stupore ed ammirazione".



Liberazione, 1955

14) Il disegno si riferisce ad un articolo di L Penrose pubblicato sul British Journal of Psychology. Penrose aveva disegnato il triangolo impossibile, una figura in cui l'osservazione dettagliata dei particolari non mostra errori, ma l'immagine è impossibile nel suo insieme. Escher impiega tre triangoli impossibili.



Cascata, 1961

16) Le neuroscienze?

Hanno dimostrato attraverso la Fmri che esistono aree cerebrali attivate durante l'osservazione di un disegno (o un dipinto etc ,) valutato preliminarmente come "bello" .Esse sono:

L'area specializzata per quello stimolo es, colore, (Moutoussis and Zeki 2002),

L'area orbitofrontale (Aharon et al. 2001✦; Francis et al. 1999✦; Rolls 2000✦; Small et al. 2001)

L'area motoria

Immagine MRI durante esposizione a bello

17) Non c'e' un'area selettivamente attivata da stimoli considerati "brutti"

ma si osserva una minore attivazione delle stesse aree attivate dagli stimoli giudicati "belli"

18)Anche altre aree sono :attivate durante l'osservazione di immagini::

Il cingolo anteriore (l' area associata alle emozioni all'amore romantico, alla musica)

(Bartels and Zeki 2000a✦ Blood and Zatorre 2001)

L'area parietale sinistra (area della localizzazione spaziale)

19)Questi dati , ottenuti attraverso la fMRI non escludono , per le caratteristiche insite nella tecnica, che anche altre aree cerebrali partecipino al processo , ma esse hanno un ruolo di minore preminenza.

20) L'aspetto più interessante, nell'insieme, di questi dati è che la "bellezza", correla essenzialmente con i circuiti deputati alle funzioni di gratificazione e ricompensa.

Sono gli stessi coinvolti nella "dipendenza, da droghe d'abuso etc.

Anche se ignoriamo finora il ruolo delle specifiche caratteristiche più determinanti nell'attivare questi circuiti, questi dati cominciano a spiegarci, sul piano neurobiologico, perchè la bellezza ci attiri, sia fonte di desiderio, sia, in qualche modo, necessaria.

▲TOP
▲ABSTRACT
▲INTRODUCTION
▲METHODS
▲RESULTS
• DISCUSSION
▼ ACKNOWLEDGMENTS
▼ REFERENCES

▶ DISCUSSION

To the simple question of whether there are any specific brain areas that are engaged when subjects perceive something as beautiful, we obtained answers that are partly predictable and partly not. Predictably, sight of a painting that is to be classified as beautiful or not engages, not the entire visual brain, but only the area(s) that is specialized for the processing and perception of that category of stimulus (Moutoussis and Zeki 2002*). Implicit in this demonstration therefore is that a functional specialization lies at the basis of esthetic judgments (Zeki 1995*). By this we mean that to be judged as beautiful or not, the picture must be processed by the area specialized for processing that category of work. Predictably too, and in accordance with the mass of imaging data showing the association of specific feelings and emotional states with specific brain structures, the judgment of a painting as beautiful or not correlates with specific brain structures, principally the orbitofrontal cortex. Less predictably, the results also tell us that there is no separate structure that is specifically engaged when stimuli are perceived as ugly. Parameter estimates show that it is rather a change in relative activity in the orbito-frontal cortex that correlates with the judgment of beauty and of ugliness. Much the same pattern, though in reverse order, is characteristic of the motor cortex, where stimuli judged to be ugly produced the greatest activity and the beautiful ones the least, although both lead to a change from baseline activity. That the judgmental categories of beautiful and of ugly should not engage separate areas but relative changes of activity in the same areas is supported by previous electrophysiological evidence. Kawasaki et al. (2001*) have shown that single neurons in human orbito-frontal cortex increase their responses more to aversive than to pleasant stimuli compared with the neutral state, although they do not give reverse examples. Another example of a direct relationship between cell response and reward expectation has been documented for anterior cingulate cortex in the monkey (Shidara and Richmond 2002*). If one were able to obtain a good quantification of response vigor, one might be able to study the relationship between neural activity and esthetic judgment (as a function of reward) in a more quantitative way. It is hard to imagine, from these results, the possibility that stimuli judged to be beautiful or ugly engage different types of cell because one would then have expected equivalent responses in orbito-frontal cortex, not relative increases or decreases.

We do not suggest that any of the areas described here act in isolation. Not only do the results suggest a reciprocal interaction between motor and orbito-frontal cortex, but the widespread cortical connections that each of these areas has with other cortical regions makes it likely that each can influence, and be influenced, by widespread regions of the cortex. Of particular interest is the anterior cingulate and the left parietal cortex, both of which were prominent in the contrast of beautiful versus neutral. Of these, the former is a large cortical zone that has often been associated with a variety of emotional states, such as romantic love (Bartels and Zeki 2000a*), pleasurable response to music (Blood and Zatorre 2001*), and the viewing of sexually arousing pictures. Although the activations obtained in these studies are not

identical in location to the one that we report here, nevertheless the general site of activation is not uninteresting, in that it implies a connection between the esthetic sense and emotions. Also interesting is the activation in the parietal cortex, in a region associated with spatial attention (Corbetta and Shulman 2002*). In our studies, this zone was only active in the comparison beautiful versus neutral, which may have placed a greater load on the attentional system.

It is of course important to emphasize that, by its nature, an fMRI study only reveals areas that are especially active during the paradigm used. It does not follow that undetected areas do not contribute in some way to the question under study, a point that is important in assessing all fMRI results. Hence it is possible that, though undetected, many more areas and cortical zones may have been active during the tasks that we have studied although experience with other systems, such as the motion and color system, indicates that the fMRI method is a powerful guide to areas that are especially involved in a given task. It is also important to emphasize that the conclusions drawn here are derived from studies of visual beauty alone. Only future studies using other stimuli and different experimental paradigms will tell whether these conclusions are true of other esthetic experiences—in music, poetry, literature, drama and other human endeavors that have had esthetic appeal.

These results lead us to draw a distinction as to whether these stimuli are presented in isolation (Bartels and Zeki 2000b*; Zeki et al. 1991*) or as part of a more complex and freely viewed scene (Bartels and Zeki 2004). But unlike an attribute such as motion, which may or may not be present, beauty is part of a continuum, representing a value attributed to it by the brain, a value that, incidentally, can change from one viewing to another and differs between individuals. Here we show that that value correlates with the intensity of activity in the same areas of the brain, and the shift from beautiful to ugly does not engage different areas. That both beautiful and ugly stimuli modulate activity in the same cortical area(s) implies that it is the modulation of activity within those areas that correlates with the judgment of a stimulus as being beautiful or not. The distinction between the two types of activation is not, however, exclusive. For example, a graded response in area V5 has been observed when the visibility of a pattern of moving dots is increased by increasing the coherence of the motion of the dots (Rees et al. 2000*). As well, an increase in activity within an area can render the individual conscious of a stimulus (Zeki and ffytche 1998*). Both naturally raise the primordial question of what determines the increase in activity.

The activation of motor cortex is of special interest. It is not unique to our study. Previous studies on the perception of ugly or fearful faces or other emotionally charged stimuli have also found either unilateral or bilateral activity here even though neither the activity nor its relevance is discussed in these papers. The area is activated, for example, in studies of transgressions of social norms (Berthoz et al. 2002*), of fear inducing visual stimuli (Armory and Dolan 2002*), of congruent fearful voices and faces, and of anger (Dougherty et al. 1999*). It has also been observed during states of visual consciousness (Pinns and ffytche 2003), when it succeeds activity in the occipital lobe. It would therefore seem that activation of motor cortex may be a common correlate not only of the perception of emotionally charged stimuli but also of stimuli of which we become conscious. Why this should be so is conjectural, but it suggests that perception of visual stimuli in general and of emotionally charged stimuli in particular mobilizes the motor system, either to take some action to avoid the ugly or aversive stimulus or, in the case of beautiful stimuli, to make a response toward them. We are puzzled that perception of the beautiful does not mobilize the motor system to the same extent as the perception of the ugly. It is possible that the motor cortex has functions besides the one that is usually attributed to it.

The parallel that we emphasize in the preceding text, between strength of activity and conscious awareness of a stimulus, and strength of activity and its categorization into beautiful or not, is of more than passing interest. Although much studied in the past two decades, no study has been able to pinpoint with certainty what constitutes consciousness in neural terms. The same is true here, where we cannot be said to have been able to determine what constitutes beauty in neural terms. Instead, the more meaningful question for both would currently seem to be the Kantian question outlined in the INTRODUCTION, namely what are the conditions implied by the existence of the phenomenon of beauty (or its absence) and of consciousness (or its absence)

Both the visual brain and the motor cortex become active when you see something beautiful. We have used the technique of functional MRI to address the question of whether there are brain areas that are specifically engaged when subjects view paintings that they consider to be beautiful, regardless of the category of painting (that is whether it is a portrait, a landscape, a still life, or an abstract composition). Prior to scanning, each subject viewed a large number of paintings and classified them into beautiful, neutral, or ugly. They then viewed the same paintings in the scanner. The results show that the perception of different categories of paintings are associated with distinct and specialized visual areas of the brain, that the orbito-frontal cortex is differentially engaged during the perception of beautiful and ugly stimuli, regardless of the category of painting, and that the perception of stimuli as beautiful or ugly mobilizes the motor cortex differentially [Kawabata H, Zeki](#)

VIII

¹¹

Douglas R. Hofstadter, *Godel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante. Una fuga metaforica su menti e macchine nello spirito di Lewis Carroll*, Milano, Adelphi, 1984, pag. 11

¹²

Ibidem, pag. 748

III. BIBLIOGRAFIA

- Doris Schattschneider, *Visioni della simmetria : i disegni periodici di M. C. Escher*, Bologna, Zanichelli, 1992
- Douglas R. Hofstadter, *Godel, Escher, Bach : un'eterna ghirlanda brillante. Una fuga metaforica su menti e macchine nello spirito di Lewis Carroll*, Milano, Adelphi, 1984
- J. L. Locher (a cura di), *Il mondo di Escher*, Milano, Garzanti, 1982
- Marco Bussagli, *Escher*, in «Art Dossier» n. 196, gennaio 2004
- Michele Emmer (a cura di), *Il fascino enigmatico di M. C. Escher*, con un racconto di George Escher, Napoli, CUEN, 1989. (Catalogo della Mostra tenuta a Napoli nel 1989)
- *1898-1998: Escher*, Roma, Diagonale, 1998
- Van Gogh ed i neuroni : l'arte come esperienza cognitiva A. Damasio, V . Ramachandran, R. Doylan, M. Livingstone Micro Mega 2007 ,

Sitografia (parziale)

http://es.wikipedia.org/wiki/G%C3%B6del%2C_Escher%2C_Bach

http://es.wikipedia.org/wiki/Maurits_Cornelis_Escher

http://puffin.creighton.edu/museums/archive/8_dkovach/nf-main.html

http://rt001472.eresmas.net/CREACION/obr_esch.htm

http://www.maecla.it/bibliotecaMatematica/pz_file/schattschneider.htm

<http://www.mcescher.com/>

