a cura di
Maria Armezzani

M. Armezzani, F. Barison
L. Burigana, A.L. Comunian
S.C. Masin, M. Massironi
L. Patarnello, G. Porzionato
U. Savardi

Fenomenologia e psicologia

Temi per un confronto

FRANCO ANGELI

Pubblicazione del Dipartimento di Psicologia generale dell'Università di Padova

Copyright © 1990 by Franco Angeli Libri s.r.l., Milano, Italy
È vietata la riproduzione, anche parziale o ad uso interno o didattico, con qualsiasi mezzo effettuata, non autorizzata.

I lettori che desiderano essere regolarmente informati sulle novità pubblicate dalla nostra Casa Editrice possono scrivere, mandando il loro indirizzo, alla "Franco Angeli, Viale Monza 106, 20127 Milano", ordinando poi i volumi direttamente alla loro Libreria.

INDICE

Premessa pag. 7

Che cosa penserebbe Husserl della fenomenologia di oggi? *Maria Armezzani* " 11

La svolta di una psichiatria fenomenologica. *Ferdinando Barison* " 33

Circa il senso e le difficoltà di una "Fenomenologia Sperimentale". *Luigi Burigana* " 47

Approccio alle tecniche proiettive nella psicologia fenomenologica di E. Minkowski. *Anna Laura Comunian* " 89

La condivisione delle percezioni. *Sergio C. Masin* " 95

La diagnosi psichiatrica, il contenuto della psicoanalisi e della fenomenologia e il rapporto tra forma e contenuto. *Ludovico Patarnello* " 105

Il metodo fenomenologico nello studio della percezione musicale. *Giuseppe Porzionato* " 111

Il soffitto della chiesa di S. Ignazio e la percezione di superfici concave. *Ugo Savardi - Manfredo Massironi* " *131*

IL SOFFITTO DELLA CHIESA DI S. IGNAZIO E LA PERCEZIONE DI SUPERFICI CONCAVE

U. Savardi - M. Massironi

Introduzione

L'architetto e pittore Andrea Pozzo fra il 1685 e il 1694 completa la decorazione della volta della chiesa di S. Ignazio a Roma. Il tema rappresentato è la "Gloria di S. Ignazio e l'espansione della Compagnia di Gesù". Mediante una consumata tecnica prospettica Pozzo costruisce illusivamente, sulla volta semicilindrica, un prolungamento ideale dell'architettura della chiesa. L'effetto d'insieme è spettacolare e coinvolgente tanto che l'osservatore situato nel punto di proiezione "is, come dice Pirenne (1970 pag. 84), unable to see the painted surface, qua surface. It is impossible to determine where the ceiling surface actually is" (fig.1).

Alcuni psicologi della percezione (Pirenne 1970, 1975; Rock, 1984) si sono interessati dei fenomeni percettivi connessi all'osservazione della volta. Soprattutto Pirenne (1970, pp. 79-95) fa una dettagliata descrizione (anche sulla scorta del libro di A. Pozzo, 1963) del metodo seguito per l'esecuzione dell'opera, di come essa appare ad un osservatore ed infine dei problemi percettivi che pone ad uno studioso della visione.

Il presente lavoro prende l'avvio da un fenomeno mai precedentemente descritto in letteratura e che si osserva guardando alcuni particolari dell'affresco da diversi punti di vista. E' un fenomeno che consente delle verifiche sperimentali e che è strettamente collegato ad alcuni problemi percettivi affrontati recentemente dalla corrente ecologica, come lo studio delle anamorfosi e quello degli invarianti percettivi. (Johansson, von Hofsten, Jansson, 1980; Mitchell Power, 1983; Cutting, 1986, 1987a, 1987b; Wallach & Marshall, 1986; Hagen, 1986; Kubovy, 1986; Niall, 1987; vedere anche n. 12 di Perception...)

Fig.1 - Decorazione della volta semicilindrica della chiesa di S. Ignazio a Roma. La ripresa è stata effettuata dal punto di proiezione: disco di marmo giallo sul pavimento.

Descrizione del fenomeno osservato

Il pavimento della chiesa di S. Ignazio è di pietra grigia, ma al centro della navata vi è inserito un disco di marmo giallo. Questo disco indica il centro di proiezione, il punto cioè da cui è stato proiettato il disegno della decorazione. Quando l'osservatore si pone con i piedi su questo disco ed osserva la volta, la vede come rappresentata in fig.1, ed in particolare, se prende in considerazione la parte di soffitto immediatamente sopra la porta di ingresso (porzione superiore di fig.1) potrà notare che nell'architettura dipinta la trabeazione al di sopra delle colonne e le cornici al di sopra dell'arco appaiono perfettamente rettilinee, orizzontali e fra loro parallele (fig.2). Se l'osservatore mantenendosi al centro della navata si allontana ulteriormente dalla porta di ingresso portandosi ai piedi dell'altar maggiore, potrà osservare che la stessa trabeazione e le stesse cornici considerate in precedenza non appaiono più rettilinee, ma mostrano una curvatura con la convessità verso l'alto (fig.3). Se ora il nostro osservatore riattraversa tutta la chiesa e si va a porre vicino alla porta di ingresso e guarda, al di sopra della sua testa la stessa configurazione di prima, vedrà che anche in questo caso la trabeazione e le cornici non appaiono rettilinei, ma la loro curvatura apparirà ora con la convessità rivolta verso il basso (fig.4).

L'osservatore di cui parliamo si è trovato ad esperire visivamente un'unica realtà da cui però ha ricavato tre diversi rendimenti percettivi. Inoltre se si chiedesse quale dei tre rendimenti corrisponde alla realtà fisica non saprebbe rispondere in quanto, durante l'esplorazione, il suo sistema percettivo non ha raccolto informazioni utili per rispondere ad una domanda di questo tipo. Questa incertezza, che sicuramente soddisfaceva il gusto per la decezione e per la meraviglia degli artisti del XVII secolo pone, però due ordini di problemi a quella corrente di studio che si è definita "approccio ecologico alla percezione" (Gibson, 1950, 1966, 1979).

Il primo problema riguarda il fatto che nonostante le condizioni di osservazione siano ecologicamente ricche (la chiesa è ben illuminata e l'osservatore si può muovere a suo piacere) è impossibile decidere quando quello che si vede corrisponde alla realtà fisica del disegno tracciato sulla volta.

Il secondo problema riguarda la supposta utilità del Birapporto della Quaterna (BdQ) (ingl. Cross Ratio) come invariante percettivo. Il BdQ individua e definisce matematicamente una specifica proprietà proiettiva di 4 punti allineati il cui birapporto rimane inalte-

Fig.2 - Decorazione del soffitto di S. Ignazio, particolare sovrastante la porta di ingresso, ripreso dal disco di marmo giallo.

Fig. 3 - Lo stesso particolare di fig. 2, ripreso dalla parte opposta della navata, ai piedi dell'altar maggiore.

Fig. 4 - Lo stesso particolare di fig.2 ripreso in prossimità della porta di ingresso.

rato per qualsiasi operazione di proiezione o sezione a cui essi sono interessati (Poncelet, 1822; Staudt, 1847; Russel, 1897).

Gibson (1966) aveva riproposto il problema delle costanze percettive osservando che un oggetto che si muove nello spazio, oppure guardato da un osservatore in movimento, è soggetto ad un continuo flusso di trasformazioni proiettive all'interno del quale ciò che non varia (gli invarianti percettivi) costituisce un "kind of stimulus information, for the constant properties of the object" (Gibson, 1966, p. 145). Successivamente Gibson, Owsley & Johnston (1978) e Shaw & Pittenger (1977) hanno proposto il BdQ come un candidato qualificato al ruolo anche di invariante percettivo. Tale ipotesi è stata ripresa e condivisa da altri ricercatori (Johansson, Jansson, Von Hofsten, 1980; Hagen 1986; Cutting 1986,1987); ma è stata anche messa in discussione da altri (Mitchell & Power, 1983; Simposon, 1986; Massironi & Savardi, 1987,1989; Cowie, 1987, Epstein & Park, 1986).

Per quanto concerne il nostro discorso bisogna tener presente che in ambito proiettivo è stata dimostrata l'invarianza del BdQ anche quando la sezione dei raggi convergenti sui quattro punti allineati è prodotta da una superficie conica di secondo ordine (Staudt, 1847) come di fatto è la volta semicilindrica della chiesa di S. Ignazio.

Come abbiamo visto l'esperienza fenomenica derivante dall'osservazione della volta di S. Ignazio è quella della mancanza di rigidità dell'architettura rappresentata. Le strutture orizzontali possono infatti apparire rettilinee o curvilinee e queste ultime incurvate verso l'alto o verso il basso a seconda del punto di osservazione. Poiché il BdQ fra quattro punti qualunque di quella struttura rimane invariata, bisogna dedurre che, almeno in questo caso, il BdQ, pur essendo un invariante proiettivo non può ricoprire il ruolo anche di invariante percettivo. Come si può capire anche da queste sintetiche osservazioni il fenomeno merita uno studio più accurato di tipo sperimentale e ciò in accordo anche con le osservazioni di Cutting (1987a, pag.74) il quale sottolinea la necessità di condurre delle ricerche su condizioni limite, di passaggio dalla rigidità alla non-rigidità. Il fenomeno che si osserva sul soffitto della chiesa di S. Ignazio sembra rispecchiare una situazione di questo genere. Si è perciò deciso di costruire un set sperimentale che riproducesse in maniera controllata gli stessi fenomeni percettivi osservati in S. Ignazio allo scopo di studiare i seguenti aspetti:

- 1 Verificare se il fenomeno descritto si producesse anche in una situazione assai più semplificata per quanto riguarda il significato della raffigurazione, utilizzando quindi degli stimoli non figurativi.

- 2 Misurare l'ampiezza del fenomeno utilizzando un apposito criterio quantitativo.

- 3 Cercare di individuare e di analizzare le cause che producono quel fenomeno. A tale scopo è stata predisposta una particolare apparecchiatura mediante la quale sono stati effettuati due esperimenti.

Apparecchiatura

In un corridoio lungo m. 10.40 e largo m. 1 è stata posta una volta semicilindrica, dipinta di colore nero opaco, lunga m. 2.10, avente il diametro interno di m. 0.82 e il cui colmo si trovava ad un'altezza da terra di m. 4.05. In fig. 5 sono riportate le misure relative alla esatta posizione della volta del corridoio. In asse con la volta, alla distanza di un metro dalla sua estremità è stato posto un proiettore per diapositive, inclinato di 45° rispetto all'orizzontale il cui obiettivo aveva un'altezza da terra di m. 1.87; in tal modo le diapositive proiettate incontravano la volta poco oltre il suo centro.

Primo esperimento

Soggetti

Sono stati utilizzati dieci soggetti che avevano già seguito corsi e sostenuto esami di psicologia della percezione, tutti erano laureandi o ricercatori del Dipartimento di Psicologia dell'Università di Padova.

Stimoli

Sono state usate tre diapositive stimolo:

- Un segmento la cui lunghezza sul fotogramma era di mm. 20 e il cui spessore era di mm. 0.5.

- Quattro punti allineati la cui lunghezza complessiva, sul fotogramma, era di mm. 20 mentre il diametro di ogni punto era di mm. 0.5.

- Una circonferenza avente sul fotogramma il diametro di mm. 13 e lo spessore di mm. 0.5.

Tutti e tre gli stimoli erano bianchi su fondo nero in modo che quando erano proiettati sulla volta non appariva nessuno sfondo.

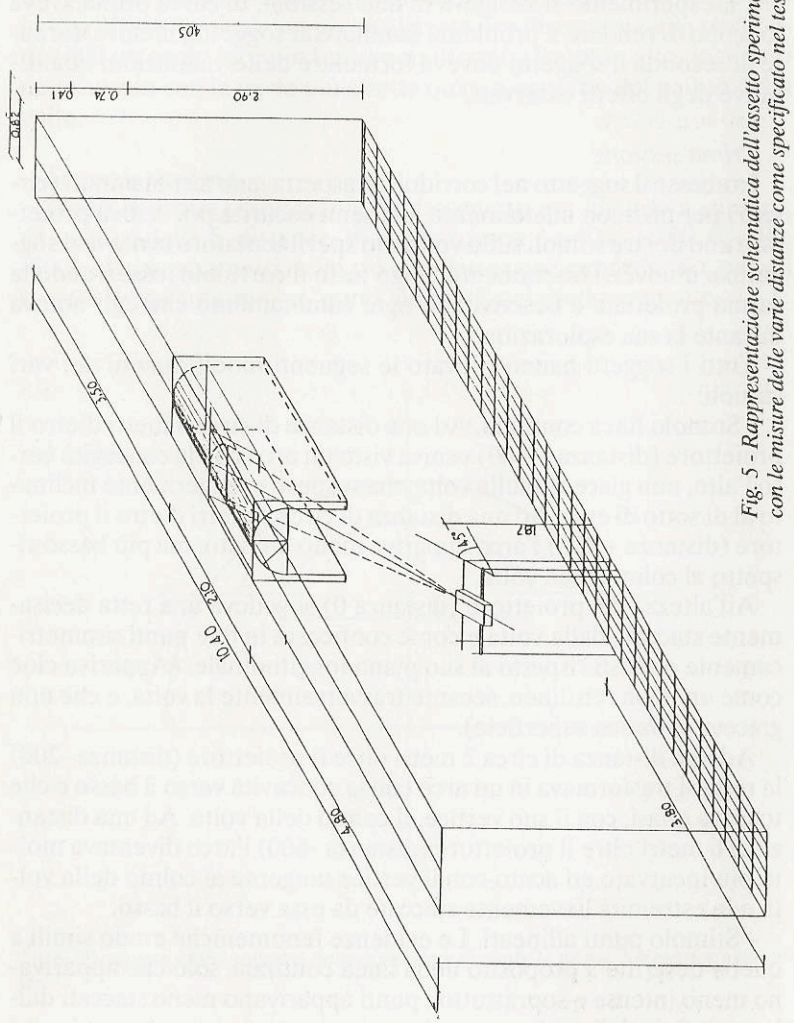

Fig. 5 - Rappresentazione schematica dell'assetto sperimentale con le misure delle varie distanze come specificato nel testo.

Procedura

Il corridoio in cui avveniva l'esperimento era illuminato debolmente, ma in modo che si potessero chiaramente distinguere i contorni della volta e degli altri oggetti presenti (proiettore, armadi, porte). L'esperimento si svolgeva in due sessioni, di cui la prima aveva lo scopo di rendere il problema familiare al soggetto, mentre durante la seconda il soggetto doveva formulare delle valutazioni quantitative degli effetti osservati.

Prima sessione

Immesso il soggetto nel corridoio si aspettavano alcuni minuti (circa 5) per un buon adattamento alla semi oscurità poi veniva proiettato uno dei tre stimoli sulla volta e lo sperimentatore invitava il soggetto a muoversi liberamente lungo tutto il corridoio, osservando la forma proiettata e descrivendo ogni cambiamento che egli notava durante la sua esplorazione.

Tutti i soggetti hanno rilevato le seguenti modificazioni dei vari stimoli:

- Stimolo linea continua. Ad una distanza di circa 4 metri dietro il proiettore (distanza + 400) veniva visto un arco con la concavità verso l'alto, non giacente sulla volta, ma sospeso e leggermente inclinato al di sotto di essa. Ad una distanza di circa 2 metri dietro il proiettore (distanza + 200) l'arco appariva meno arcuato, ma più basso rispetto al colmo della volta.

All'altezza del proiettore (distanza 0) si vedeva una retta decisamente staccata dalla volta e come conficcata in due punti simmetricamente opposti rispetto al suo piano longitudinale. (Appariva cioè come un neon rettilineo, secante trasversalmente la volta, e che non giaceva sulla sua superficie).

Ad una distanza di circa 2 metri oltre il proiettore (distanza -200) la retta si trasformava in un arco con la concavità verso il basso e che toccava quasi, con il suo vertice, il colmo della volta. Ad una distanza di 6 metri oltre il proiettore (distanza -600) l'arco diventava molto più incurvato ed acuto con il vertice tangente al colmo della volta e le estremità lievemente staccate da essa verso il basso.

- Stimolo punti allineati. Le evidenze fenomeniche erano simili a quelle descritte a proposito della linea continua, solo che apparivano meno intense e soprattutto i punti apparivano meno staccati dalla superficie della volta.

- Stimolo circonferenza. Dalla posizione + 400 si vedeva una forma ellittica orizzontale piuttosto schiacciata sospesa all'interno della volta senza, praticamente contatti con essa. Passando dalla posizione + 400 alla posizione + 200, fino alla posizione 0 l'ellisse appare sempre meno schiacciata fino a diventare un cerchio perfetto, sospeso nella volta, alla posizione 0.

Passando dalla distanza 0 alla distanza -200 il cerchio si trasforma in una ellisse verticale un po' ovalizzata per diventare nella posizione -600 un ovolo largo in basso e molto più stretto in alto, inclinato nello spazio con la parte più stretta quasi a contatto del colmo della volta.

Seconda sessione

Dopo le prime osservazioni ogni soggetto era invitato a stimare, da ognuna delle 5 distanze di osservazione (+ 400, + 200, 0, -200, -600), alcuni parametri delle tre configurazioni, procedendo, per gli stimoli "linea continua" e "punti allineati" nel modo seguente.

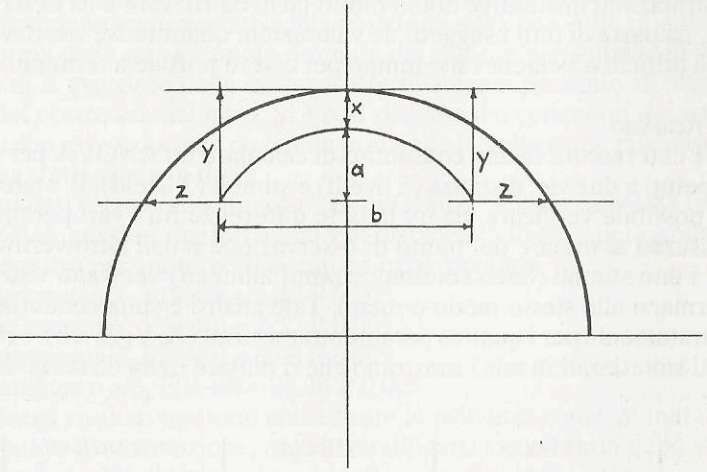

Fig.6 - Parametri che il soggetto doveva valutare durante la prova. Spiegazione nel testo.

L'unità di misura che il soggetto doveva utilizzare era la lunghezza complessiva dello stimolo osservato dalla posizione 0 (quindi vi-

sto rettilineo) a cui veniva assegnato un valore convenzionale uguale a 10. Utilizzando questa unità di misura ed i suoi sottomultipli ogni soggetto doveva valutare - per ognuna delle cinque posizioni e per ognuno dei due stimoli - i paramentri mostrati in fig. 6 e cioè:

X = distanza dal centro dello stimolo al colmo della volta;

Y = distanza dalle estremità dello stimolo al colmo della volta;

Z = distanza dalle estremità dello stimolo alla parete della volta, misurata orizzontalmente;

a/b = rapporto fra il segmento verticale congiungente il vertice dell'arco con la corda che lo sottende e la corda stessa.

Per quanto riguarda lo stimolo cerchio i soggetti dovevano valutare gli stessi paramentri X,Y,Z relativi al diametro orizzontale, mentre il valore a/b era dato dal rapporto fra diametro orizzontale e diametro verticale. L'unità di misura era il diametro orizzontale osservato dal punto 0 a cui era assegnato un valore convenzionale di 10.

La prova richiedeva circa un'ora di tempo. Infatti mentre le trasformazioni qualitative erano molto facili da rilevare e da descrivere, da parte di tutti i soggetti, le valutazioni quantitative risultavano più difficili e richiedevano tempo per essere portate a termine.

Risultati

I dati raccolti hanno consentito di calcolare un'ANOVA per dati ripetuti a due vie: distanza (5 livelli) e stimoli (2 livelli). E' stato così possibile verificare, da un lato, le differenze fra i vari parametri misurati al mutare del punto di osservazione e dall'altro verificare se i due stimoli (linea continua e punti allineati) venivano visti deformarsi allo stesso modo o meno. Tale analisi è stata condotta separatamente per i quattro paramentri misurati (X, Y, Z, a/b). I risultati sintetizzati in tab.1 mostrano che il mutare della distanza di osservazione determina un mutamento statisticamente significativo dei valori di tutti i parametri considerati. La differenza fra i due tipi di stimoli risulta significativa solo per i valori X e a/b. L'interazione fra le due variabili è significativamente evidente solo per i parametri X e Z.

	DISTANZA				STIMOLI				INTERAZIONE			
	GL	F	P	S	GL	F	P	S	GL	F	P	S
X	4,90	126.5	<.0001	S	1,90	7.72	<.01	S	4,90	4.63	<.005	S
Y	4,90	10.64	<.0001	S	1,90	.12	>.25	NS	4,90	1.05	>.25	NS
Z	4,90	16.12	<.0001	S	1,90	2.79	>.05	NS	4,90	7.35	<.001	S
a/b	4,90	61.05	<.0001	S	1,90	17.03	<.005	S	4,90	2.36	>.05	NS

TABELLA 1

In fig. 7 sono state schematicamente indicate le posizioni che i vari punti dello stimolo-linea continua, assumono rispetto alla superficie della volta quando è osservato dalle distanze +400, 0, -600. Le curve sono derivate dalla media dei valori dei parametri misurati.

I valori riportati nelle tre figure corrispondono infatti alle medie delle valutazioni delle distanze X,Y,Z, di fig. 6. La rappresentazione schematica dello stimolo osservato dalla posizione 0 riporta un valore i X uguale ad infinito ciò deriva dalla incapacità mostrata dai soggetti di valutare la distanza dal centro della volta quando vedevano la retta tagliare la volta senza giacere su di essa. Infatti quando si produceva questo rendimento percettivo si perdeva il senso della curvatura della volta, allo stesso modo di quanto accade nella osservazione del soffitto di S. Ignazio (fig.1). Per quanto riguarda la schematizzazione grafica relativa alla posizione -600, una volta calcolata la forma della curva stimolo ottenuta dai valori a/b, risultava un valore di Z maggiore della distanza effettivamente possibile all'interno del nostro semicilindro. Si è così ricavato dai commenti dei soggetti che essi vedevano, da quella posizione la volta come più ampia (linea tratteggiata in fig.7).

Sui dati relativi allo stimolo "circonferenza" è stata calcolata una ANOVA per dati ripetuti a una via: distanza (5 livelli), per ognuno dei quattro parametri considerati ed in particolare:

parametro X, $F(9,40) = 4.47$ P 0.005

parametro Y, $F(9,40) = 8.37$ P 0.005

parametro Z, $F(9,40) = 6.98$ P 0.005

parametro a/b, $F(9,40) = 24.26$ P 0.005

Questi risultati mettono chiramente in evidenza come, al mutare del punto di osservazione, appaia modificarsi sia la forma dello stimolo che la sua posizione rispetto alla superficie della volta.

Discussione

Dai dati della colonna 'distanza' di tab. 1 emerge chiaramente che a seconda della posizione da cui è osservato uno stimolo tracciato su una volta concava, cambiano i valori dei parametri da noi considerati (vedi fig.6). Ciò significa che mutano sia la forma che la posizione fenomenica della configurazione osservata e che quindi tale confi-

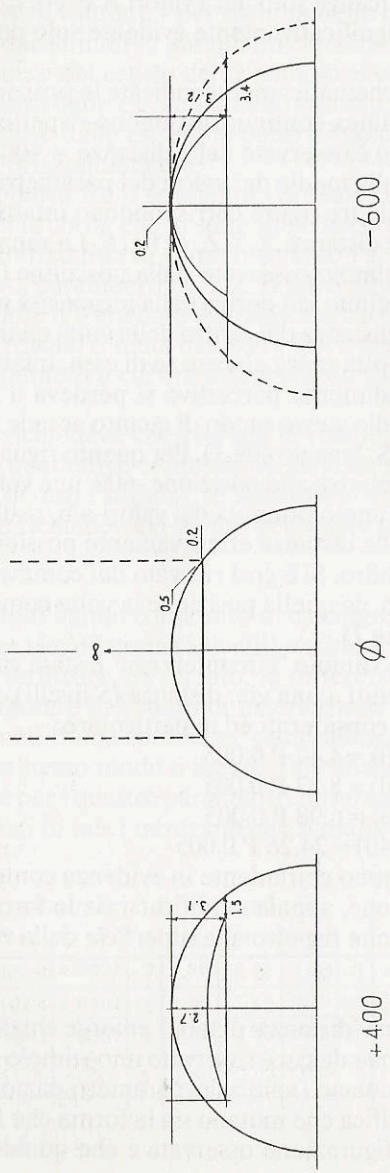

Fig.7 - Rappresentazioni schematiche delle forme e delle posizioni fenomeniche dello stimolo 'linea' osservato dalle distanze 400,0 - 600. I dati corrispondono alle medie delle risposte dei soggetti.

gurazione non si mantiene fenomenicamente rigida al mutare del punto di osservazione. Questa conclusione si porta dietro due conseguenze teoriche che elenchiamo sinteticamente:

- 1 In una situazione come quella considerata non si innescano processi di costanza percettiva o per lo meno non si producono in maniera esauriente.

- 2 Le trasformazioni osservate si verificano in condizioni di perfetta prospettività, in cui perciò il BdQ rimane invariato. In questo caso il BdQ non sembra fornire delle informazioni utili alla percezione delle rigidità, come alcuni studiosi avevano pensato. A tale proposito Cutting (1986, pag. 70) ritiene che l'invarianza non possa essere sempre in grado di fare il lavoro di sostegno nella percezione che qualcuno vorrebbe, egli scrive infatti: "At best, invariants work for perceivers only some of the time, and the determination of how well they work for psychologists is an empirical question". Alla luce di questa affermazione si può per ora concludere che la condizione da noi studiata costituisce un caso in cui il BdQ, pur funzionando come invariante proiettivo ha un potere molto scarso come invariante percettivo. Consideriamo ora brevemente i risultati delle elaborazioni statistiche effettuate sui dati raccolti. La colonna 'stimoli' in tab. 1 mostra che vi è una differenza statisticamente significativa fra linea continua e punti allineati solo per i parametri X e a/b. Se osserviamo il grafico di fig. 8 costruito partendo dai valori medi del parametro X, vediamo che la differenza fra la linea continua e i punti allineati riguarda solo la distanza +200, il che significa che, a tale distanza, i punti si staccano meno dal colmo della volta rispetto alla linea. Per comprendere questo risultato bisogna tener presente che i punti, essendo 4 e intervallati regolarmente, lasciano proprio in mezzo uno spazio vuoto, ed era proprio su quello spazio che doveva essere effettuata la valutazione di X, per cui lo stimolo 'linea', che nella posizione 0 appariva completamente indipendente dalla volta, nella posizione 200 appare ancora più lontano dalla sua superficie rispetto ai punti.

Nel grafico di fig. 9 è visibile l'andamento dei valori del parametro a/b sia per la linea continua che per i punti. La linea continua mostra sempre, eccetto che per la distanza 0, valori più alti rispetto a quelli dei punti allineati. Da ciò deriva che la linea virtuale che unisce i punti si incurva meno di quella continua. Verosimilmente la separazione fra le parti dello stimolo fa sì che esse appaiano meno deformate rispetto ad una struttura fortemente unitaria come è la linea. A questo proprosito si potrebbe anche invocare la computabilità

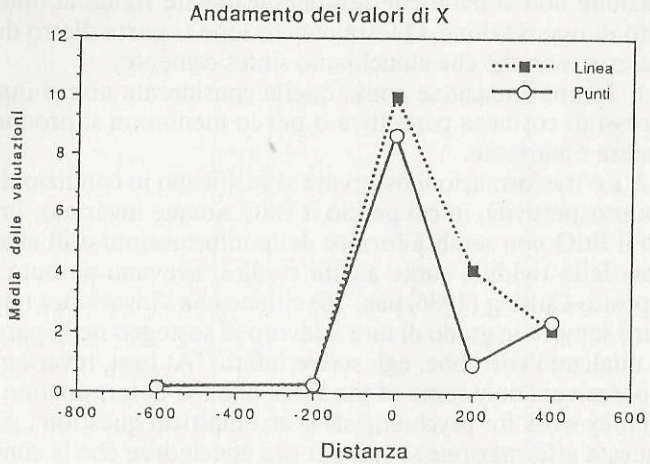

Fig. 8 - Andamento delle valutazioni del parametro 'a/b', relativo ai due stimoli (1° esperimento).

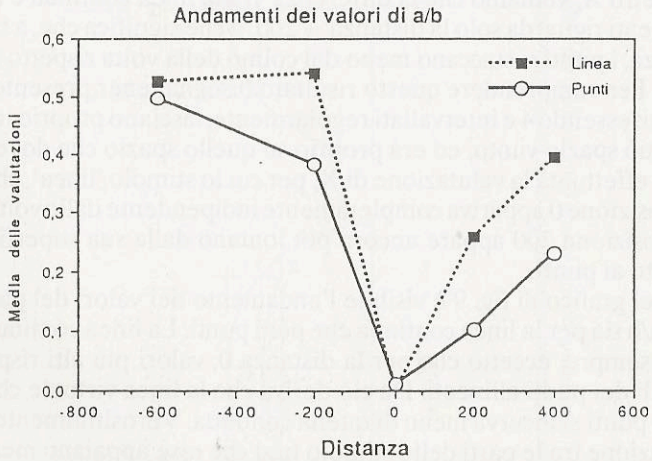

Fig. 9 - Andamento delle valutazioni del parametro 'a/b', relativo ai due stimoli (1° esperimento).

del BdQ che sarebbe possibile solo nel caso dei 4 punti e non nel caso della linea, tale computabilità darebbe maggiori garanzie informative da cui deriverebbe la minore rigidità apparente dei punti rispetto alla linea continua tenuto conto del fatto che anche i quattro punti allineati, pur deformandosi meno, non appaiono rigidi.

Dalla terza colonna 'interazioni' di tab. 1 emerge un'interazione significativa fra tipo di stimolo e distanza, relativamente ai parametri X e Z. Il primo, di cui si è già parlato, misura la distanza del centro dello stimolo dal colmo della volta. Il secondo misura la distanza degli estremi dello stimolo dalla stessa volta. L'emergere di questa interazione mostra che quando l'osservatore si trova lontano dal punto di proiezione (punto 0) gli estremi della linea appaiono più lontani dalla superficie della volta in direzione orizzontale di quanto avvenga per i punti (fig. 10). Quando gli stimoli vengono osservati dalla posizione -200 le distanze Z (in fig. 6) appaiono uguali sia per i 4 punti che per la linea. Quando l'osservazione avviene dalle posizioni 0 e 200 le distanze Z appaiono maggiori per i 4 punti allineati che per la linea continua (fig. 10). Infine dalla posizione 400 le distanze Z appaiono maggiori per la linea che per i quattro punti.

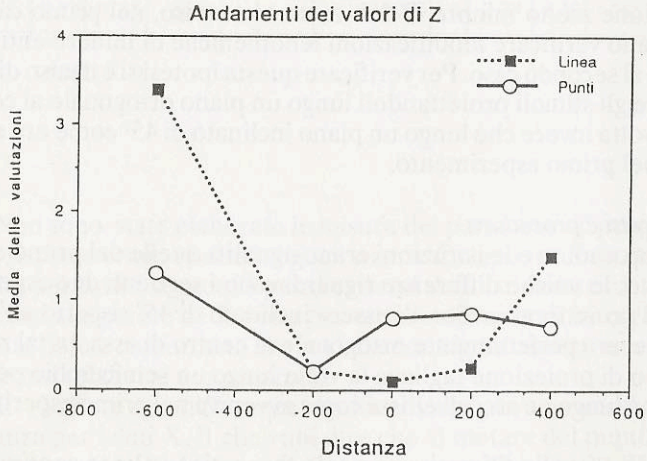

Fig.10 - Andamento delle valutazioni del parametro 'a/b', relativo ai due stimoli (1° esperimento).

Ciò vuol dire che le configurazioni tracciate su di una volta semicilindrica appaiono modificarsi in maniera diversa, dai vari punti di vista, a seconda della loro struttura. La differenza sembra dipendere dal fatto che una figura è unitaria, continua, mentre l'altra è costituita da elementi discreti.

Secondo esperimento

La condizione sperimentale utilizzata per il primo esperimento prevedeva che gli stimoli fossero proiettati sulla volta semicilindrica secondo un'inclinazione di 45°. Durante le nostre osservazioni del soffitto di S. Ignazio avevamo notato che, al mutare del punto di vista, le configurazioni che erano alle estremità sembravano modificarsi in modo molto più evidente rispetto a quelle che si trovavano al centro. Ma proiettando il disegno bidimensionale sul soffitto semicilindrico da un punto centrale (disco di marmo giallo sul pavimento), come riporta di aver fatto A. Pozzo stesso (1693), si verifica che i raggi di proiezione colpiscono la volta giacendo su di un piano ad essa ortogonale al di sopra del disco giallo, mentre alle estremità più lontane della volta i raggi di proiezione arrivano con un'inclinazione molto minore di 90°. A nostro avviso, nel primo caso si dovevano verificare modificazioni fenomeniche di minore entità rispetto al secondo caso. Per verificare questa ipotesi si è deciso di presentare gli stimoli proiettandoli lungo un piano ortogonale al colmo della volta invece che lungo un piano inclinato di 45° come era avvenuto nel primo esperimento.

Soggetti e procedura

La procedura e le istruzioni erano uguali a quelle del primo esperimento; le uniche differenze riguardavano i seguenti due aspetti:

a) Il proiettore, invece di essere inclinato di 45° rispetto all'orizzontale, era perfettamente ortogonale al centro di essa. In tal modo il piano di proiezione tagliava la volta lungo un semicerchio perfetto e non lungo un arco di ellisse come avveniva nel primo esperimento.

b) Gli stimoli utilizzati erano solo due e cioè la linea continua e i quattro punti allineati perchè questi erano gli stimoli in cui i parametri erano risultati più facilmente rilevabili e valutabili da parte dei soggetti.

Sono stati utilizzati 5 soggetti, studenti del Dipartimento di Psicologia dell'Università di Padova, che avevano seguito corsi e sostenuto esami di Psicologia della percezione.

Poichè lo stimolo osservato, allontanandosi dal proiettore nelle due direzioni opposte, risultava in questo caso assolutamente simmetrico si è deciso di effettuare solo tre valutazioni per ogni stimolo e precisamente alle distanze 400, 200 e 0.

I parametri valutati sono gli stessi di fig. 6 e cioè X, Y, Z, a/b.

Risultati e discussione

I dati raccolti hanno consentito di calcolare un'ANOVA per dati ripetuti, a due vie (distanza 3 livelli e stimoli 2 livelli) per ognuno dei parametri valutati. I risultati dell'analisi sono riportati nella tabella 2 da cui emergono i seguenti fatti:

	DISTANZA				STIMOLI				INTERAZIONE			
	GL	F	P	S	GL	F	P	S	GL	F	P	S
X	2,24	47.39	<.0001	S	1,24	1.02	>.25	NS	2,24	3.07	>.05	NS
Y	2,24	2.67	>.05	NS	1,24	.73	>.25	NS	2,24	1.44	>.25	NS
Z												
a/b	2,24	102.5	<.0001	S	1,24	18.26	<.005	S	2,24	7.39	<.005	S

TABELLA 2

- Non sono state elaborate le misure del parametro Z perchè tutte le risposte erano risultate uguali a zero. Questo risultato, però dice che per tutti i soggetti i punti estremi dello stimolo rimanevano attaccati alla parete della volta per tutte le distanze di osservazione. Questo dato è confermato anche dalla non significatività emersa dai confronti relativi al parametro Y.
- E' risultata una differenza significativa relativamente al fattore distanza per i dati X. Il che vuol dire che al mutare del punto di osservazione muta l'ampiezza dello scostamento fra centro dello stimolo e colmo della volta.
- Risultano significative le differenze fra i valori del parametro a/b sia per entrambi i fattori (distanza e stimolo) che per la loro interazione. Questo risultato indica che si verificano delle modificazioni

fenomenicamente evidenti al mutare del punto di osservazione anche quando lo stimolo è ortogonale al colmo della volta. Tali modificazioni sono, però meno intense rispetto a quanto si verificava nel primo esperimento, quando non vi era ortogonalità fra l'asse di proiezione e il colmo della volta. Esse riguardano particolarmente il rapporto a/b (fig.6) vale a dire il grado di curvatura apparente dello stimolo, mentre gli estremi di entrambi gli stimoli non appaiono mai staccati dalla superficie della volta. I risultati indicano che l'entità di tale curvatura dipende dal fatto che si tratti di una figura unitaria (linea) rispetto ad una composita (4 punti allineati); quest'ultima appare infatti modificarsi meno rispetto alla prima, vedi grafico di fig. 11. Bisogna tener presente che lo stimolo distale, nel caso del primo esperimento, era un arco di ellisse, mentre nel caso del secondo era un semicerchio. Anche questo aspetto di regolarità si può ritenere che giuochi un ruolo importante nel mantenere più costante il rendimento percettivo.

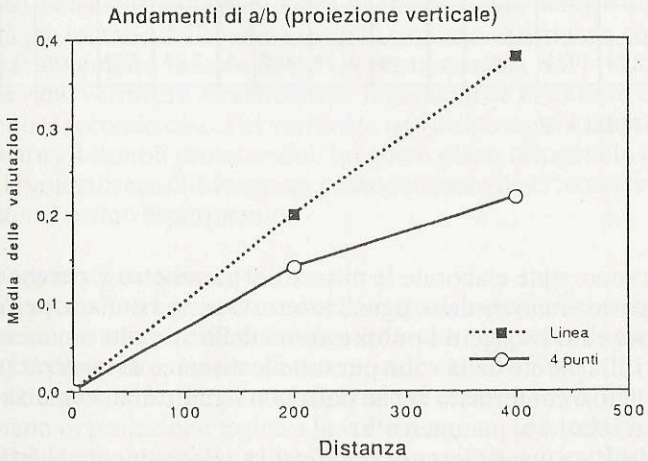

Fig.11 - Andamento delle valutazioni del parametro 'a/b', relativo ai due stimoli nelle condizioni previste dal secondo esperimento.

Interpretando i risultati dei due esperimenti dal punto di vista della rigidità dell'osservato, si può dire che in entrambi i casi gli stimoli non vengono visti come rigidi, al mutare del punto di osservazione, ma che le trasformazioni non rigide sono più intense ed evidenti quando gli stimoli sono proiettati con un'inclinazione di 45° rispetto all'orizzonte, che quando sono proiettati ortogonalmente ad essa.

Conclusioni

Per cercare di fornire una spiegazione del fenomeno bisogna, prima di tutto, considerare quali trasformazioni geometriche subiscono gli stimoli al mutare dei punti di osservazione. La figura 12 è la rappresentazione assonometrica, schematizzata delle situazioni in cui lo stimolo "linea continua" *a* viene effettuata dalla distanza 0 (con proiettore inclinato di 45°) e l'osservazione viene effettuata alle distanze 0 e +400. Il segmento *a'* sta ad indicare lo stimolo nella diapositiva da proiettare, la sua proiezione sulla volta è ottenuta mediante raggi paralleli e non convergenti (come avveniva nella realtà usando il proiettore per diapositive), questa semplificazione è stata fatta al fine di aiutare la comprensione dei ragionamenti che seguono.

Il piano alfa è formato dalla proiezione dello stimolo e taglia la volta lungo l'arco di ellisse *a*. Se questo arco di ellisse viene osservato dalla posizione 0 esso viene visto come la linea retta *b*, secante la volta.

Quando ci si sposta ad osservare lo stesso stimolo dalla posizione +400, per capire cosa accade proiettivamente, bisogna fare un breve ragionamento per assurdo. Perchè da tale posizione fosse possibile vedere il segmento *b* come rettilineo lo stimolo dovrebbe coincidere con l'arco di ellisse *c* che è la linea lungo la quale il piano β (quello su cui giacciono sia l'occhio dell'osservatore che il segmento *b*) incontra la superficie della volta.

Ma, dal momento che il proiettore non è stato spostato, l'immagine proiettata è sempre l'arco di ellisse *a*, ne consegue che la nuova configurazione osservata sarà una via di mezzo fra l'arco di ellisse *a* e la retta *b*. Possiamo osservare, per semplicità che cosa avviene sul piano ortogonale al piano β (il piano γ può essere inteso come una metafora della retina, o del piano di visione, o della finestra albertiana). Su tale piano il vertice proiettato dell'arco di ellisse *a* si viene a trovare più in alto del vertice proiettato dell'arco di ellisse *c* e ciò produce l'incurvarsi della linea verso l'alto.

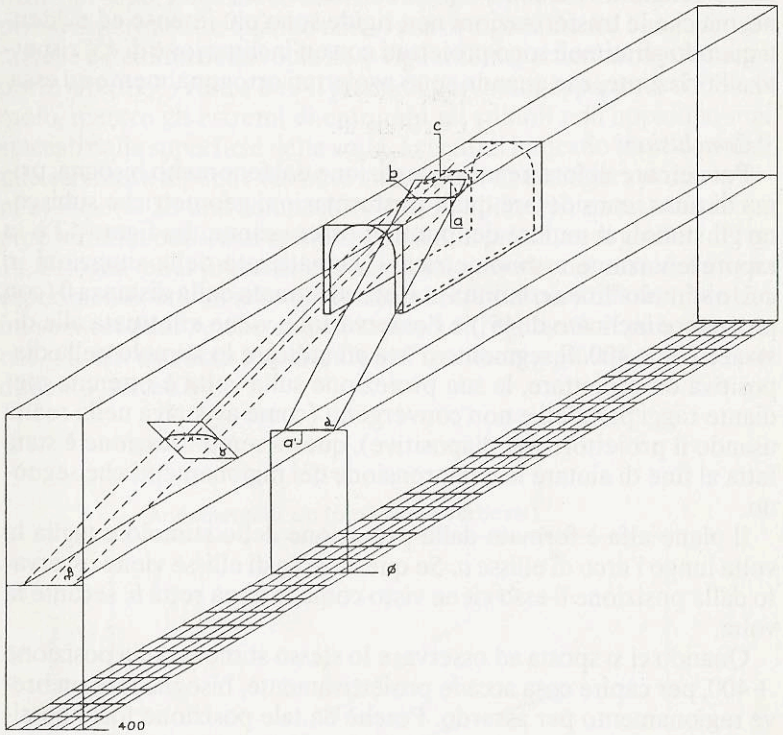

Fig. 12 - Rappresentazione schematica delle modificazioni geometriche dello stimolo 'linea' osservato dalle distanze 0 e 400. Spiegazione dettagliata nel testo.

Una cosa analoga, anche se in direzione opposta si verifica quando l'osservazione avviene dalla distanza -600, vedi fig. 13.

Le deformazioni percepite sembrano avere le stesse caratteristiche delle deformazioni geometriche proiettive che si producono su di un piano bidimensionale alle varie distanze di osservazione. Que-

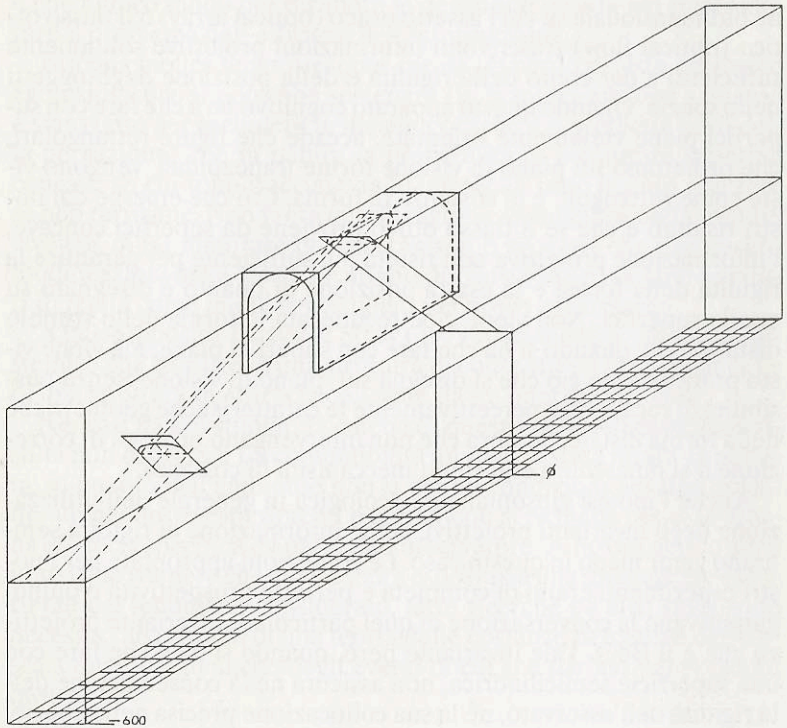

Fig. 13 - Rappresentazione schematica delle modificazioni geometriche dello stimolo 'linea' osservato dalla distanza -600. Spiegazione dettagliata nel testo.

ste evidenze sembrano confortare l'intuizione dei prospettici rinascimentali che ipotizzavano l'esistenza di un piano bidimensionale - la famosa finestra albertiana - che tagliava il fascio di raggi convergenti nell'occhio dell'osservatore e su cui si disegnava una proiezione bidimensionale del mondo tridimensionale. Anche Gibson (1950) riprende questa ipotesi, ma non sappiamo ancora decidere se

questo piano sia un costrutto puramente cognitivo, una sorta di piano mentale, o sia, molto più semplicemente la retina. Da quanto finora emerso sembra che il processo percettivo usi un piano di visione bidimensionale su cui l'assetto ottico (optical array) o il flusso ottico (optical flow) trascrivono informazioni proiettive solitamente sufficienti a dar conto della rigidità e della posizione degli oggetti nello spazio. Quando questo apparato cognitivo ha a che fare con superfici piane variamente orientate, accade che figure rettangolari, che proiettano sul piano di visione forme trapezoidali, vengono viste come rettangoli: è la costanza di forma. Ciò che emerge dai nostri risultati è che se il flusso ottico proviene da superfici concave, l'informazione proiettiva non risulta più sufficiente per garantire la rigidità della forma e la esatta posizione di quanto è disegnato su quelle superfici. Non viene cioè recuperata la forma dello stimolo distale come quando si ha che fare con superfici piane, ma viene visto praticamente ciò che si disegna sul 'piano di visione' senza possibilità di recuperare percettivamente le caratteristiche geometriche della forma distale. Sembra che non intervengano processi di correzione o si inneschino esaurienti meccanismi di costanza.

Anche l'ipotesi gibsoniana ed ecologica in generale dell'utilizzazione degli invarianti proiettivi, come informazione di rigidità sembrano venir meno in questo caso. Le condizioni approntate per i nostri esperimenti erano di completa e perfetta prospettività e quindi garantivano la conversazione di quel particolare invariante proiettivo che è il BdQ. Tale invariante però, quando si ha a che fare con una superficie semicilindrica, non assicura nè la conservazione della rigidità dell'osservato, nè la sua collocazione precisa nello spazio, ciò inoltre si verifica in condizioni sia ambientali che di osservazione sufficientemente ricche dal punto di vista ecologico. Cutting (1986, p. 137 e 142) sostiene che il BdQ è percettivamente importante solo quando è un oggetto planare a ruotare. Se tale affermazione è vera non ci si deve attendere, nei casi da noi studiati (in quanto non planari), che le configurazioni rimangano rigide, anche se gli invarianti proiettivi risultano conservati. In ogni caso però rimane da chiedersi quali siano i meccanismi e le leggi che regolano la percezione di configurazioni tracciate su superfici concave, dal momento che i normali processi di costanza non sembrano funzionare in questi casi.

Una domanda che ci si deve porre, se si rimane nell'ambito teorico della percezione diretta, è se i nostri stimoli riguardino lo studio della percezione pittorica dal momento che non si tratta di oggetti

reali, ma virtuali. Secondo Gibson la percezione pittorica è sempre indiretta, ma secondo Cutting (1986) l'opposizione fra percezione diretta ed indiretta è più che altro un dibattito sull'uso delle parole; e che l'unico modo per dirimere la questione risiede nel riconsiderare il problema dell'efficacia dell'informazione.

Bisogna inoltre tener presente che da un punto di vista ecologico evoluzionistico si potrebbe sostenere (in maniera analoga a quanto è stato fatto per escludere le illusioni ottiche dai problemi reali della percezione) che in natura la probabilità di incontrare superfici concave su cui sono tracciate delle immagini sono quanto mai rare se non rarissime. Non vi era quindi ragione, in funzione della sopravvivenza, di far maturare dei meccanismi o processi che cogliessero modificazioni della luce o invarianti del flusso ottico relativi a settori di realtà come quelli contemplati nei nostri esperimenti.

A tale proposito Turvey & Shaw (1979) parlano di ecosistema epistemico che consiste in una struttura di consentibilità (affordance) e di una struttura di efficacia collegate da un'operazione duale.

Nei casi da noi studiati la catena di questo sistema epistemico risulta non collegata. La compatibilità animale è stata infatti rispettata, in quanto nell'ambiente non si danno condizioni del tipo considerato nei nostri esperimenti e quindi non si richiede per esse alcuna efficacia specifica da parte dell'osservatore. A nostro avviso però non si può ritenere che quella sopra esposta sia una spiegazione esauriente del fenomeno considerato, altre ricerche ed altri studi sono necessari alla ricerca di una teoria delle costanze percettive che riesca a tener conto anche degli eventi di cui si è parlato nel presente lavoro.

BIBLIOGRAFIA

Baltrusaitis, J., (1955). *Anamorphoses ou magie artificielle des effets merveilleux*. Trad. it. *Anamorfosi*. Milano: Adelphi, 1978.

Cutting, J. E., (1986). *Perception with an eye for motion*. Cambridge, Mass., London: The MIT Press.

Cutting, J. E., (1987a). Perception and information. *Annual Review of Psychology*, 38, 61-90.

Cutting, J. E., (1987b). Rigidity in cinema seen from the front row, side aisle. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and performance*, 13 (3), 323-334.

Epstein, W. & Park, K., (1986). Continuous optical transformations do not elicit unique percentual descriptions. *Perception and Psychophysics* , 40, 6, 365-369.

Garner, W. R., (1981). The analysis of unanalyzed perceptions. In Kubovy, M., Pomerantz, J. R. (eds). *Perceptual Organization*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gerbino, W., (1983). *La percezione*. Bologna: Il Mulino.

Gibson, J. J., (1950). *The Perception of the Visual World*. Boston: Houghton Mifflin.

Gibson, J. J., (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.

Ginson, E. J., Owsley, C. J., & Johnston, J., (1978). Perception of invariants by five-month-old infants, differentiation of two types of motion. *Developmental Psychology* , 14, 407-415.

Gregory, R. L., (1966). *Eye and Brain: The Psychology of Seeing*. New York: McGraw-Hill.

Hagen, M. A., (1986). *Varieties of Realism*. Cambridge, London, New York: Cambridge University press.

Helmholtz, von, H., (1911). *Handbuch der Physiologischen Optick*. Hamburg und Leipzig: Voss, vol III, pp. 3-12, 23-31.

Ittelson, W. H. & Kilpatrick, F. P., (1961). Monocular and binocular distorted rooms. In Kilpatrick, F. P. (ed). *Explorations in Transactional Psychology*. New York: New York University Press.

Johansson, G., (1974). Visual perception of rotary motion as transformations of conic sections. *Psychologia,* 17, 226-23.

Johansson, G., (1978). About the geometry underlying spontaneous visual decoding of the optical message. In Leeuwenberg, E. L. J. & Buffart H. F. J. (eds) *Formal Theories of Visual Perception*. Chichester, England: Wiley, pp. 265-276.

Johansson, G., von Hosften, C. & Jansson, G., (1980). Event perception. *Annual Review of Psychology,* 31, 27-63.

Koffka, H., (1935). *Principles of Gestalt Psychology*. New York: H. Harcourt Brace.

Kölher, W., (1929). *Gestalt Psychology*. New York: Liveridge.

Kubovy, M., (1986). *The Psychology of Perspective and Renaissance Art*. Cambridge, London, New York: Cambridge University Press.

Massironi, M. & Savardi, U., (1987). Anche un invariante può variare: il caso del birapporto della quaterna. *Report: Università degli studi di Verona,* n°. 34.

Massironi, M. & Savardi, U., (1989). Le anamorfosi come verifica degli invarianti proiettivi. *Contributi dei Dipartimenti e degli Istituti Italiani di Psicologia,* 2, 67-95.

Michaels, C. F. & Carello, C., (1981). *Direct Perception*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Mitchell, R. & Power, R. P., (1983). Apparent Reversal frequencies in squares and trapezia: the effect of invariant and variant information. *Perception,* 12, 375-392.

Neisser, U., (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton Century Crofts.

Niall, K., (1987). Perceptives yet unseen. *Journal of Mathematical Psychology*, 31, 429-438.

Norman, D. A., (1979). Percept, memory and mental processes. In Nilsson, L. (ed.). *Perspectives in Memory Research: Essays in Honor of Uppsala University's 500th Anniversary.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Palmer, S. E., (1983). The psychology of percentual organization: a transformational approach. In Beck, J., Hope, B., Rosenfeld, A. (eds). *Machine Vision*, New York: Academic Press, pp. 269-339.

Pirenne, M. H., (1970). *Optics, Painting and Photografy*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Pirenne, M. H, (1975). Vision and art. In Carterette, E. & Friedman, M. (eds). *Handbook of Perception.* New York: Academic Press, vol. 5, pp. 434-490.

Poncelet, J. V., (1822). *Traité des Propriétés Projectives des Figures...* Paris: Bacholier.

Putei, A. (A. Pozzo), (1693-1700). *Perspectiva Pictorum et Architectorum. Pars prima, secunda*. Rome: Komarek.

Rock, I., (1983). *The Logic of Perception.* Cambridge, Mass., London: The MIT Press.

Rock, I., (1984). *Form and Organization in Perception.* New York: Scientific American Books Inc..

Russel, B., (1987). *An Essay on the Foundations of Geometry.* Cambridge, England: Cambridge University Press.

Shaw, R. E. & Pittenger, J., (1977). Perceiving the face of change in changing faces: implications for a theory of object perception. In Shaw, R. E. & Bransford, J. (eds). *Perceiving, Acting and Knowing.* Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 103-132.

Simpson, W. A., (1986). The cross-ratio and the perception of motion and structure. In Badler, N. I. & Tsotsos, I. K. (eds). *Motion: Representation and Perception.* New York, Amsterdam, London: North Holland, pp. 248-252.

Staudt, von, C. G. C., (1847). *Der Geometrie del Lage.* Nurnberg: Fr. Korn.

Todd, J. T., (1985). Perception of structure from motion: is projective correspondance of moving elements a necessary condition? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11, 689-710.

Ullman, S., (1984). Maximizing rigidity: the incremental recovery of 3-D structure from rigid and nonrigid motion, *Perception*, 13, 255-274.

Ullman, S., (1984). Rigidity and misperceived motion, *Perception,* 13, 219-220.

MANFREDO MASSIRONI *è docente di Psicologia sperimentale presso l'Università di Verona. Negli anni 60/70 si è impegnato attivamente nella ricerca artistica ed ha partecipato a numerose mostre nazionali ed internazionali di Arte Cinetica e Programmata. I suoi interessi attuali sono rivolti principalmente alla percezione visiva. Su quest'ultimo argomento ha pubblicato* Vedere con il Disegno, *Padova: Muzzio, 1982 e* Comunicare per immagini, *Bologna: Il Mulino, 1989.*

UGO SAVARDI *è ricercatore di ruolo presso il Dipartimento di Psicologia generale dell'Università di Padova. Si interessa a problemi di percezione visiva e sta attualmente conducendo lavori sperimentali sulla rappresentazione dello spazio pittorico. È membro fondatore del Centro Interdipartimentale di Studi sul Colore e la Psicologia dell'Arte dell'Università di Padova.*