

PAOLO BONAIUTO - MANFREDO MASSIRONI

« ROTTURA » DELLA COSTANZA DI FORMA VISIVA,
MOVIMENTI APPARENTI E ILLUSIONI
DI ELASTICITÀ E PLASTICITÀ DELLA MATERIA,
IN ANGOLI ROTANTI

Estratto dal volume:
« Conoscenza e struttura »

SOCIETÀ EDITRICE IL MULINO BOLOGNA

«Rottura» della costanza di forma visiva, movimenti apparenti e illusioni di elasticità o plasticità della materia, in angoli rotanti

1. Introduzione

Una serie di studi da noi condotti negli anni scorsi — e già presentati proprio in occasione di uno dei *meetings* annuali di psicologia della percezione nell'Università di Trieste¹ — aveva preso in esame una nuova forma di *movimento apparente*, accompagnato da altre caratteristiche illusioni: fenomeni che compaiono a carico di oggetti anche molto semplici, a forma di *angoli* vuoti, posti in rotazione su un asse passante per la bisettrice, ed antistanti rispetto a particolari sfondi.

Tali fenomeni, che possono ingenerare notevoli sorprese nell'osservatore, raggiungendo un grado elevato di coercizione e di spettacolarità, non ci risultavano menzionati nella letteratura scientifica.

Essi sono riconducibili, a nostro avviso, alla cosiddetta «rottura» della costanza di forma degli oggetti stessi, nel corso della rotazione. Tale incostanza rende necessarie delle ulteriori soluzioni percettive illusorie, che l'osservatore elabora prontamente, man mano che si imbatte nei problemi visivi che gli vengono proposti.

Il fenomeno principale viene illustrato in modo esemplare ponendo in rotazione un dispositivo costituito da un sottile tubo metallico, del diametro di cm 0,6, a forma di Y, con un angolo superiore di 90° delimitato da due lati lunghi 22 cm. Questa struttura è montata con il braccio inferiore (lungo anch'esso 22 cm) sul perno verticale di un motorino elettrico sottostante, che può ruotare in senso orario alla velocità di 10 giri al minuto. Il dispositivo è anti-

¹ Il *meeting* ebbe luogo in data 12/14 giugno 1980. Le ricerche su cui si riferisce qui ed in seguito sono state sostenute in gran parte mediante contributi del Ministero della Pubblica Istruzione, delle Università degli Studi di Bologna (1975) e di Roma (1976, 1977, 1978, 1982), oltre che del CNR (n. 81.00957.80). In relazione a ciò vennero prodotti anche alcuni *reports* preliminari sui lineamenti principali delle ricerche e sui primi risultati: P. Bonaiuto e M. Massironi, *Tendenze dell'osservatore nella percezione di oggetti rotanti e un caso singolare di movimento apparente*, Bologna, Laboratorio di Psicologia, Università degli Studi, 1976; Id., *Osservazioni sul fenomeno dell'angolo rotante e illusioni nella percezione di qualità costitutive*, Roma, Università degli Studi, 1980 (ristampa: Roma, Ed. Kappa).

stante rispetto ad un pannello quadrato verticale di 70 cm di lato, che costituisce uno sfondo omogeneo e che è facilmente sostituibile. L'insieme può essere osservato binocularmente, in visione libera, meglio se con forte illuminazione, dalla distanza di tre metri o anche da distanze superiori (figura 1).

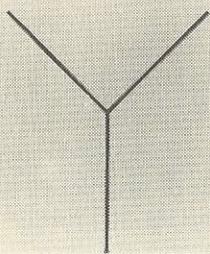


FIG. 1. Dispositivo rotante con angolo superiore retto, di colore nero, fotografato in posizione fronto-parallela, su fondo grigio omogeneo.

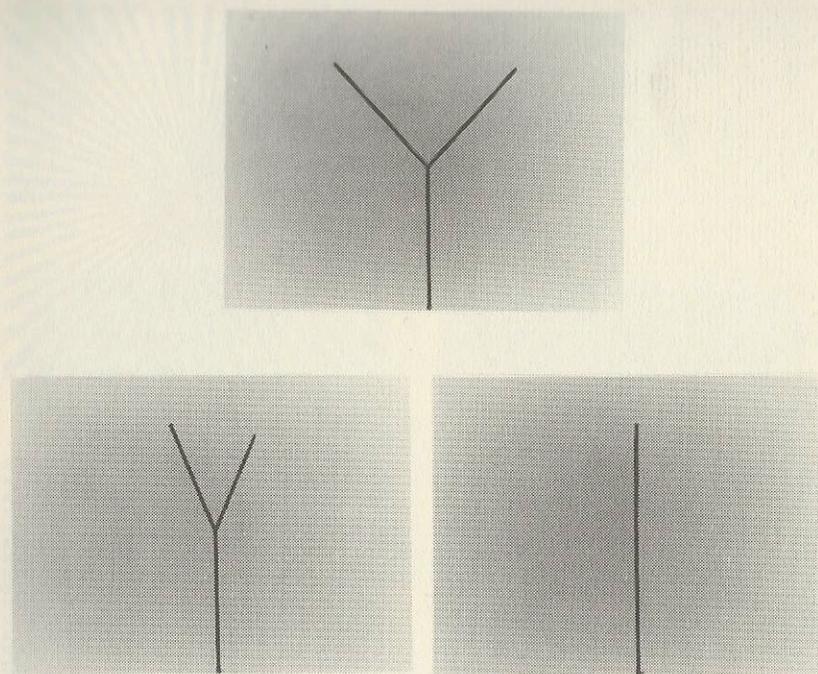
Si possono usare indifferentemente un oggetto dipinto di bianco contro uno sfondo nero, o un oggetto dipinto di nero contro uno sfondo bianco; od anche un oggetto ed uno sfondo diversamente colorati: meglio se ben contrastanti fra loro. L'oggetto, girando, sfiora ogni volta il pannello senza toccarlo.

In queste circostanze viene percepita chiaramente la rotazione dell'oggetto: ma nonostante si conosca l'assoluta rigidità metallica di quest'ultimo, i due bracci superiori (obliqui), che, come si è detto, racchiudono un angolo di 90° , appaiono animati da un *movimento illusorio* — più o meno vistoso e ritmico — di *chiusura* ed *apertura alternate*.

Quando l'oggetto passa per la posizione fronto-parallela rispetto all'osservatore, l'angolo appare massimamente aperto (più di quando viene esaminato staticamente); man mano ch'esso continua a ruotare, i due bracci appaiono ravvicinarsi fino ad un minimo, che coincide con la posizione in cui il piano dell'angolo è perpendicolare all'osservatore (figure 2-4).

Nel quarto di giro seguente l'angolo torna ad aprirsi fino al massimo compatibile e successivamente, oltrepassata di nuovo la posizione fronto-parallela, torna a chiudersi: finché il cielo ricomincia senza posa.

Abbiamo potuto dimostrare che il fenomeno è ancora più inten-



FIGG. 2-4. Lo stesso angolo rotante (retto) della figura 1, orientato a 30° , 60° e 90° rispetto al piano fronto-parallelo.

so se lo sfondo contro cui ruota l'oggetto, anziché presentarsi come omogeneo, viene arricchito di appropriate *tessiture*: quali quella costituita da sottili cerchi concentrici bianchi e neri alternati; o da raggi, da linee verticali, da grate, ecc. (figure 5-8)².

Caratteristica di tali sfondi è quella di allacciare con l'oggetto antistante un rapporto di vivo *contrasto*: e a nostro avviso — come cercheremo di dimostrare anche nel presente lavoro — si devono a tale contrasto l'indebolimento e la rottura della costanza di forma dell'oggetto medesimo; quindi la ricca fenomenologia illusoria che ne consegue.

Nell'ambito di tale inventario di illusioni assumono particolare rilievo le attribuzioni di qualità di *elasticità* o di *plasticità* alla materia del dispositivo ruotante. Tali proprietà vengono direttamente *viste* negli oggetti posti in rotazione, in luogo della rigidità ch'essi

² Bonaiuto e Massironi, *Osservazioni sul fenomeno dell'angolo rotante*, cit.

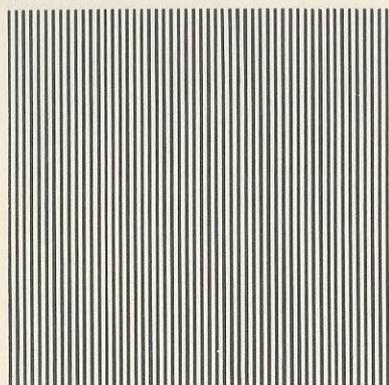


FIG. 5.

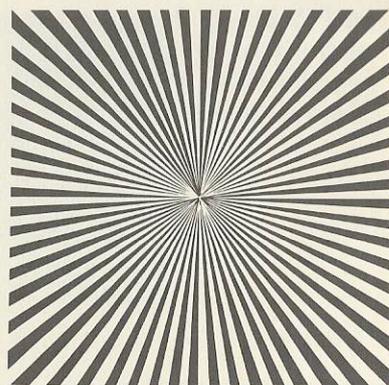


FIG. 6.

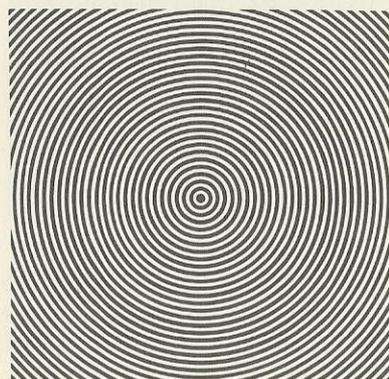


FIG. 7.

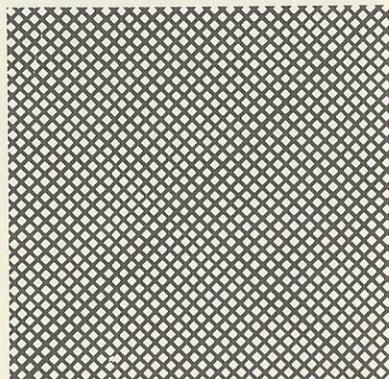


FIG. 8.

mantengono in altre condizioni d'osservazione e in assenza di quel particolare movimento.

L'elasticità consiste nella flessibilità, comprimibilità o estensibilità dell'oggetto con un rapido ritorno alla forma primitiva per l'energia accumulata a guisa di tensione.

La plasticità corrisponde invece alla flessibilità, comprimibilità o estensibilità accompagnate dalla tendenza a mantenere la forma acquisita e a ripristinare quella primitiva solo per l'ulteriore intervento di forze esteriori.

L'elaborazione di tali qualità come attributi dell'oggetto, il fatto ch'esse vengano percepite, contribuiscono a dimostrare la funzione dell'attività percettiva quale attività di soluzione di problemi. Le soluzioni ottenute hanno la peculiarità di presentarsi al livello di realtà della percezione, come dati «incontrati» nell'oggetto: mentre ne è

dimostrabile la sostanziale rispondenza al tessuto di esigenze dell'osservatore. L'ultimo paragrafo del presente lavoro è dedicato a questo argomento, che era stato già impostato nella nostra presentazione del 1980.

Se si monta al posto dell'oggetto la sagoma stilizzata del corpo d'un volatile, con due ali sottili semiaperte ed oblique (figure 9-14), si ottiene l'effetto divertente di un uccello che, mentre ruota, agita

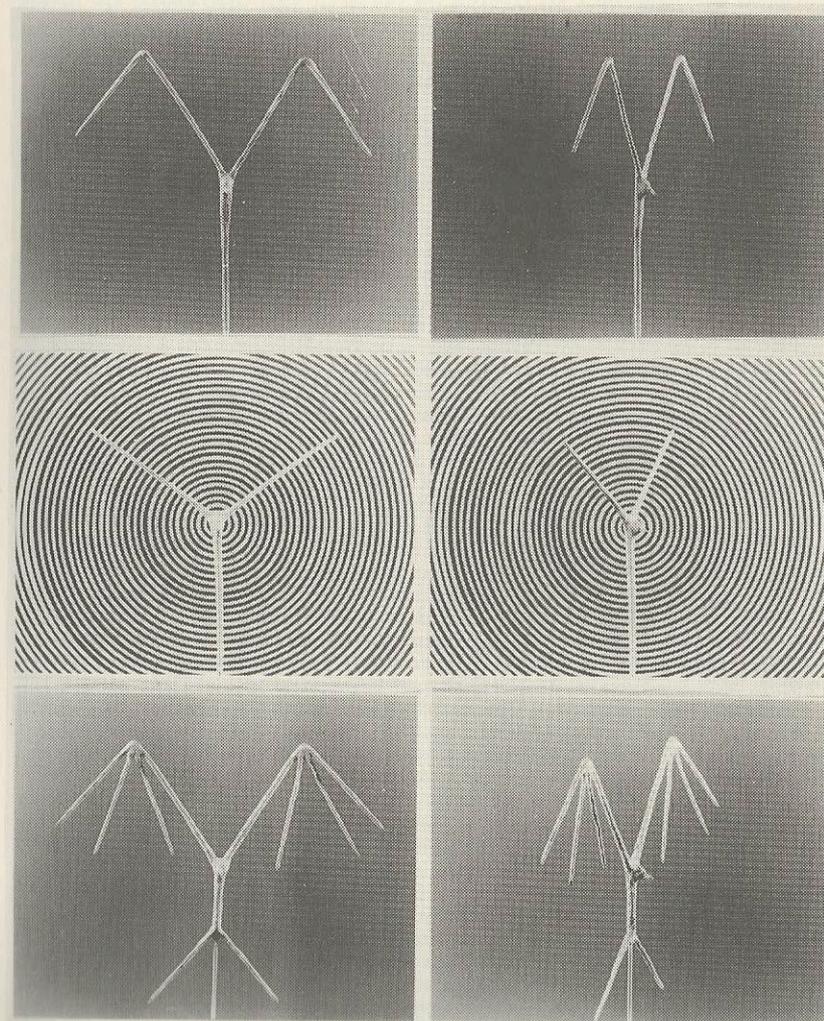


Fig. 9-14. Alcuni dispositivi impiegati per la dimostrazione del «fenomeno dell'uccello rotante». Sono visibili varie sagome riprese a 0° e a 60° di rotazione, contro differenti tipi di sfondo.

le ali. Di qui la denominazione, invalsa a suo tempo nell'ambito del laboratorio, di «fenomeno dell'uccello rotante»; che parafrasava quella ben nota riguardante il «trapezio rotante» di Ames.

Si noti però che il fenomeno da noi osservato negli angoli metallici e negli altri oggetti similari posti in rotazione differisce radicalmente dai fenomeni del «trapezoide» o della «finestra» rotanti, studiati da Ames e dagli altri autori transazionalisti nei laboratori di Hanover e di Princeton oltre trent'anni fa³, e successivamente oggetto di discussione e di ricerca da parte di vari operatori: sia in Italia⁴, sia all'estero, ove si sono accumulati ormai numerosi contributi teorici e sperimentali⁵.

³ A. Ames, Jr., *Some Demonstrations Concerned with the Origin and Nature of Our Sensations (What We Experience)*, Hanover, Dartmouth Eye Institute, 1946; Id., *Visual perception and the rotating trapezoidal window*, «Psychological Monograph», 65, 1951, n. 7 (Whole no. 324); Id., *An Interpretative Manual*, Princeton, Princeton Univ. Press, 1955 (pubbl. anche accluso alla 2ª ed. di W.H. Ittelson, *The Ames Demonstrations in Perception*, Princeton, Princeton Univ. Press, 1952, New York, Hafner, 1968²); W.H. Ittelson, *Visual Space Perception*, New York, Springer, 1960; F.P. Kilpatrick, *Demonstrations in Perception. A Guide to their Interpretation and Significance*, Hanover, Dartmouth Eye Institute, 1952; Id., *The Ames oscillatory effect: A reply to Pastore*, «Psychological Review», 60, 1953, pp. 76-79; Id. (a cura di), *Explorations in Transactional Psychology*, New York, New York Univ. Press, 1961 (trad. it., Bompiani, Milano, 1967); F.P. Kilpatrick e W.H. Ittelson, *Three demonstrations involving the visual perception of movement*, «Journal of Experimental Psychology», 42, 1954, pp. 393-402.

⁴ R. Canestrari, *Osservazioni sul fenomeno del trapezio ruotante*, «Rivista di Psicologia», 50, 1956, n. 1, pp. 3-22; Id., *A further study on the phenomenon of the «rotating trapezoidal window»*, in G.B. Flores D'Arcais (a cura di), *Studies in Perception. Festschrift for Fabio Metelli*, Milano, Martello, 1975, pp. 157-175; R. Canestrari e M. Farné, *Depth cues and apparent oscillatory motion*, «Perceptual and Motor Skills», 29, 1969, pp. 508-510; M. Farné, *Il fattore della sovrapposizione e il movimento oscillatorio apparente*, «Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale», 44, 1968, pp. 728-732; M. Farné e R. Canestrari, *Indizi pittorici di profondità e movimento oscillatorio apparente: un'interpretazione del fenomeno di Ames*, «Rivista di Psicologia», 62, 1969, pp. 145-157; A. Massucco Costa, *Fenomenologia della percezione visiva tridimensionale in rapporto con la «Transactional theory»*, «Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria», 6, 1956. A. Massucco Costa e A. Fonzi, *Nota preliminare su esperimenti della «Transactional Psychology» (T.P.)*, «Rivista di Psicologia Sociale», 22, 1955, n. 5/6, pp. 38-40; A. Massucco Costa, A. Fonzi e G. Rosa, *Fenomenologia della percezione tridimensionale monoculare e sue interpretazioni*, «Rivista di Psicologia Sociale», 3, 1956, n. 1, pp. 3-60; A. Visalberghi, *Il concetto di «stransazione»*, in AA.VV., *Il pensiero americano contemporaneo*, Milano, Comunità, 1958; Id., *Presentazione*, in H. Cantril, *The Why of Man's Experience*, New York, McMillan, 1950 (trad. it., Firenze, Sansoni, 1958).

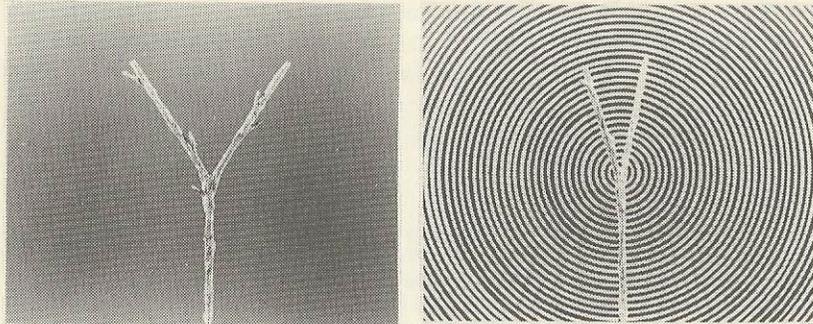
⁵ G.W. Allport e I.F. Pettigrew, *Cultural influence on the perception of movement: the trapezoidal illusion among Zulus*, «Journal of Abnormal and Social Psychology», 55, 1957, pp. 104-113; M.L. Braunstein, *Perception of rotation in figures with rectangular and trapezoidal features*, «Journal of Experimental Psychology», 91, 1971, n. 1, pp. 25-29; Id., *Depth Perception through Motion*, New York, Academic Press, 1976, Id., *Minimal conditions for the perception of rotary motion*, «Scandinavian Journal of Psychology», 18, 1977, pp. 216-223; M.L. Braunstein e J.W. Payne, *Perspective and the rotating trapezoid*, «Journal of the Optical Society of America», 58, 1968, pp. 399-403; G.A. Burnham, *Variables altering perception of the rotating trapezoidal illusion*, «American Journal of Psychology», 82, 1969, n. 1, pp. 86-95. M.K. Capone, *The effect of verbal suggestion on the reversal rate of the Ames trapezoidal illusion*, «Journal of Psychology», 62, 1966, pp. 211-219; T.H. Cook, R.B. Mefferd e B.A. Wieland, *Apparent reversals of orientation (perspective reversals) in depth as determinants of apparent reversals of rotary motion*, «Perceptual and Motor Skills», 24, 1967, pp. 691-702; J. Cross e J. Cross, *The misperception of rotary motion*, «Perception and Psychophysics», 5, 1969, n. 2, pp. 94-96;

Le differenze sono dovute al fatto che quei fenomeni corrispondevano e corrispondono alla trasformazione della rotazione in una *oscillazione*. Essi inoltre dipendono dalla salvaguardia della costanza, della congruenza e della regolarità della forma. Al contrario, la *rotazione* viene ben mantenuta e percepita come tale nei nostri angoli girevoli; mentre compare un movimento apparente — quel vistoso agitarsi, quello *sbattimento* dei bracci, o delle «ali» — che va ricondotto, come vedremo, proprio alla rottura della costanza della forma.

Non può inoltre venire invocato in maniera piatta o acritica né enfatizzato in alcun modo il ruolo esplicativo di una eventuale *esperienza specifica* — come solevano fare i transazionalisti per le loro osservazioni — in quantoché il nostro fenomeno si verifica anche contraddicendo il comune significato degli oggetti posti in rotazione.

R.H. Day e R.P. Power, *Frequency of apparent reversal of rotary motion in depth as a function of shape and pattern*, «Australian Journal of Psychology», 15, 1963, pp. 162-174; Id., *Apparent reversal (oscillation) of rotary motion in depth: An investigation and general theory*, «Psychological Review», 72, 1965, pp. 117-127; R.B. Freeman e R. Pasnak, *Perspective determinants of the rotating trapezoidal illusion*, «Journal of Experimental Psychology», 76, 1968, pp. 94-101; C.H. Graham, *On some aspects of real and apparent visual movement*, «Journal of the Optical Society of America», 53, 1963, pp. 1019-1025; C.H. Graham e B.J. Gillam, *Occurrence of theoretically correct responses during rotation of the Ames window*, «Perception and Psychophysics», 8, 1970, pp. 257-260; R.N. Haber, *Limited modifications of the trapezoidal illusion with experience*, «American Journal of Psychology», 78, 1965, pp. 651-655; J.E. Hochberg, *Perception*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1964; Id., *Visual space perception*, in J.W. Kling e L.A. Riggs, *Experimental Psychology by R.S. Woodworth*, New York, Holt, Rinehart & Winston, 1969; G. Jansson e E. Borjesson, *Perceived direction of rotary motion*, «Perception and Psychophysics», 6, 1969, pp. 19-26; J.M. Mc Gee, *The effect of group verbal suggestion and age on the perception of the Ames trapezoidal illusion*, «Journal of Psychology», 56, 1963, pp. 447-453. R.B. Mefferd, Jr., B.A. Wieland, T.H. Cook, T.G. Sadler, R.B. Benton e G.M. Redding, *Analysis of perspective reversal and associated apparent motions using a perspective-bound movement illusion*, «Perceptual and Motor Skills», 22, 1966, pp. 835-858; T. Mulholland, *Motion perceived while viewing rotating stimulus objects*, «American Journal of Psychology», 69, 1956, pp. 96-99; Id., *The swinging disk illusion*, «American Journal of Psychology», 71, 1958, pp. 375-382; Id., *Notes concerning «non motion» responses while viewing rotating stimulus objects*, «Journal of Psychology», 56, 1963, pp. 227-232; Id., *Instructional sets and motion perceived while viewing rotating stimulus objects*, «Journal of Psychology», 56, 1963, pp. 233-237; G.M. Murch, *The perception of rotary motion*, «Journal of Experimental Psychology», 86, 1970, n. 1, pp. 83-85; N. Pastore, *Some remarks on the Ames oscillatory effect*, «Psychological Review», 59, 1954, pp. 319-323; R.P. Power, *The effect of instructions on the apparent reversal of rotary motion in depth*, «Quarterly Journal of Experimental Psychology», 17, 1965, pp. 346-350; Id., *Stimulus properties which reduce apparent reversal of rotating rectangular shapes*, «Journal of Experimental Psychology», 73, 1967, n. 4, pp. 595-599; Id., *Comment on Cross and Cross's «The misperception of rotary motion»*, «Psychonomic Science», 19, 1970, n. 6, p. 341; C.W. Slack, *Critique on the interpretation of cultural differences in the perception of motion in Ames' trapezoidal window*, «American Journal of Psychology», 72, 1959, pp. 127-131; H.H. Spitz, *A comparison of mental retardates and normals on the rotating trapezoidal window illusion*, «Journal of Abnormal and Social Psychology», 68, 1964, pp. 574-578; R.T. Zegers, *The reversal illusion of the Ames trapezoid*, «Transactions of New York Academy of Science», 26, 1964, pp. 377-400; R.T. Zegers e P. Murray, *Perception of distortion: An experimental and clinical study*, New York, Techn. Rep. U.S. Naval Training Device Center, 1962, pp. 506-511.

Quando, in luogo di un uccello, si pone un alberello secco (figure 15-16) o qualche altro elemento realistico molto rigido, che non è stato mai visto aprire e chiudere ritmicamente le appendici superiori, il movimento illusorio si verifica lo stesso, dando luogo ad effetti d'*incongruenza*, che in qualche caso vengono avviati a soluzione ulteriore, in modo relativamente plausibile («alberello di gomma», ecc.). In questi casi, cioè, il comportamento dell'oggetto può determinarne il significato, anziché viceversa⁶.



FIGG. 15-16. Dimostrazioni con un oggetto rotante che si riferisce ad un modello empirico rigido (alberello secco) e che viene visto coercitivamente flessibile: specialmente con uno sfondo ad alto grado di contrasto rispetto all'oggetto.

Bisogna pure dire che il fenomeno è così intenso da manifestarsi anche ad onta della comune tendenza alla *regolarità* delle forme: per cui dovremmo tendere a vedere un angolo come retto, anziché assistere a questa continua trasformazione dell'ampiezza dell'angolo⁷.

Evidentemente le cause del fenomeno sono molto più forti di quella tendenza, che è stata ammessa da vari autori e che è effettivamente dimostrabile in varie circostanze.

Una tendenza alla rettificazione degli angoli potrebbe forse co-determinare il fenomeno da noi osservato, quando si pone in rotazione un angolo *ottuso*. Questo appare infatti restringersi vivacemente fino a divenire retto, mentre sta ruotando a partire dalla posizione fronto-parallela. Ma proseguendo la rotazione, esso diviene

⁶ È noto che, peraltro, il significato dell'oggetto può consentire di apprezzarne l'avvenuta rotazione tridimensionale quando, in condizioni particolarmente ambigue, esso costituisca il principale indice a disposizione: come nella rappresentazione della rotazione di lettere, numeri, fisionomie umane, configurazioni geografiche o altri simboli di forma empiricamente molto stabile e ben conosciuta. Si veda in proposito: P. Bonaiuto, *Processi e fenomeni psichici nel nostro rapporto con le illustrazioni*, Università degli Studi, Roma, 1978 (ristampa: Roma, Ed. Kappa).

⁷ W. Metzger, *Gesetze des Sehens*, Frankfurt a. M., Kramer, 1953, 1975².

acuto, e torna a riaprirsi solo dopo avere oltrepassato la posizione perpendicolare al piano fronto-parallelo. Se fosse in giuoco solo la tendenza alla rettificazione, non vi sarebbe ragione per il divenire acuto.

In ogni caso, la tendenza alla rettificazione degli angoli non spiega perché si verifica la fase di chiusura del movimento apparente ponendo in rotazione un angolo *retto*, come nell'esperienza riferita qui all'inizio. E tale tendenza viene contraddetta pure dai risultati che si hanno ponendo in rotazione un angolo già *acuto*: ad esempio, un angolo di 30°. Anche questo tende ben visibilmente a restringersi quando passa dalla posizione fronto-parallela a quella perpendicolare, mentre torna ad ampliarsi solo nel quarto di giro successivo.

Si può attuare una variazione sistematica dell'ampiezza dell'angolo posto in rotazione costruendo, come abbiamo fatto, una serie completa di oggetti con ampiezza angolare progressivamente crescente, da 0° a 180°. Nel primo caso i lati dell'oggetto sono ovviamente verticali, addossati l'uno all'altro; nell'ultimo caso l'angolo è piatto e l'oggetto ha una forma a T.

L'effetto della variazione dell'ampiezza dell'angolo rotante sulla verifica del fenomeno può essere misurato in base alla percentuale di osservatori che percepiscono il movimento apparente, in condizioni mediamente favorevoli al suo verificarsi (10 giri al secondo di fronte ad uno schermo grigio), conducendo osservazioni successive per tutte le possibili ampiezze dell'angolo, secondo la serie seguente: 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°, 90°, 105°, 120°, 135°, 165°, 180° (dodici oggetti girevoli)⁸.

Osservazioni di questo genere, con opportuna variazione sistematica della successione degli oggetti girevoli, consentono di verificare che l'illusione di chiusura e apertura alternate si vede coercitivamente anche ponendo in rotazione degli angoli di 90° e meno. Le cause del fenomeno trascendono dunque la semplice tendenza alla rettificazione degli angoli⁹.

2. Le relazioni fra tridimensionalità fenomenica e costanza della forma visiva

Il meccanismo della costanza di forma, secondo quanto è comunemente ammesso, si basa sull'esistenza di una invarianza nel rapporto fra la forma e la posizione percepite; nel senso che, ad esem-

⁸ La distanza fissa tra il perno verticale e il pannello di sfondo è di cm 22,5: così da consentire la rotazione anche degli angoli massimamente aperti.

⁹ Bonaiuto e Massironi, *Tendenze dell'osservatore nella percezione di oggetti rotanti*, cit.; Id., *Osservazioni sul fenomeno dell'angolo rotante*, cit.

pio, quanto maggiore è il grado di rotazione visibile in una figura piana o nella superficie piana di un oggetto, rispetto al piano fronto-parallelo, tanto più larga è la forma attribuita a tale figura o superficie¹⁰.

Di conseguenza, per citare un caso pratico, un contorno ellittico orizzontale tende ad apparire chiaramente come ellisse orizzontale solo se, in base agli indici della posizione (come quelli offerti da uno schema di riferimento, includente od incluso), tale contorno può apparire anche come disposto su un piano fronto-parallelo (figura 17), oppure su un piano ruotato rispetto ad un asse verticale (figura 18).

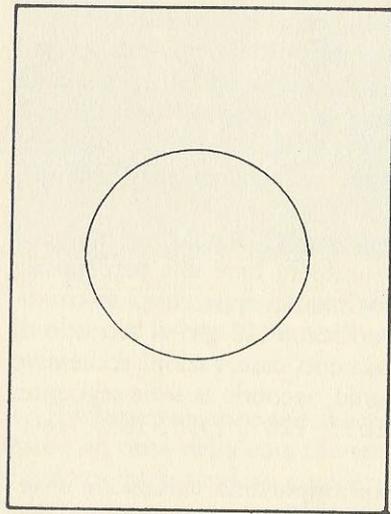


FIG. 17.

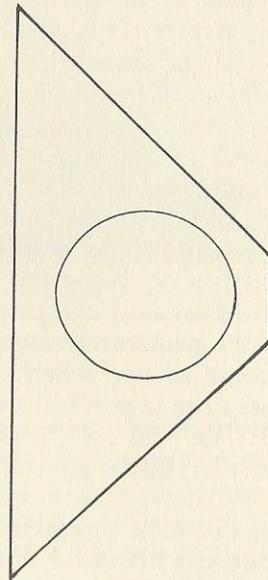


FIG. 18.

¹⁰ J. Beck e J. Gibson, *The relation of apparent shape to apparent slant in the perception of objects*, «Journal of Experimental Psychology», 50, 1955, pp. 125-133; W. Epstein, H. Bontrager e J. Park, *The induction of non veridical slant and the perception of shape*, «Journal of Experimental Psychology», 63, 1962, n. 5, pp. 472-479; E. Gottheil e M.E. Bitterman, *The measurement of shape-constancy*, «American Journal of Psychology», 64, 1951, pp. 406-408; R.B. Joyson e L.J. Newson, *The perception of shape as a function of inclination*, «American Journal of Psychology», 64, 1951, pp. 1-15; K. Koffka, *Principles of Gestalt Psychology*, London, Routledge & Kegan, 1935 (trad. it., Torino, Boringhieri, 1970); T. Makino, *The method of investigating the constancy of shape*, «Japanese Journal of Psychology», 20, 1950, pp. 1-13; C.L. Musatti, *Sulla percezione di forma di figure oblique rispetto al piano frontale*, «Rivista di Psicologia», 24, 1928, pp. 161-180 (parte prima), pp. 231-242 (continuazione); e 25, 1929, pp. 1-14 (continuazione e fine); M.R. Sheean, *A study of individual consistency in phenomenal constancy*, «Archives of Psychology», 1938, 222, pp. 14-19; B.K. Stavrianos, *The relation of shape perception to explicit judgments of inclination*, «Archives of Psychology», 1945, 296, pp. 1-94; R.H. Thouless, *Phenomenal regression to the real object*, «British Journal of Psychology», 21, 1931, pp. 339-359; W.A. Winnick e I. Rogoff, *Role of apparent slant in shape judgments*, «Journal of Experimental Psychology», 6, 1964, pp. 554-563.

Qualora venga colto invece come disposto su una superficie ruotata, in grado crescente, rispetto ad un asse orizzontale, esso risulta come una figura via via più allargata, fino a divenire un cerchio e poi un'ellisse verticale (figure 19, 20 e 21).

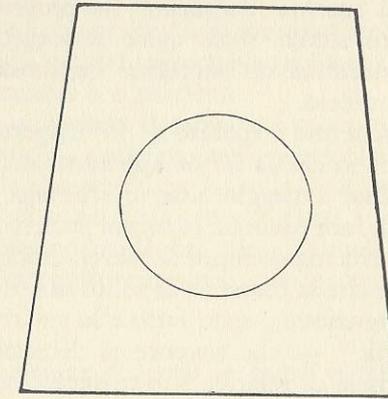


FIG. 19.

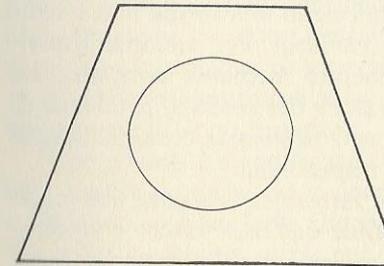


FIG. 20.

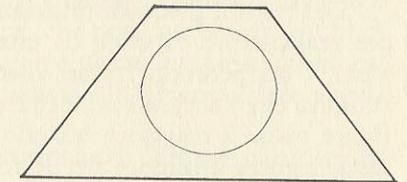


FIG. 21.

Wallach e Moore¹¹ hanno mostrato ai loro soggetti due triangoli con altezze obiettive differenti, ma ruotati in grado diverso (su un asse orizzontale), in modo da offrire all'osservatore la medesima altezza proiettiva. In visione libera si manifesta un notevole grado di costanza, ancorché non piena (esaminando i dati riportati nel lavoro, ci risulta un *deficit* vicino al 30% rispetto alla costanza perfetta). La costanza viene invece molto ridotta (*deficit* intorno all'80%) allorché si impoveriscono ulteriormente gli indici del grado di rota-

¹¹ H. Wallach e M.E. Moore, *The role of slant in the perception of shape*, «American Journal of Psychology», 75, 1962, pp. 289-293.

zione, attraverso l'uso d'uno «schermo di riduzione» combinato con una visione esclusivamente monoculare.

Questi autori concludono confermando che la forma di una superficie ruotata è il risultato di un processo nel quale si tiene conto della rotazione stessa, nella misura in cui ciò è possibile.

Abbastanza di recente Thouless¹² ha proposto una situazione sperimentale molto simile, nella quale il soggetto siede sotto un proiettore che determina un'immagine luminosa circolare su uno schermo fronto-parallelo.

Allorché tale schermo è ruotato di 45° rispetto ad un asse verticale, i soggetti dicono che la forma apparente dell'immagine proiettata diviene un'ellisse a maggior asse orizzontale: e ciò benché l'ampiezza del fascio di luce (dunque la forma proiettiva che corrisponde all'area luminosa) rimanga sempre la stessa. Anche Thouless riporta la comune nozione che la costanza di solito non è perfetta: egli focalizza con molta attenzione questo fatto e lo valorizza, ricordando — come già Brunswik¹³ — che sovente si determinano soluzioni di «compromesso», ossia di relativa sub-costanza: emergono allora dei rendimenti che sono intermedi, «a metà strada», fra quelli caratterizzati dalla costanza perfetta e quelli fedeli alla «forma proiettiva».

Del resto il grado di rotazione intuibile in una forma non è sempre realistico, e dipende da ulteriori variabili. Per esempio Braunstein¹⁴, adoperando forme visive generate mediante computer, ha stabilito che l'accuratezza nella valutazione del grado di rotazione di figure piane è maggiore quando la forma originaria contiene angoli retti; mentre è minore per le forme trapezoidali.

Ad onta delle interferenze di vari fattori, la relazione fra grado di rotazione in qualche modo registrabile dall'osservatore e ampiezza della forma fenomenica risulta confermata dalla maggior parte delle ricerche¹⁵.

Ora, la registrazione del grado di rotazione in condizioni statiche è un problema di *percezione della tridimensionalità*. Se le proprietà della situazione o le caratteristiche dell'osservatore sono tali da ostacolare o da impedire la percezione della tridimensionalità, non viene colta l'avvenuta rotazione di una forma rispetto al piano fronto-parallelo; e la suddetta forma viene a perdere la sua costanza.

Perciò tutte le condizioni di *appiattimento* di figure ruotate sul

¹² R.H. Thouless, *Perceptual constancy or perceptual compromise: A note*, «British Journal of Psychology», 63, 1972, n. 4, p. 617; Id., *Perceptual constancy or perceptual compromise*, «Australian Journal of Psychology», 24, 1972, n. 2, pp. 133-140.

¹³ E., Brunswik, *Perception and the Representative Design of Psychological Experiments*, Berkeley, Univ. California Press, 1956.

¹⁴ Braunstein, *Perception of rotation in figures with rectangular and trapezoidal features*, cit.

¹⁵ W. Epstein e J.N. Park, *Shape constancy: Functional relationships and theoretical formulations*, «Psychological Bulletin», 60, 1963, pp. 265-288.

piano fronto-parallelo rendono la forma apparente di queste ultime simile alla «forma proiettiva»; e conseguentemente danno luogo a forme cangianti con le variazioni posizionali nel corso della rotazione.

Sulla base di queste cognizioni si può procedere ai seguenti tipi di lavoro sperimentale:

a) Individuare e spiegare le *trasformazioni* percepibili nell'aspetto di oggetti ruotati o rotanti, allorché la tridimensionalità di tali oggetti viene ad attenuarsi o a perdersi.

b) Prevedere o progettare determinate *trasformazioni* — le quali, quando sono dinamiche, rientrano nella particolare forma di movimento apparente da noi segnalata — sulla base dell'ottenimento di un appiattimento di oggetti ruotati o rotanti.

Nello sviluppo del nostro lavoro con gli angoli e con altre figure girevoli abbiamo perseguito entrambe queste direzioni di ricerca.

3. Costanza e sub-costanza di forma in angoli ruotati

Trattandosi di angoli vuoti delimitati da un tubo metallico omogeneo, liscio e sottile, dobbiamo già per questo aspettarci un grado di costanza minore con i nostri oggetti, che non con oggetti ricchi di particolari e provvisti di superfici ampie e piene. In quest'ultimo caso infatti le informazioni sulla tridimensionalità fornite dalle superfici oggettuali sono maggiori.

Che gli *angoli* siano figure la cui costanza di forma è piuttosto labile, fragile — e che ciò si accentui quando il contorno è tubiforme o filiforme — è un fatto che può venire verificato in laboratorio ma che offre lo spunto anche per interessanti osservazioni *en plen air*: ad esempio, in psicologia dell'architettura.

La facciata avveniristica del Palazzo delle Esposizioni costruito una decina d'anni fa a Parigi (su progetto di Renzo Piano e altri), il cosiddetto *Beaubourg*, presenta delle scale mobili sporgenti ricoperte da elementi di galleria in materiale plastico trasparente. Ciascuna rampa di scale forma con i rispettivi pianerottoli — inferiore e superiore — un *angolo ottuso* che è sempre di 150° (essendo 30° la normale obliquità delle rampe di scale mobili rispetto all'orizzontale).

Ebbene, se ci si pone di fronte all'edificio, osservando la serie di questi angoli, essi appaiono ottusi per le rampe più vicine, poste proprio di fronte; mentre per le rampe via via più laterali rispetto all'osservatore — e dunque viste sempre più di sbieco — l'angolo appare restringersi progressivamente; finendo col diventare retto e poi acuto.

Questo vistoso fenomeno di rottura della costanza di forma può

essere controllato anche su una fotografia della facciata del *Beau-bourg* (figura 22). Gli angoli ottusi delle scalinate, rappresentati via via più ruotati rispetto al piano fronto-parallelo (perpendicolare alla direzione dello sguardo dell'osservatore) sembrano andare incontro ad un progressivo restringimento «a fisarmonica», piuttosto paradossale. Lo stesso si verifica esaminando nel suo insieme la galleria semitrasparente adagiata — come un gigantesco bruco translucido — sulle scalinate.

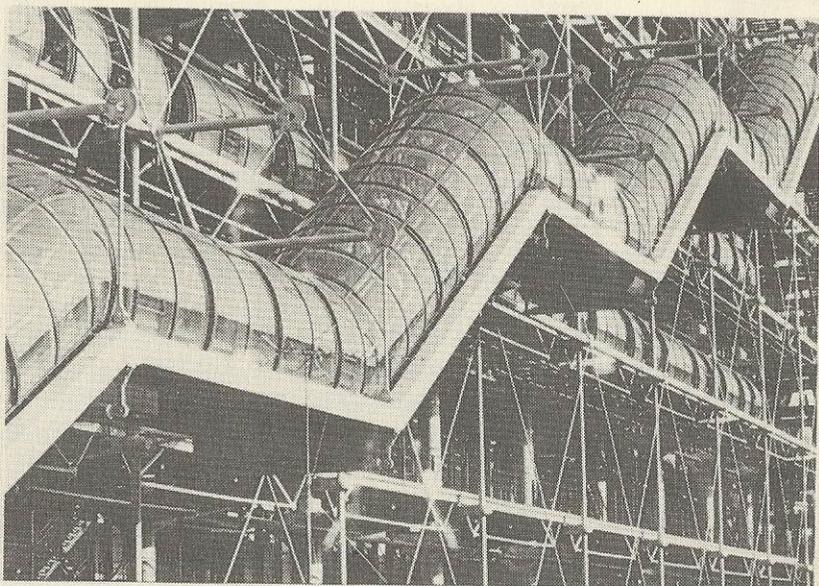


FIG. 22.

Un'altra situazione in cui questo fenomeno paradossale, nella versione riguardante la percezione «pittorica», può essere controllato, è dato dallo schema della figura 23, che abbiamo appositamente preparato e nella quale è raffigurata una fuga prospettica di angoli ottusi. Focalizzando l'attenzione sui più distanti, pur continuando a vederli disposti prospetticamente, essi appaiono retti e poi, ancor più lontano, addirittura acuti: con un effetto di restringimento «a fisarmonica», ancora più evidente di quello manifesto nella fotografia di figura 22.

Del resto, a parte il caso degli angoli e dei triangoli, anche altre figure viste di sbieco possono andare incontro ad una sub-costanza della forma. Una tavola costituita da alcune componenti di quella che abbiamo appena presentato raffigura una fuga prospettica di ret-

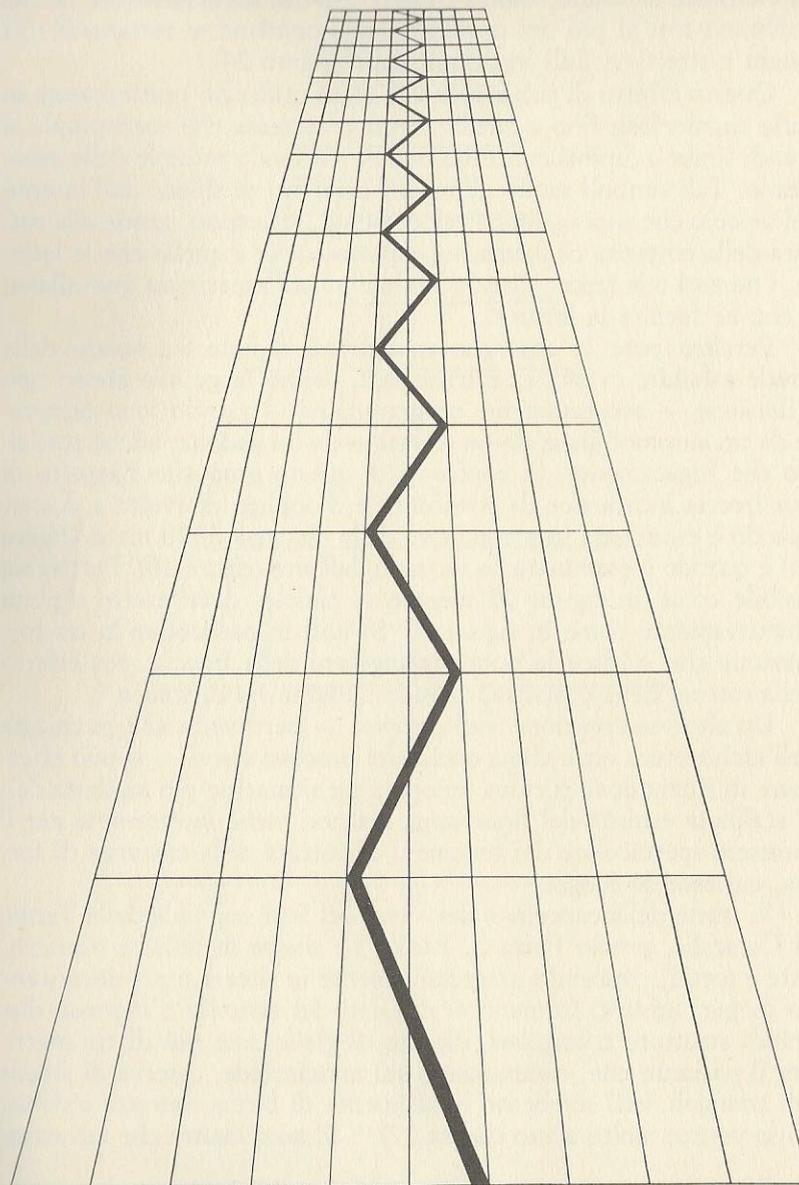


FIG. 23.

tangoli: esaminandoli individualmente, però, nessuno direbbe che gli elementi in fondo, molto ruotati rispetto all'osservatore, e che sembrano tutt'al più dei quadrati, corrispondano ai rettangoli così lunghi e stretti visibili in primo piano (figura 24).

Questo effetto di sub-costanza è stato utilizzato praticamente in varie anamorfosi; fino a quella versione corrente che corrisponde ai grandi simboli dipinti con tinta bianca sul fondo rotabile delle autostrade. Tali simboli molto allungati, osservati di sbieco dall'interno del veicolo che sorraggiunge velocemente, assumono, grazie alla rottura della costanza di forma, un aspetto simile a quello che le lettere, i numeri o le frecce direzionali hanno nell'esperienza quotidiana; il che ne facilita la lettura.

Peraltro pure le analoghe anamorfosi dipinte sul fondo delle strade asfaltate in molti centri urbani, danno luogo allo stesso tipo d'illusione — accuratamente programmata — quando sono osservate da un automobilista, da un ciclista o da un pedone; anche tutt'altro che fuggacemente. Si confronti, a questo proposito l'aspetto di una freccia indicatrice di possibilità e d'obbligo di svolta a destra, quando è esaminata in prospettiva dalla distanza di 20 metri (figura 25) e quando è esaminata da vicino e dall'alto (figura 26). Perché sia visibile come in figura 25 mentre si circola, deve essere dipinta obiettivamente come in figura 26. Si noti in particolare la trasformazione che subisce la punta triangolare della freccia, per effetto della rottura della costanza, quando è esaminata di sbieco¹⁶.

Un'altra osservazione «sul campo» — pertinente alla psicologia dell'architettura oltre che a quella dei processi visivi — si può effettuare in Roma dove si trova un'opera tecnicamente più modesta della scalinata esterna del *Beaubourg*, ma non meno interessante per il carattere spettacolare dei fenomeni di rottura della costanza di forma, cui essa dà luogo.

Si tratta della cancellata dei Vivai del Sud, sul viale delle Terme di Caracalla, presso Porta S. Paolo. Le sbarre metalliche verticali, fitte e sottili, crescendo progressivamente in altezza e poi decrescendo in pari misura, formano ai due lati del cancello d'ingresso due grandi strutture triangolari, dipinte di giallo, alte più di tre metri. Per il passante che, camminando sul marciapiede, osserva di sbieco tali triangoli, essi sembrano inizialmente di forma ristretta e dotati di un vertice molto acuto (figura 27)¹⁷. Si nota inoltre che tali strut-

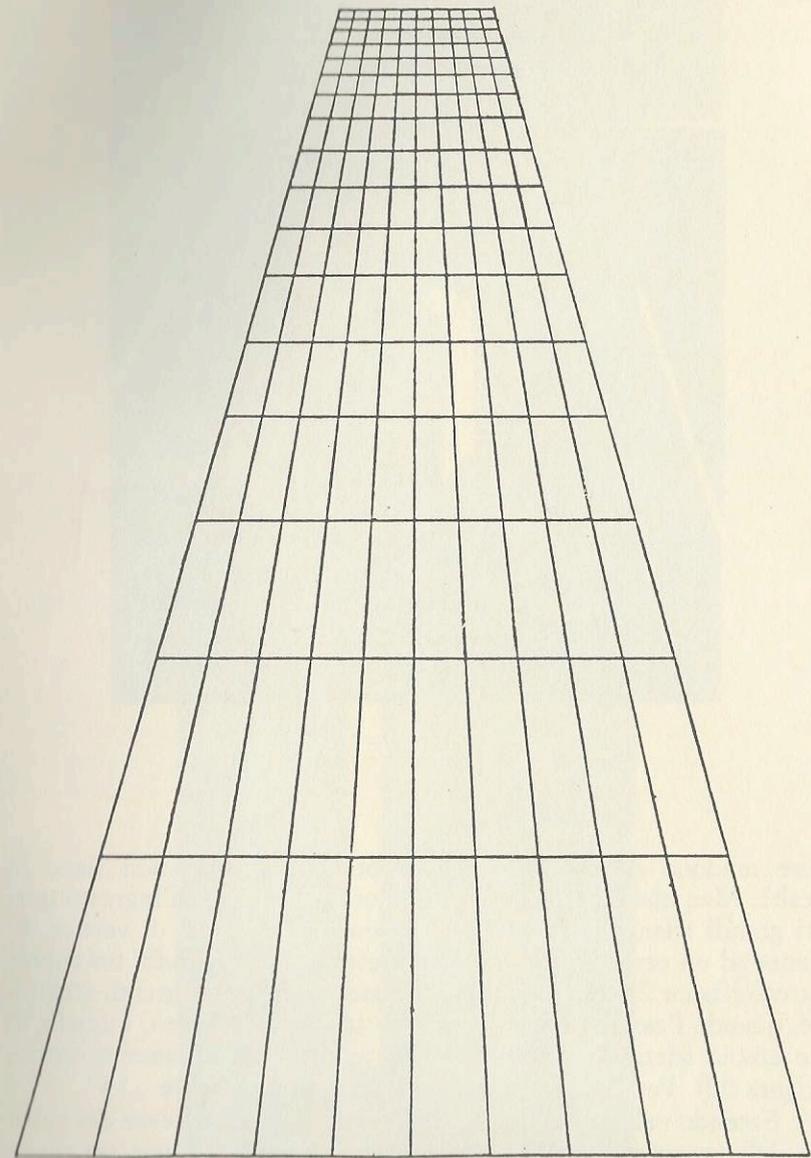


FIG. 24.

¹⁶ A Roma attualmente si vedono alcune di queste anamorfosi, dipinte sull'asfalto, quando ci si immette sul Lungotevere Arnaldo da Brescia provenendo da Via Luisa di Savoia, presso Piazzale Flaminio. Le figure 25 e 26 sono state ottenute, peraltro, da esemplari accuratamente verificati dagli autori nel centro urbano di Amsterdam.

¹⁷ Il fenomeno ci è stato segnalato dalla Dott. M. Miceu Romano, laureata in Psicologia nel nostro Ateneo.

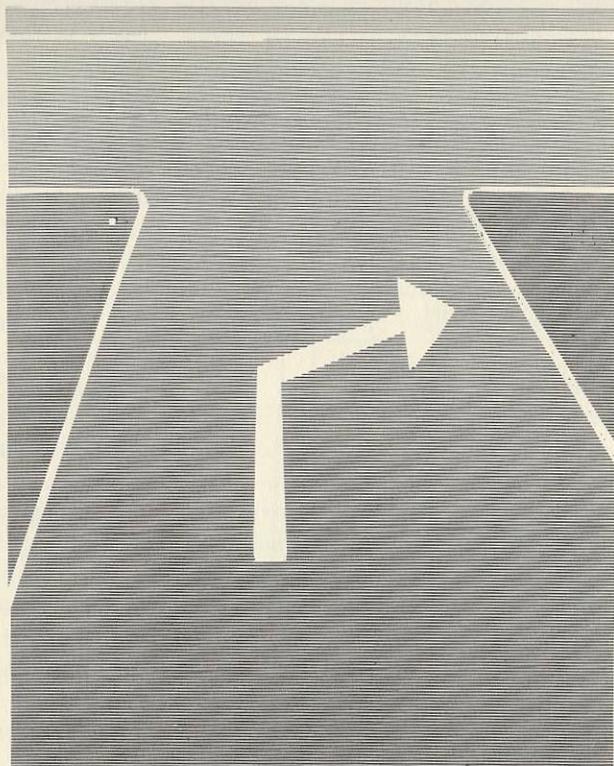


FIG. 25.

ture tendono ad apparire meno ruotate di quanto non siano in realtà. Man mano però che l'osservatore si avvicina all'ingresso questi grandi triangoli sembrano vistosamente allargarsi, il vertice diventa ad un certo punto un angolo retto e, proseguendo, un angolo ottuso (figure 28-31). La forma di ciascuna di queste grandi strutture, quando l'osservatore è proprio di fronte all'ingresso, è quella di un ampio triangolo isoscele con un vertice dichiaratamente ottuso (figura 32). Per l'esattezza esso misura obiettivamente 115° .

Facendo valutare, a dei comuni osservatori, l'ampiezza del vertice dalla posizione piú laterale (che corrisponde ad una rotazione obiettiva della struttura di circa 80° rispetto al piano fronto-parallelo), si ottengono delle misure intorno ai 60° . La successiva breve passeggiata che conduce l'osservatore a constatare la «vera» ampiezza del vertice, situandovisi di fronte, si conclude inevitabilmente con un effetto di sorpresa e con esclamazioni di meraviglia.

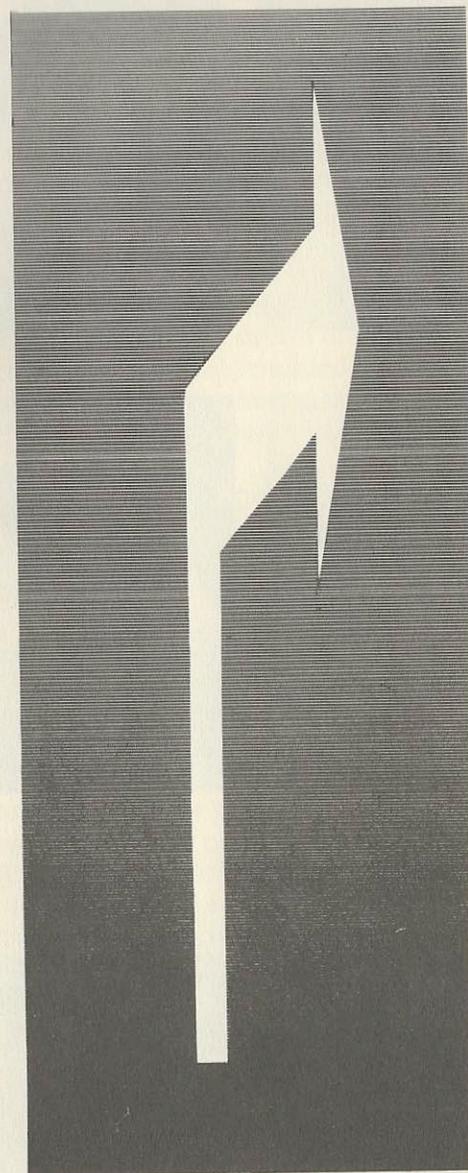


FIG. 26.

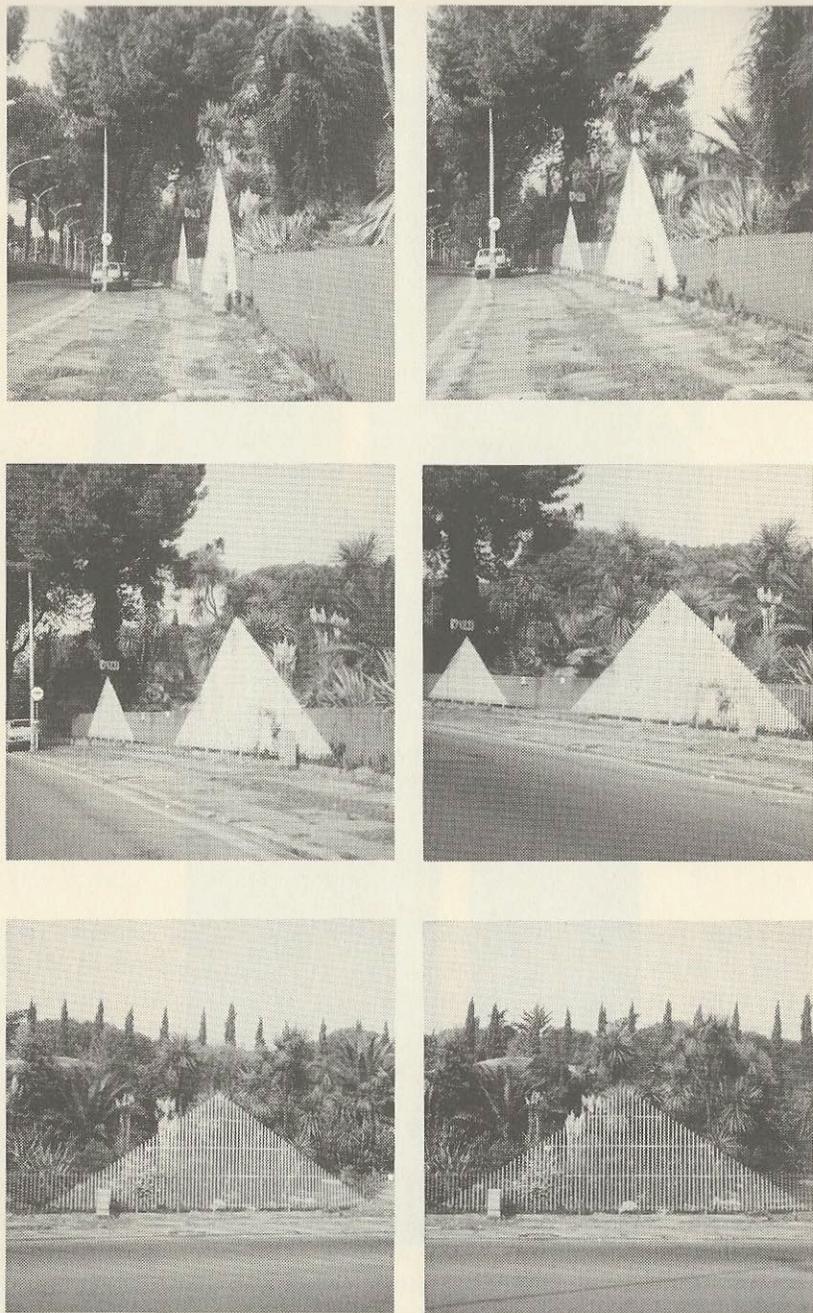


FIG. 27-32. Rottura della costanza di forma visiva nel caso delle grandi configurazioni triangolari che fiancheggiano il cancello d'ingresso ai Vivai del Sud (Roma)

Dunque gli angoli, presentati di sbieco, tendono a restringersi anche in condizioni che dovrebbero essere favorevoli, per la ricchezza degli indici di profondità utilizzabili in campo aperto, ad una percezione visiva realistica. La forma si mantiene incostante o subcostante nonostante che la posizione dell'oggetto sia abbastanza chiaramente apprezzabile.

Un'ulteriore osservazione, che si può condurre nelle condizioni sopra menzionate, ci può fare riflettere meglio, a questo punto, sui rapporti fra le tendenze dell'osservatore, la percezione della forma e la percezione della rotazione oggettiva.

Può accadere che le basi di quei due grandi triangoli ai lati del cancello dei Vivai del Sud, per l'osservatore che proviene a piedi o in auto da Porta S. Paolo, e che, situato di sbieco, si trova ancora ad un centinaio di metri di distanza, risultino occultate da cespugli, auto parcheggiate, persone accoccolate, transenne ed altri ostacoli. È allora visibile, dei triangoli, la maggior parte dell'area, che si protende verso l'alto.

In queste condizioni essi appaiono come due triangoli isosceli dal vertice acuto, completamente *fronto-paralleli*.

Questo ulteriore fenomeno, con il conforto di qualche riprova di laboratorio (condotta mediante sagome triangolari delle quali si occulta la base), ci ha persuaso di un fatto: quando mancano precisi indici di un'avvenuta rotazione nella terza dimensione, il comune osservatore preferisce rappresentarsi determinate superfici come fronto-parallele. Egli soddisfa con ciò, verosimilmente, quelle comuni tendenze alla *regolarità* delle configurazioni nell'ambiente visivo, le quali chiedono non solo che, ad esempio, una forma sia ordinata e simmetrica, ma pure che — e ciò è meno noto — una posizione risulti per il possibile semplice ed equilibrata. Tale ultima condizione verrebbe maggiormente garantita da una posizione fronto-parallela; ed esisterebbe una tendenza a imporre tale posizione alle superfici quando ciò non suscita maggiori conflitti.

A questo interesse a semplificare gli aspetti posizionali degli oggetti vivendoli, per il possibile, come fronto-paralleli, si potrebbe imputare — come una conseguenza — la frequente subcostanza delle forme nella visione, o per lo meno una quota di tale sub-costanza. Il «compromesso» tra forma reale e forma proiettiva, frequentemente notato da vari studiosi negli studi sulla costanza, dipenderebbe dal fatto che oltre alla tendenza ad una forma regolare e congruente noi dobbiamo soddisfare la tendenza ad una posizione oggettiva semplice e regolare.

Crediamo che un'ipotesi di questo genere debba venire tenuta presente nella progettazione e nella interpretazione di risultati sperimentali.

4. *Il contrasto con lo sfondo e altre variabili che influenzano la costanza della forma in oggetti ruotati o rotanti*

4.1. *Alcune considerazioni preliminari*

Benché il legame fra la costanza della forma e l'accuratezza nella percezione della tridimensionalità non sia completamente chiarito in tutte le sue sfaccettature, tuttavia, come abbiamo già ricordato, si ammette concordemente che l'*appiattimento* di figure ruotate conduca in modo coerente ad un inevitabile *deficit* della costanza.

Fra le condizioni che possono influenzare in maniera determinante la percezione della tridimensionalità negli angoli ruotati o rotanti, da noi adoperati, dobbiamo a questo punto prendere più dettagliatamente in esame un fattore trascurato nella restante letteratura percettologica: e cioè l'intensità del *contrasto* di qualità fenomeniche fra l'oggetto e lo sfondo. Dell'importanza di questo fattore abbiamo pure già fatto cenno.

I fenomeni di *contrasto* nella percezione *consistono* in un'accentuazione delle differenze fra due o più elementi legati in struttura: rispetto allo stato di tali differenze allorché gli stessi elementi vengono osservati isolati l'uno dall'altro. Tali differenze sono descrivibili in termini di qualità o proprietà dei suddetti elementi (colore, grandezza, forma, ecc.). Si ammette inoltre che il *contrasto compare* tutte le volte che quegli elementi vengono collegati fra loro in modo più o meno tenace, nell'atto di conoscenza, costituendo una *struttura* che presenta aspetti di coesione ma anche di netta contrapposizione interna: così da caratterizzarsi per un assetto molteplicitario o, nel caso più semplice, duale.

Un processo opposto al *contrasto* è costituito, com'è noto, dall'*assimilazione* (o eguagliamento), che consiste in una attenuazione delle differenze fra gli elementi legati in struttura; e che compare negli insiemi dotati di aspetti prevalenti di *unitarietà*¹⁸.

Didatticamente i due processi vengono di solito trattati in modo distinto e contrapposto. Si considera anzi particolarmente elegante il mostrare, ad esempio, casi di transizione graduale o brusca dall'*assimilazione* al *contrasto* e viceversa. Ciò può far passare in ombra una realtà facilmente constatabile nell'analisi fenomenologica: e cioè il fatto che *contrasto* ed *assimilazione* si presentano solitamente come processi simultanei ed interdipendenti nell'ambito d'un medesimo campo percettivo.

¹⁸ Per un'ampia rassegna delle condizioni strutturali favorevoli al *contrasto* o all'*assimilazione* nelle diverse qualità fenomeniche, si veda P. Bonaiuto, *Tavola d'inquadramento e di previsione degli «effetti di campo» e dinamica delle qualità fenomeniche*, «Giornale di Psichiatria e Neuropsichiatria», 93, 1965 (4 suppl.), pp. 1443-1685 (ristampa: Roma, Ed. Kappa).

Infatti quando due o più parti della struttura d'insieme entrano fra loro in relazione di *contrasto*, all'interno di ciascuna di esse avviene contemporaneamente un'*assimilazione* reciproca degli elementi e degli aspetti, che compongono e caratterizzano la singola parte.

Il fenomeno non è molto lontano da certi processi di *assimilazione* che, nella percezione sociale, avvengono fra i membri di un gruppo di persone, con un parallelo aumento di compattezza e di coesione, allorché questo gruppo entra in conflitto con un elemento avverso.

Per tornare al dispositivo sperimentale da noi allestito, vorremmo a questo punto inserire le seguenti considerazioni.

a) La percezione della tridimensionalità nella struttura ad Y parzialmente ruotata, e cioè l'accuratezza nella valutazione del grado di rotazione dell'angolo, corrisponde ad un processo di *diversificazione* dei due elementi superiori aventi la radice in comune, che devono apparire l'uno più vicino all'osservatore e prominente verso di lui, l'altro invece tale da allontanarsi dall'osservatore, protendendosi col suo estremo in opposta direzione.

Generalmente un traliccio semplice e sottile come quello da noi adoperato, osservato attentamente da pochi metri di distanza, fornisce delle differenze *fini* da zona a zona, capaci di funzionare da indici di tridimensionalità, sufficienti per una discriminazione delle posizioni relative delle varie parti; e dunque per un'elaborazione realistica della forma.

Tuttavia un aumento dell'omogeneità interna di questa struttura ad Y, un'*assimilazione* reciproca di elementi e di aspetti entro la medesima, comportano verosimilmente una riduzione della suddetta *diversificazione*; e dunque un *appiattimento* della figura.

Fra gli indici di profondità forniti da quelle differenze *fini* fra i due elementi obliqui superiori, possiamo elencare, ad esempio, la sovrapposizione, il chiaro-scuro, gli aspetti di lucentezza della superficie cilindrica dei tubicini, le differenze dimensionali e di forma nelle rispettive immagini proiettive, le informazioni dipendenti dall'accomodazione e dalla convergenza, ecc. Dati questi indici, soprattutto i primi quattro ci risultano annullati o ridotti nel caso di forte *contrasto* con lo sfondo.

b) Se si istituiscono condizioni per cui aumenta il grado di *contrasto* (sia cromatico, sia nelle altre qualità fondamentali dell'oggetto) fra la struttura ad Y e il pannello di sfondo, dobbiamo attendere parallelamente un aumento dell'*assimilazione* interna nella medesima struttura ad Y; e perciò, come spiegato più sopra, un effetto di *appiattimento*.

Conseguentemente, aumentando il *contrasto* fra oggetto e sfondo si deve ridurre la costanza di forma dell'oggetto.

4.2. Misurazione del grado di costanza di forma con vari tipi di sfondo

Come dimostrazione di quanto fin qui enunciato abbiamo organizzato un esperimento, basato sulla misurazione della *costanza di forma* dell'oggetto, presentato in condizioni statiche variando sistematicamente sia la sua *posizione*, sia il grado di *contrasto* rispetto allo sfondo.

Sono stati impiegati 20 soggetti di entrambi i sessi: uomini e donne in pari numero; studenti universitari o laureati in psicologia dell'Università di Roma; in età dai 18 ai 55 anni. Ciascuno di essi è stato esaminato individualmente ed ha potuto osservare l'oggetto sedendo a 3 m di distanza dal dispositivo sperimentale, posto di fronte a lui su di un tavolino in una normale stanza di laboratorio, illuminata con luce artificiale bianca diffusa e costante (160 lux).

L'oggetto girevole è quello fin qui descritto, a forma di Y, con un angolo superiore di 90° , dipinto di nero. Uno sperimentatore provvede a presentarlo nelle diverse condizioni ottenibili con una progressiva rotazione rispetto al piano fronto-parallelo: 0° , 10° , 20° , 30° , 40° , 50° , 60° , 70° , 80° , 90° . Nella prima posizione (0°) l'oggetto è completamente fronto-parallelo; nell'ultima posizione (90°) è completamente perpendicolare. Tali posizioni estreme vengono attraversate due volte per ogni soggetto. Per le altre angolature l'oggetto viene presentato alla stessa persona una volta ruotato in senso orario, una volta ruotato in senso antiorario. Le presentazioni nell'ambito della stessa seduta individuale sono dunque complessivamente venti; ed hanno luogo in successione casuale. I cambiamenti di posizione dell'oggetto vengono attuati mentre l'oggetto è coperto alla vista.

Al di sotto del dispositivo girevole è fissata un'ampia scala di comparazione leggermente concava, così da risultare in tutte le sue parti equidistante e perpendicolare alla direzione dello sguardo del soggetto. La scala contiene, disposte in serie, numerose sagome lineari, nere su fondo bianco, corrispondenti alla forma proiettiva dell'oggetto secondo le dieci angolature attraversate nelle presentazioni (la più ampia a sinistra, la più sottile a destra).

La parte sinistra della scala contiene inoltre due forme appositamente aggiunte alla serie, nelle quali l'angolo superiore della struttura ad Y ivi raffigurata diviene progressivamente ottuso (100° e 110°). Ciò consente di bilanciare eventuali «effetti di scala», sempre possibili in queste condizioni di misurazione; inoltre permette di individuare gli eventuali rendimenti di «super-costanza».

Ciascuna forma è contrassegnata da una lettera alfabetica sottostante, sufficientemente isolata (figura 33).

Compito del soggetto è quello di indicare, per ogni presentazio-

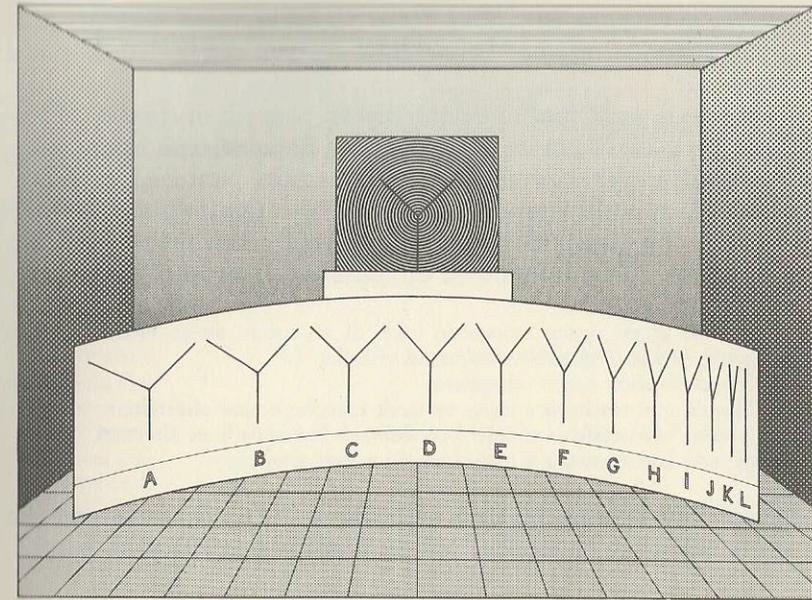


FIG. 33. Disposizione dell'angolo rotante, del pannello di sfondo e della scala di comparazione, per la valutazione della costanza di forma visiva: visti dalla posizione occupata dai soggetti dell'esperimento.

ne dell'oggetto, la forma percepita, scegliendo un'adeguata figura di comparazione (metodo dei limiti).

Inoltre il soggetto provvede ad una valutazione del grado di rotazione dell'oggetto, espressa verbalmente secondo cinque possibilità: fronto-parallelo; leggermente, mediamente o molto ruotato; perpendicolare.

Come è sempre necessario negli esperimenti sulla costanza, è stata posta la massima cura nello spiegare esattamente il compito al soggetto, così da ottenere risposte corrispondenti al vissuto percettivo genuino. E del resto, secondo quanto proprio Gaetano Kanizsa, nelle numerose occasioni di incontro diretto, ci ha sempre raccomandato di tenere presente: vi può essere una differenza rilevante fra ciò che viene riferito allorché il soggetto si attiene al dato fenomenicamente «incontrato» e quindi al rendimento ingenuo, autenticamente percettivo; e ciò che dipende invece da interventi cogitativi, dal pensiero della persona che osserva. Nelle misurazioni del grado di costanza percettiva questa differenza diventa determinante. I nostri soggetti hanno dimostrato di saper fare questa distinzione, prima di venire ammessi all'esperimento vero e proprio.

L'esame dell'oggetto girevole e il confronto con la scala di com-

parazione avvengono in visione libera. Dopo un breve addestramento preliminare, si ottiene che ciascuna risposta venga data in pochi secondi.

Sono stati scelti inoltre cinque diversi pannelli di sfondo (di forma quadrata, di 70 cm di lato); ciascuno dei quali può essere sostituito all'altro, venendo montato in posizione verticale e fronto-parallela, su appositi supporti, subito dietro l'oggetto girevole. Questi sfondi sono capaci di provocare dei gradi crescenti di contrasto con l'oggetto, da un minimo ad un massimo. L'elenco è il seguente:

- 1) Sfondo grigio opaco omogeneo (cioè di un colore molto vicino a quello dell'oggetto, peraltro ancora chiaramente visibile).
- 2) Sfondo bianco opaco omogeneo.
- 3) Sfondo con tessitura a righe verticali bianche e nere alternate.
- 4) Sfondo con tessitura a cerchi concentrici bianchi e neri alternati.
- 5) Sfondo con tessitura a raggi bianchi e neri alternati.

Nelle illustrazioni riportate nelle figure 5-8 si possono esaminare le riproduzioni, in scala, di alcuni dei suddetti pannelli di sfondo.

Ciascun soggetto ha portato a termine cinque differenti sedute sperimentali, una per ciascun pannello di sfondo. L'ordine di presentazione dei differenti pannelli è stato variato sistematicamente, così come l'ordine di presentazione delle posizioni dell'oggetto nell'ambito di ciascuna seduta. Le valutazioni sono state quantificate tenendo conto del punto d'eguaglianza soggettivo con l'oggetto fronto-parallelo. In altri termini, la figura scelta sulla scala di comparazione quando l'oggetto ruotabile è disposto a 0°, costituisce il termine di confronto. A partire da questo si calcolano le differenze ottenute alle varie inclinazioni. Se non vi è nessuna differenza, la costanza è perfetta; se vengono scelte figure con un angolo superiore più ristretto, si tratta di sub-costanza; nel caso opposto, di super-costanza. Per un rapido conteggio e per gli opportuni paragoni le differenze sono state convertite in percentuali di sub-costanza.

Per fare un esempio, quando l'oggetto è fronto-parallelo l'osservatore può scegliere sulla scala di comparazione la figura C, corrispondente appunto alla forma proiettiva del medesimo oggetto ruotato di 0°. Quando l'oggetto è presentato ruotato tridimensionalmente di 50°, l'osservatore può scegliere la figura D, che corrisponde alla forma proiettiva dello stesso oggetto ruotato di 10°. In questo caso si valuta una sub-costanza del 20%. Se viene invece scelta la figura H, che corrisponde alla forma proiettiva dello stesso oggetto ruotato di 50°, si segna una completa assenza di costanza (100%)¹⁹.

I risultati sono stati compendati nella tabella 1 e nel diagramma riportato in figura 34.

Essi confermano pienamente l'ipotesi di lavoro; e il loro esame consente una serie di commenti dettagliati.

¹⁹ All'esecuzione di alcuni calcoli ha cooperato la Dott. A.M. Giannini, laureata in Psicologia nel nostro Ateneo.

TAB. 1. Livelli di sub-costanza della forma visiva, in funzione del tipo di sfondo e dell'angolo di rotazione dell'oggetto, esaminato da fermo in visione libera. I valori sono espressi in percentuali di sub-costanza: dalla costanza perfetta (0) all'assenza di costanza (-100)

Tipo di sfondo	Angolo di rotazione dell'oggetto									\bar{x}
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	
1. Grigio opaco omogeneo	0	-2,5	-4,7	-7	-13	-18,6	-32,1	-39,9	-79,9	-21,9
2. Bianco opaco omogeneo	-11	-11,5	-14,3	-10,7	-19,2	-25,5	-33,7	-47,7	-82,1	-28,4
3. Tessitura a righe verticali bianche e nere	-2	-4,5	-8	-12,7	-19,4	-23,5	-29,1	-51,9	-90,7	-26,9
4. Tessitura a cerchi concentrici bianchi e neri	-9	-1,5	-1,6	-9,5	-23	-26	-34,1	-44,2	-86,7	-27,8
5. Tessitura a raggi bianchi e neri	-12	-9	-17,7	-19	-30,8	-32,8	-39,8	-49,4	-84,3	-32,7

a) La costanza di forma dell'oggetto risente del grado di contrasto fra l'oggetto stesso e lo sfondo, nel senso che diminuisce progressivamente con l'aumentare del contrasto.

Tale costanza è maggiore quando l'oggetto nero viene esposto contro lo schermo grigio: quello che, avendo un colore più vicino a quello dell'oggetto, determina un grado minore di contrasto.

La costanza decresce passando allo schermo bianco, per il quale il contrasto è maggiore.

Rispetto allo sfondo grigio, pure l'impiego delle tessiture bianche e nere, che implicano un rilevante grado di contrasto (non solo cromatico, ma anche concernente la forma e la struttura dell'oggetto), produce una sensibile diminuzione della costanza; che scende progressivamente, fino a raggiungere valori molto modesti con l'ultimo tipo di sfondo. Questo appare legato all'oggetto da un'intensa coesione, per la sua stessa tessitura a raggiera, che tende quasi ad inglobarne l'immagine. Ciò verosimilmente potenzia il contrasto²⁰.

b) Nei dati è manifesta anche l'influenza del grado di rotazione dell'oggetto (fenomeno già noto nella letteratura specifica)²¹. Per ro-

²⁰ La differenza fra i risultati ottenuti con lo schermo più favorevole alla costanza (grigio opaco omogeneo) e quello meno favorevole (tessitura a raggi bianchi e neri) è significativa all'analisi statistica, al test t : $p < 0,01$ ($t = 2,65$; 19 g.l.).

²¹ W.H. Lichte, *Shape constancy: Dependence upon angle of rotation; Individual differences*, «Journal of Experimental Psychology», 42, 1952, pp. 49-57; oltre ai lavori già citati di Epstein e Park, *Shape constancy: Functional relationships and theoretical formulations*, cit., e di Winnik e Rogoff, *Role of apparent slant in shape judgments*, cit.

le risposte, così da esprimere la gamma degli stili di strutturazione percettiva. Complessivamente i fenomeni di sub-costanza risultano più accentuati negli uomini; ad esempio: - 30,9 contro - 14,7, con lo scarto minimo; - 36,8 contro - 25, con il fondo a raggiata²². Tutto ciò è abbastanza in accordo con il dato, comunemente noto, di una maggior prevalenza dei soggetti «globali» fra le donne.

I soggetti «globali» sarebbero in grado, in visione libera, di attuare meglio quelle connessioni fra l'elemento in esame e, ad esempio, gli indici procurati dal sistema di riferimento: che contribuiscono ad assicurare l'apprezzamento della tridimensionalità e, con ciò, la costanza della forma visiva. Una percezione eccessivamente analitica conduce invece ad una diminuzione della costanza percettiva: a causa dell'allentarsi delle relazioni fra elemento e indici forniti dall'intera situazione²³.

4.3. Misurazione del grado di costanza di forma in funzione della durata d'osservazione

Un secondo esperimento ha preso in considerazione l'effetto di un'osservazione condotta in tempi brevi, sul grado di costanza di forma visiva, in condizioni sperimentali peraltro analoghe a quelle precedentemente descritte.

Scopo di questo sondaggio sperimentale era quello di controllare un'altra delle circostanze che intervengono allorché compare il movimento apparente di apertura e chiusura dell'angolo durante la rotazione continua, da noi studiata.

Infatti nel corso della rotazione, che avviene alla velocità di 10 giri al minuto, il soggetto ha a disposizione solo 3" per esaminare l'oggetto mentre passa da una posizione fronte-parallela alla successiva: l'eventuale rottura della costanza di forma avviene proprio durante quel brevissimo arco di tempo.

Se si potesse dimostrare che un'osservazione per 3" o meno ri-

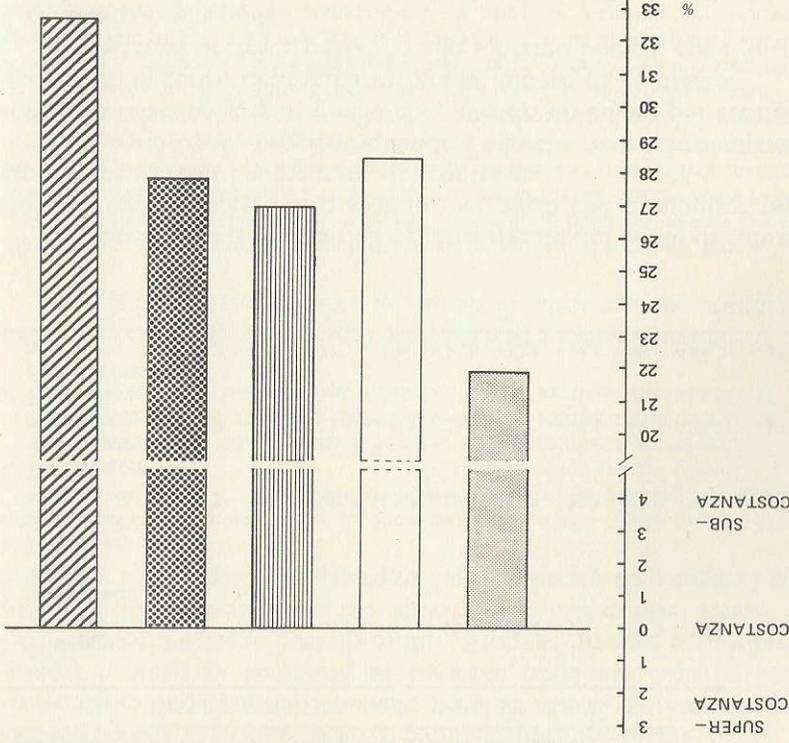


Fig. 34. Livelli medi di sub-costanza di forma visiva ottenuti con l'angolo retto ruotato (da 10° a 90°) contro i vari tipi di sfondo impiegati nel I Esperimento.

tazioni fino a 40°, con gli sfondi più favorevoli, si può manifestare anche super-costanza — benché questa non arrivi generalmente ad emergere nelle medie dei dati. Invece per rotazioni di 50° ed oltre, la costanza decresce bruscamente; anche quando lo sfondo sarebbe favorevole al suo mantenimento.

c) Le valutazioni verbali del grado di rotazione dell'oggetto confermano che la costanza si accompagna ad una discreta percezione della tridimensionalità; mentre la sub-costanza o l'assenza di costanza coincidono con il relativo appiattimento dell'oggetto rispetto alla terza dimensione.

d) Sono rappresentate notevoli differenze inter-individuali nella tendenza alla costanza; e si nota la consistenza intra-individuale del-

²² In quest'ultimo caso la differenza fra i sessi raggiunge la significatività statistica al test t , per $p < 0,05$ ($t = 1,84$; 9 g.l.).

²³ S. Klimpfliger, «Über den Einfluss von intentioneller Einstellung und Übung auf die Gestaltkonstanz», Archiv für gesamte Psychologie, 88, 1933, pp. 551-598; Gotheil e Bitterman, The measurement of shape constancy, cit.; Epstein, Bontrager e Park, The induction of non vertical slant and the perception of shape, cit.; P. Bonaiuto, C. Umiltà e R. Canestrari, Rendimento in prove di costanza percettiva dopo privazione senso-motoria. In: Costanza di forma visiva, «Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale», 41, 1965, pp. 1430-1433; P. Bonaiuto, «Sulle ricerche psicologiche europee in tema di monotonia percettiva e motoria» (senza depurazione e simili). Il processo della saturazione di qualità fenomeniche, in International Symposium: «Man in Isolation and/or Enclosed Space», Roma, CNR, 1969; pubblicato anche in «Atasagna Neuropsychiatrica», 24, 1970, n. 3-4, pp. 1-114 (ristampato: Roma, Ed. Kappa).

duce ulteriormente la costanza, con questo tipo di dispositivo girevole e con questo tipo di sfondi, saremmo in possesso di un elemento in piú per comprendere come mai il movimento apparente può diventare cosí vistoso.

L'esame dell'angolo ruotato, in condizioni statiche, non può corrispondere esattamente all'esame dell'angolo che attraversa le medesime posizioni dinamicamente nel corso del movimento. Tuttavia il significato di una drastica riduzione del tempo di osservazione a disposizione del soggetto dovrebbe ben risultare da un esperimento pur condotto in condizioni statiche, con durate di osservazione crescenti da un minimo ad un massimo.

Per quanto possiamo ricavare da un esame della letteratura psicologica, tempi di osservazione molto brevi dovrebbero favorire la coesione della struttura d'insieme: dunque sia il grado di contrasto tra l'oggetto e lo sfondo, sia l'omogeneità interna dell'oggetto.

È noto infatti che l'osservazione prolungata diminuisce l'intensità delle illusioni, sia di contrasto, sia di assimilazione: favorendo una percezione piú analitica²⁴.

Quest'ultima nelle condizioni qui allestite dovrebbe ridurre l'intensità del contrasto fra l'oggetto e lo sfondo. Dovrebbe quindi simultaneamente favorire la discriminazione e l'individuazione di quelle fini differenze di forma, di chiaro-scuro, di grandezza, ecc. — fra i vari elementi dell'oggetto — che, come si è già detto, consentono di apprezzare la tridimensionalità; e con ciò la costanza.

Quando si opera a tempi molto brevi si verrebbe invece ad istituire quella condizione (poco nota) in cui *una percezione eccessivamente globale va a scapito della costanza percettiva*. Mentre sono piú note sperimentalmente le circostanze processualmente opposte: e cioè quelle in cui una percezione eccessivamente analitica — a tempi molto lunghi — conduce ad una diminuzione della costanza percettiva.

Il contrasto fra l'oggetto e lo sfondo, opponendosi alla fine di discriminazione di importanti indici di tridimensionalità, ostacola la costanza. Esso verrebbe attenuato dal protrarsi dell'osservazione (visione libera), consentendo la graduale emergenza degli indici. Solo a questo punto i soggetti, specialmente se «globali», sono in grado di sfruttare per il possibile le informazioni disponibili e quindi di realizzare il massimo di costanza nelle condizioni date.

Si può fare dunque l'ipotesi che, nelle condizioni attuate per queste dimostrazioni, una percezione finemente discriminante ma

ancora capace di connessioni e di relazioni, migliora la costanza, mentre un approccio esageratamente globale può peggiorarla, come si è detto; e cosí pure può peggiorarla un approccio esageratamente analitico, secondo quanto è noto dagli studi precedenti.

Per effettuare una dimostrazione nella situazione che qui ci interessa — relativamente alla prima parte dell'assunto sopra delineato — sono stati impiegati altri venti soggetti aventi le medesime caratteristiche descritte a proposito della prova precedente. Anche i dispositivi adoperati sono i medesimi e cosí pure le distanze d'osservazione, le posizioni conferite all'oggetto girevole, le istruzioni per i soggetti, le procedure per la raccolta e la quantificazione delle risposte.

Gli sfondi sono stati ridotti a due soli: quello grigio omogeneo (contrasto di lieve intensità) e quello con tessitura a cerchi bianchi e neri concentrici (contrasto piuttosto intenso).

Le durate di esposizione dell'oggetto e della scala sono state variate, istituendo un'osservazione a tempi brevi (della durata di 2") ed un'osservazione piú durevole (20"), praticamente corrispondente alla visione libera. Tali durate d'esposizione sono state regolate programmando i dispositivi d'illuminazione dell'apparecchiatura.

I risultati confermano le ipotesi di lavoro: a tempi piú brevi corrisponde un *deficit* di costanza piú accentuato.

I dati sono compendati nella tabella 2 e nel diagramma riportato in figura 35.

La differenza di rendimento con i due diversi sfondi si mantiene in modo proporzionato con le diverse durate d'osservazione: per cui lo sfondo grigio opaco omogeneo, a tempi maggiori, determina il grado migliore di costanza; mentre lo sfondo a cerchi concentrici, a tempi brevi, determina il massimo *deficit* di costanza.

In particolare sottoponendo i dati all'analisi della varianza, si rileva che l'influenza esercitata dalla durata d'osservazione appare statisticamente significativa ($p < 0,05$)²⁵.

Si possono inoltre confrontare i dati ottenuti in visione libera in questo secondo esperimento (tabella 2), con i dati corrispondenti dell'indagine precedente (tabella 1, p. 97, tipi di sfondo n. 1 e n. 4). Si osserva che, pur trattandosi di due gruppi diversi di soggetti, i rendimenti medi ottenuti nelle medesime condizioni sperimentali appaiono molto simili.

Anche le differenze fra i sessi decorrono, nel secondo esperimento, in modo analogo al primo.

Questa notevole consistenza rassicura sul fatto che le procedure

²⁴ Cfr. Bonaiuto, *Tavola d'inquadramento e di previsione degli «effetti di campo» e dinamica delle qualità fenomeniche*, cit.; Id., *Sulle ricerche psicologiche europee in tema di monotonia percettiva e motoria («sensory deprivation» e simili)*, cit.

²⁵ ($F = 4,83$; g.l. 79; 1. Analisi a tre vie, per dati ripetuti).

Tab. 2. Livelli di sub-costanza della forma visiva, in funzione della durata d'osservazione, del tipo di sfondo e dell'angolo di rotazione dell'oggetto, esaminato da fermo. I valori sono espressi in percentuali di sub-costanza: dalla costanza perfetta (0) all'assenza di costanza (-100). Il segno + indica risultati di super-costanza

Durata di osservazione	Tipo di sfondo	Angolo di rotazione dell'oggetto									\bar{x}
		10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	
Visione libera (20'')	1. Grigio opaco omogeneo	-2,5	-8,8	-6,5	-10,9	-16,9	-27	-30,3	-38,4	-59,1	-22,3
	2. Tessitura a cerchi concentrici bianchi e neri	+10,7	-5,5	-14,1	-19,6	-22,8	-23,6	-33,6	-32,6	-69,5	-25,8
Visione a tempi brevi (2'')	1. Grigio opaco omogeneo	-9,2	-9,4	-18,2	-27,9	-37,8	-34,2	-38	-38,4	-67,6	-31,2
	2. Tessitura a cerchi concentrici bianchi e neri	-24,5	-17,3	-39	-38,9	-34,1	-35,7	-42,7	-50,1	-75,4	-39,7

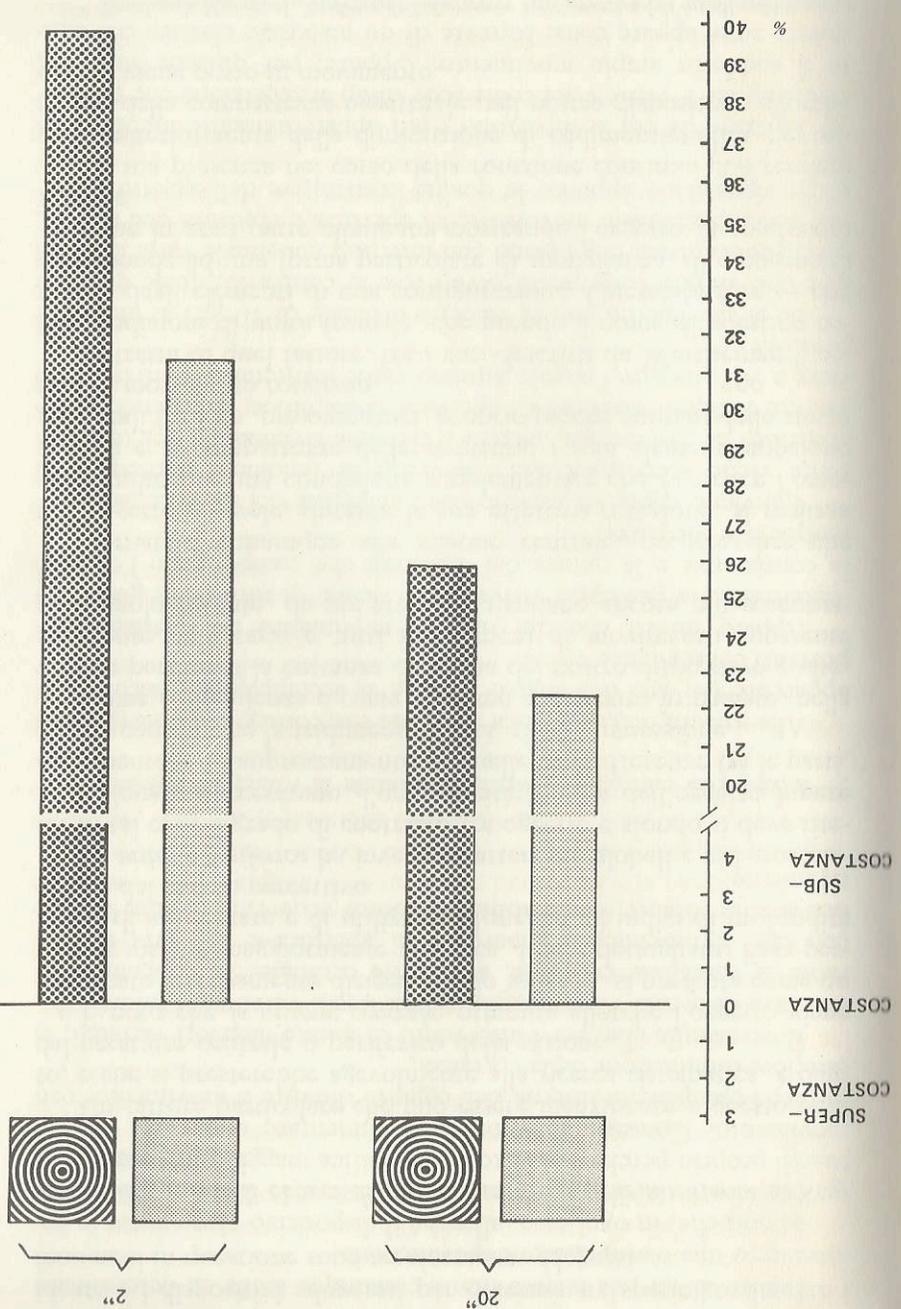


Fig. 35. Livelli medi di sub-costanza della forma visiva ottenuti con i due diversi tipi di sfondo ed a tempi d'osservazione differenziati, nel II Esperimento.

ideate e i dispositivi adoperati per determinare sperimentalmente i fenomeni in questione sono tecnicamente adeguati.

4.4. Altre variabili capaci di influenzare l'omogeneità interna dell'oggetto girevole

Un fattore particolare che può essere menzionato a questo punto, e che si presterebbe agevolmente alla ricerca sistematica, è dato dal carattere centrale o periferico della visione.

È noto che *la visione centrale*, ottenuta allorché l'oggetto viene esaminato attentamente dirigendovi lo sguardo, si presenta come un tipo di visione maggiormente analitica, fine e dettagliata. Essa permette di apprezzare e di utilizzare al meglio gli indici di profondità offerti dal campo percettivo.

La visione periferica ha invece caratteri più globali e più grossolani: in tal caso il grado di contrasto fra oggetto e sfondo si deve ritenere alquanto accentuato, l'omogeneità interna dell'oggetto è pure incrementata e l'apprezzamento di quelle fini differenze fra le parti, che ne consentono la tridimensionalità, risulta impossibile.

Come conseguenza e come abbiamo già riferito in passato, nella visione periferica la costanza di forma del nostro dispositivo è ulteriormente deficitaria e tutti i fenomeni di movimento apparente dell'angolo rotante, da noi studiati, risultano ancora più accentuati²⁶.

Tornando comunque alla visione centrale, occorre dire che nell'oggetto girevole, durante la sua effettiva rotazione, si realizza verosimilmente una condizione supplementare che favorisce l'omogeneità e la compattezza della struttura: i suoi elementi appaiono più simili tra loro, più omogenei, proprio perché animati dallo stesso tipo di movimento rotatorio.

Si tratta di quel fattore, fra i vari descritti da Wertheimer²⁷ come condizioni di unità formale, che prende il nome di «destino comune» degli elementi di una configurazione. Questo fattore — che corrisponde ad una forma particolare di somiglianza, di omogeneità — viene in gran parte eliminato mostrando l'oggetto in condizioni statiche.

La sua presenza nel corso della rotazione continua può rendere conto ulteriormente della diminuzione di tridimensionalità, per aumento della compattezza oggettiva, nel nostro dispositivo, allorché questo viene posto in movimento.

²⁶ Bonaiuto e Massironi, *Tendenze dell'osservatore nella percezione di oggetti rotanti*, cit., e *Osservazioni sul fenomeno dell'angolo rotante*, cit.

²⁷ M. Wertheimer, *Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt*, II, «Psychologische Forschung», 4, 1923, pp. 301-350.

Il peso di un tale fattore non è comunque facile da determinare attraverso una manipolazione sperimentale.

Si noti che, in ogni caso, allorché il dispositivo viene posto in rotazione continua, il contrasto fra l'oggetto e lo sfondo può accentuarsi: proprio perché l'oggetto si diversifica maggiormente grazie al movimento. Conseguentemente può aumentare anche per questo fattore l'omogeneità interna dell'oggetto durante il movimento: con ulteriore diminuzione della costanza.

È verosimile che, per l'intervento di queste ulteriori variabili, la costanza di forma visiva raggiunga dei livelli veramente minimi durante la rotazione continua, a velocità ottimale. In concomitanza con ciò, il movimento apparente di apertura e chiusura alterne dell'angolo rotante, come abbiamo potuto vedere, si impone coercitivamente.

5. Illusioni di elasticità e plasticità durante la rotazione continua

Alla rottura della costanza di forma e al conseguente movimento apparente dei lati dell'angolo rotante si accompagnano alcune importanti conseguenze visive.

Appare infatti che dal tipo di movimento noi veniamo co-determinati a percepire visivamente alcune qualità che riguardano la consistenza e la natura dei materiali che compongono l'oggetto mobile e le sue parti.

Convieni segnalare intanto che l'ampiezza del movimento apparente viene accentuata dall'intervento di fenomeni particolari di contrasto di movimento, interni a ciascuna rivoluzione dell'oggetto: per cui l'angolo massimo di apertura si amplifica, divenendo superiore a 90°, mentre l'angolo minimo viene mantenuto il più ristretto possibile.

Se si sperimenta con la velocità ottimale di 10 giri al minuto e con uno sfondo fortemente favorevole al contrasto, quale quello a cerchi concentrici, compaiono con intensità massimale varie illusioni che accompagnano il movimento di apertura e chiusura dell'angolo, e che riguardano appunto le qualità costitutive dell'oggetto rotante²⁸.

La zona da cui si dipartono i lati apparentemente mobili della struttura ad Y viene vista come sede di un'articolazione che consente il suddetto ampio movimento. Oppure, per qualche soggetto, questa zona appare come formata di un materiale elastico che consente flessioni ed estensioni ritmiche: perfino «volontarie».

²⁸ Bonaiuto e Massironi, *Osservazioni sul fenomeno dell'angolo rotante*, cit.

Qualche volta la percezione di elasticità coinvolge l'intera lunghezza dei bracci, che vengono visti come leggermente arcuati quasi che l'angolo venisse delimitato elasticamente da lati leggermente concavi, che oppongono resistenza a forze divergenti applicate agli estremi.

Effetti interessanti si notano poi inserendo appropriati materiali tra le due estremità libere dell'oggetto; il che può farsi utilizzando dei piccoli ganci.

Se si dispongono, arcuati, una catenella metallica o un cordone ritorto, il movimento apparente non viene impedito; e questi oggetti vengono visti aumentare e diminuire alternativamente la propria flessione durante la rotazione: in modo coerente con il restringersi e l'allargarsi dell'angolo. Essi cioè vengono a perdere la loro costanza di forma, come l'angolo: e se ne rende ben visibile la *plasticità*.

Se si dispongono, invece, ben tese, una molla orizzontale sottile, metallica, leggera, oppure una banda di elastico: anche in questo caso il movimento apparente non viene impedito; ma tali elementi vengono visti allungarsi con l'ampliamento dell'angolo, restringersi con naturalezza con il suo progressivo chiudersi. In questo caso cioè si manifesta pienamente la proprietà dell'*elasticità* della materia.

Sembra dunque che, quando ciò è possibile, l'attività percettiva tenga conto delle qualità funzionali già intuitibili nella struttura, per conferire plasticità o elasticità in modo congruente con la natura apparente dei materiali, evitando conflitti.

Se si dispone una barretta rigida orizzontale, di colore opposto a quello dell'oggetto, fatta dello stesso tubo metallico, si ottengono rendimenti variabili.

Per alcuni soggetti la struttura diviene rigida e mantiene la sua costanza di forma durante la rotazione continua: i movimenti apparenti vengono quindi a cessare.

Per altri soggetti invece i movimenti semplicemente si riducono di ampiezza; e la barretta viene vista allungarsi o restringersi ritmicamente. In questo caso può assumere essa stessa un'apparente consistenza elastica.

Trattandosi di un elemento rettilineo, esso appare allora «teso», capace di allungarsi o di accorciarsi attivamente ritornando all'aspetto primitivo: dunque la qualità costitutiva attribuibile è l'elasticità, non la plasticità, per la quale la deformazione dovrebbe permanere come nel caso di materiali passivi, inerti ed eventualmente articolati (catenella).

Si può concludere affermando che l'elasticità o la plasticità viste nell'oggetto vengono attribuite come le proprietà più probabili in funzione delle informazioni disponibili; e che dunque esse compaiono a guisa di soluzione d'un problema.