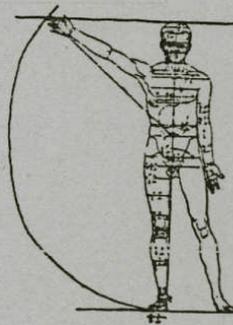


UNIVERSITA' DEGLI  
STUDI DI PALERMO  
DIPARTIMENTO DI  
RAPPRESENTAZIONE U.I.D.

OCCHIO E PROSPETTIVA

*Giuseppe Maria Catalano*



**Architettura del Bello  
Architettura del Sublime:  
le risposte del Disegno**

*Terzo Seminario  
di Primavera, Maggio 1987*

PRE-PRINT  
DEI CONTRIBUTI

# OCCHIO E PROSPETTIVA

*Giuseppe Maria Catalano*

In ottica qualsiasi dispositivo refrangente la luce è chiamato diottro: si parla allora di "diottri piani" e "diottri sferici", riferendosi a superfici refrangenti piane o sferiche. Si parla poi di diottro sferico "semplice" nel caso in cui un'unica superficie curva divida fra di loro due mezzi contigui e di diottro "composto" nel caso in cui siano in discussione più mezzi, separati l'uno dall'altro da superfici sferiche.

Le leggi che regolano la rifrazione attraverso diottri sferici risultano estremamente complesse, se esaminate tenendo conto di tutte le modalità con cui tale fenomeno si manifesta, ma, ordinariamente, per semplificare il problema, si rientra nei limiti della cosiddetta "ottica gaussiana", il che comporta delle condizioni-limite teoriche, cui ci si può accostare per approssimazione.

In tale ipotesi il comportamento di un diottro composto è assimilabile a quello di un diottro semplice e ciò è molto importante ai fini della conoscenza del fenomeno visivo, se si considera l'analogia che indubbiamente esiste tra l'occhio umano e un diottro sferico composto (Fig. 1).

In definitiva ci si riferisce ad un occhio semplificato, che fu chiamato dal Listing "occhio ridotto". Esso si può ritenere costituito da un mezzo di

indice di rifrazione 1,33, limitato anteriormente da una superficie sferica del raggio di curvatura di mm 5: il suo secondo fuoco  $F''$ , che corrisponde alla retina, viene a trovarsi alla distanza di mm 20 dal vertice. Relativamente all'occhio vero, l'occhio ridotto si deve supporre collocato in modo che il suo centro di curvatura C si trovi a mm.7,19 dietro il vertice della cornea. Tale punto C si chiama "centro dell'occhio" e gode la proprietà (rigorosa nell'occhio ridotto, approssimata in quello vero) secondo cui i raggi incidenti contenenti esso non vengono deviati, cosicchè l'immagine di un oggetto si può costruire semplicemente proiettando sulla retina il detto oggetto dal centro C (Fig.2).

Grazie al potere diottrico del sistema cornea cristallino, è possibile a raggi di luce formanti angoli ottusi con l'asse ottico principale di penetrare attraverso la pupilla all'interno del bulbo e incidere lo sferoide retinico.

Può distinguersi al riguardo un campo visivo ottico, precisato dalla inclinazione che debbono avere i raggi luminosi incidenti, per imboccare, refrangendosi, la pupilla e dar luogo ad immagine sulle porzioni più periferiche della retina, lungo tutto il contorno del bulbo. Secondo Le Grand l'inclinazione dei raggi incidenti sulla normale al limbus sclerocorneale dovrebbe essere vicina a  $47^\circ$ , il che comporta una estensione del campo visivo di  $104^\circ$ , computati a partire dal centro ed in ogni direzione (Fig.3).

Come è noto, l'immagine nitida del mondo esterno si forma in corrispondenza della foveola (area retinica di diametro non superiore ai 300 micron): ciò significa che, ad occhio immobile, l'oggetto viene grossolanamente percepito in tutta la sua estensione, ma viene esplorato distintamente solo entro i confini di un'area ristretta.

Se si considera che per distanze dell'oggetto dagli occhi maggiori di 5-6 metri il processo accomodativo e quindi quello di convergenza degli assi ottici principali dei due occhi non vengono stimolati, per cui l'effetto binoculare (non legato all'oroftero) provoca mutamenti del tutto trascurabili

rispetto all'immagine monoculare, volendo rimanere strettamente nell'ambito dell'ottica geometrica (tralasciando cioè quegli aspetti che sono estranei al processo puramente geometrico di rappresentazione del mondo esterno), riferendosi all'occhio "ridotto" del Listing, si possono trarre, a tal punto, importanti conclusioni, fondamentali per la conoscenza della visione umana, di cui, per brevità, riportiamo sinteticamente le essenziali:

A) Il sistema diottrico oculare ha asse di simmetria nell'asse ottico principale. Tale simmetria si manifesta necessariamente nell'immagine che ci è fornita dal cervello.

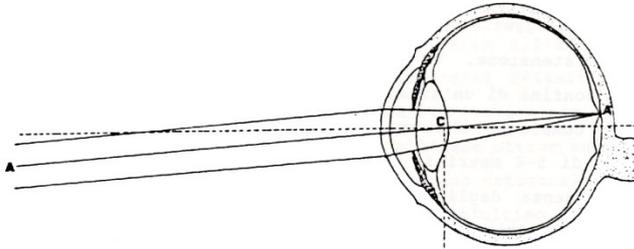
B) Per effetto della suddetta simmetria, qualsiasi piano contenente l'asse ottico principale interseca e quindi impressiona la retina secondo un arco di circonferenza massima ed appare a noi un segmento di retta.

C) Rette parallele si proiettano sulla retina secondo archi di circonferenza aventi in comune due punti, proiezione del punto all'infinito comune ad esse: esse appaiono come curve aventi due punti in comune e tanto più concave verso l'asse ottico principale, quanto più distano da esso (Si deduce dalla B che le rette intersecanti l'asse suddetto appaiono segmenti di retta).

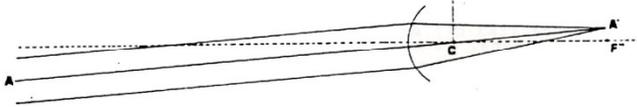
D) Piani, non contenenti l'asse ottico principale, impressionano la retina secondo una calotta sferica delimitata dalla circonferenza proiezione della retta all'infinito del piano: essi appaiono dunque come superfici delimitate dalla curva, immagine della retta impropria (in particolare delimitate da una retta per piani paralleli all'asse ottico suddetto).

E) Qualsiasi figura, disposta su un piano ortogonale all'asse ottico principale e avente centro su quest'ultimo, si proietta sulla retina (per effetto della simmetria) secondo una figura dotata di centro e tale appare.

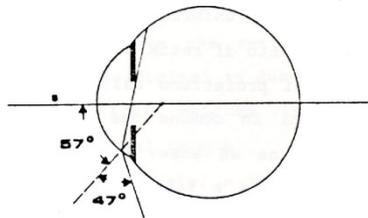
Tali affermazioni, facilmente dimostrabili, come si è detto, configurando l'organo visivo come un diottero "semplice", si accordano con quanto già affermato in tempi recenti, da Helmholtz e da Fischer (anche se diversamente giustificato dalle due scuole) e con quanto sostenuto negli scritti degli antichi ottici e dei teorici dell'arte (In tali scritti troviamo osservazioni come questa: le linee rette vengono viste come curve e le linee curve come rette, etc.).



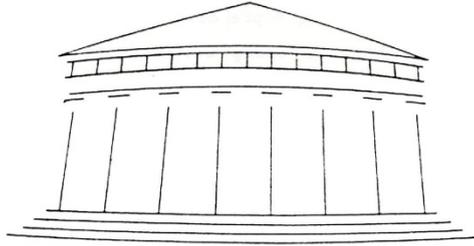
F. 1 Diottro oculare (Enc. Treccani)



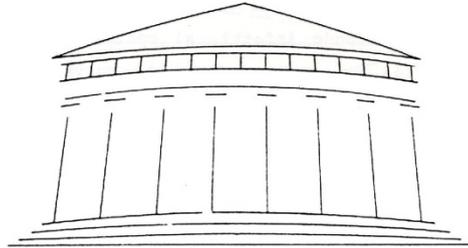
F. 2 Occhio ridotto del Listing (Enc. Treccani)



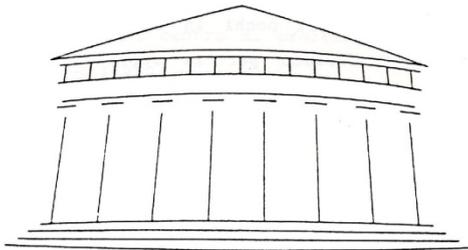
F. 3 Campo visivo ottico ( F. Contino Ottica fisiopatologica)

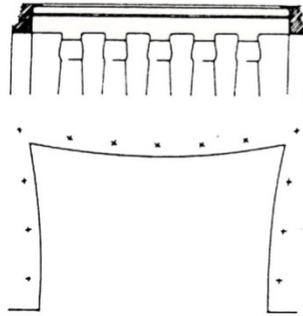


F. 4 Schema delle curvature apparenti nella facciata ad elementi retti.

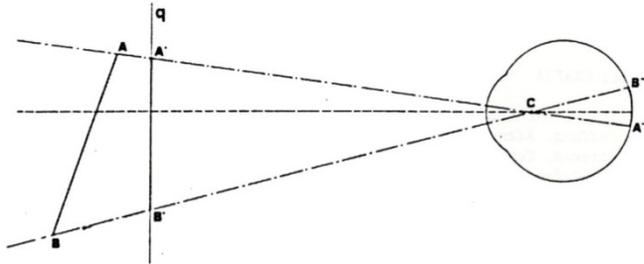


F. 5 Schema delle curvature realizzate.





F. 7 Tempio di Medinet-Abu  
(Choisy, Histoire de l'Arch.)



F. 8 Cono prospettico proiettante l'immagine sulla retina.

Euclide (III sec. a.C.) nel suo ottavo teorema sostiene implicitamente una tale ipotesi sulla visione; afferma infatti che "grandezze uguali e parallele inegualmente distanti dall'occhio, si vedono non proporzionalmente alle distanze", ma appare minore quella vista sotto angolo minore. E' già deducibile da tale teorema che rette parallele non possono esser viste tali, ma incidentesi in due punti: il punto all'infinito delle rette infatti, essendo visto sotto angolo nullo, appare comune a tutte (così come è).

E' molto interessante notare, a tal punto, come tale teoria contrasti con quanto finora affermato sulle notissime correzioni ottiche applicate nell'antica architettura sacra greca ed egizia.

Secondo vari autori (cominciando da Vitruvio) si afferma, infatti, che nei templi greci dell'epoca classica elementi fondamentali dei prospetti come lo stilobate, l'architrave, la cornice e le tese del frontone venissero costruiti con un incurvamento concavo verso la base del tempio, al fine di far percepire tali elementi retti. Ma è facile dimostrare che, per un osservatore disposto innanzi al tempio, tali curvature non possono che accentuare l'effetto curvante del nostro organo visivo. La figura 4 mostra, in modo schematico, le curvature che apparirebbero all'osservatore se gli elementi architettonici suddetti fossero stati costruiti retti. E' evidente dal confronto con lo schema della figura 5, riprodotto la reale configurazione dei templi, come la curvatura adottata dai Greci nell'architrave, nella cornice e nelle tese accentui la deformazione naturale del nostro occhio. Al contrario, la curvatura data allo stilobate tende a rettificarne l'immagine percepita, ma anche in questo caso sussiste un'incongruenza riguardante la monta dei gradoni, ottenuta con i famosi "scamilli impares" vitruviani.

La curvatura e quindi la monta effettiva impressa ai gradoni dagli architetti greci va diminuendo via via che si passa dallo spigolo superiore a quello inferiore fino ad annullarsi nella linea di terra che diventa retta (Fig.5); l'effetto ottico invece tende a curvare maggiormente (con la concavità verso l'alto) gli spigoli inferiori dei gradoni (Fig.4), per cui un esatto correttivo avrebbe dovuto gradualmente aumentare la monta (e non diminuirla) andando dallo spigolo superiore alla linea di terra (Fig.6).

Ingiustificata appare ancora l'affermazione di alcuni autori, secondo cui l'inclinazione piramidale degli assi delle colonne sia stata ideata per contrastare il cosiddetto "effetto di ventaglio": tale effetto non può verificarsi, per la teoria suddetta, apparendo le rette verticali come curve incidentesi in un punto di fuga al di sopra dell'osservatore (Fig.4).

Probabilmente la vera causa dell'origine di tali fenomeni (debolmente giustificabili come correttivi di illusioni ottiche quali quelle di Hering, Muller-Lyer, etc.) è ancora da scoprirsi.

Anche l'architettura sacra egizia offre, del resto, simili riflessioni. Le ben note curvature planimetriche del tempio di Medinet-Abu interpretate come correttivi imposti al fine di fornire un'immagine del monumento con le facciate perfettamente piane, trova solo parzialmente giustificazione nel confronto con la deformazione visiva (Fig.7).

La facciata di fondo infatti, al contrario delle laterali, accentua, con la sua deformazione, la curvatura già imposta dall'occhio.

Ma al di là di tali osservazioni, che in nulla intaccano la bellezza e l'ethos delle opere citate, ciò che mi preme maggiormente sottoporre all'attenzione degli studiosi è il fondamentale e insostituibile ruolo della rappresentazione prospettica nello studio di tali effetti deformanti della visione soprattutto nella fase progettuale dell'opera architettonica.

Se si pone uno degli occhi in corrispondenza del centro di proiezione C fissato per la rappresentazione, saranno percepite le stesse curvature che si avrebbero nella visione dell'opera costruita (Fig.8): il disegno prospettico sul quadro q da luogo infatti, in tal caso, ad un cono visivo proiettante l'immagine sulla retina perfettamente simile a quello che si avrebbe osservando l'opera reale.

Inoltre rotazioni dell'occhio intorno al suo centro, volte ad esplorare attentamente l'immagine disegnata (proiettando via via ciascun dettaglio sulla foveola), nulla tolgono alla correttezza ottico-geometrica del procedimento, in quanto non muta il cono proiettante definito, esclusivamente, dall'immagine prospettica e dal centro di proiezione C (centro dell'occhio) che rimane fisso.

E' bene sottolineare l'utilità di una tale tecnica riprodotte gli effetti dovuti alla dinamica della visione, riflettendo ancora sul mutamento che subisce

l'immagine di un qualsiasi elemento geometrico al ruotare dell'occhio intorno al suo centro.

Una retta, ad esempio, come si è detto, può apparire tale, se interseca l'asse ottico, ma l'immagine di essa si incurva sempre più durante la rotazione dell'occhio, quanto più l'asse suddetto si allontana da essa.

Tutto ciò assume grande rilievo ai fini della conoscenza profonda degli effetti estetici legati intimamente alla geometria dell'opera ed ai possibili punti di vista da cui essa può essere conosciuta, confermando in definitiva ancora una volta il ruolo fondamentale assunto dalla prospettiva nella scienza della rappresentazione.

G.M.C.

### **BIOGRAFIA**

AA.VV. *L'architettura in Grecia, Atti del 16° Congresso di storia dell'architettura, Atene 1977.*

S. Caronia, *Composizione architettonica, Pantea Edizioni, Palermo 1949.*

G.M. Catalano, *Prospettiva sferica, Co. Gra. S. Palermo 1986.*

A. Choisy, *Histoire de l'architecture, Editions Vincent, Freal & C, Paris 1954.*

F. Contino, *Ottica fisiopatologica, Florio Edizioni scient., Napoli 1983.*

R. De Rubertis, *Progetto e percezione, Officina Edizioni, 1971.*

*Enciclopedia italiana Treccani, Vol. 25, Occhio, Roma 1949.*

G. Fano, *Correzioni e illusioni ottiche in architettura, Dedalo, Bari 1979.*

D. Gioseffi, *Perspectiva artificialis, Ist. di storia dell'arte n. 7, Trieste 1957.*

R.L. Gregory, *Occhio e cervello, Il saggiatore, Verona 1966.*

P. Imbornone, *La colonna dorica. Origine della forma, Giordano, Palermo. 1984.*

L. Maffei, L. Mecacci, *La visione, Mondadori EST, Milano 1979.*

R. Martin, *Manual d'architecture grecque, Editions I. Picard, Paris 1965.*

E. Panofsky, *La prospettiva come forma simbolica, Feltrinelli, Milano 1961.*

M. C. ruggieri, *Acropoli e Mito, S. F. Flaccovio editore, Palermo 1979.*

R. L. Scranton, *L'architettura greca, Rizzoli, Milano 1965.*

Vitruvio, *Architettura, Palombi Editori, Roma 1960*

