

L'UNIFICAZIONE FENOMENICA DI DUE QUADRILATERI INTERCETTATI DA UNA FIGURA OCCLUDENTE: UNA RICERCA SUL COMPLETAMENTO AMODALE

MANFREDO MASSIRONI e DONATELLA SPINELLI

Università di Verona e Università di Roma «La Sapienza»

Riassunto. Il presente lavoro si propone di verificare sperimentalmente quando due forme al tratto (bracci) disegnate ai lati opposti di un rettangolo vengono viste come parti di una singola unità fenomenica, parzialmente coperta dal rettangolo. Le figure presentavano variazioni sistematiche dell'inclinazione di uno o di entrambi i bracci, della distanza fra i bracci e della direzione dello spostamento dei bracci stessi. 56 soggetti hanno giudicato la presenza o meno di completamento amodale nelle figure. I risultati ottenuti, sottoposti ad analisi fattoriale, rivelano la presenza di 4 fattori interpretabili come causa del completamento studiato. Tali fattori vengono ricondotti ad alcuni principi di organizzazione formale (continuità di direzione, simmetria, vicinanza).

INTRODUZIONE

Tutte le discipline elencano un certo numero di fenomeni, ovvero di situazioni degne di interesse per le questioni che aprono, più che per le soluzioni che il loro studio promette di raggiungere. Nell'ambito psicologico un esempio emblematico, che attraversa tutta la storia degli studi sulla visione, è costituito dalle illusioni ottico-geometriche.

Un altro fenomeno, meno noto, che sembra avere la stessa valenza problematica è quello del completamento amodale (Michotte & Burke, 1962; Metelli, 1960; Michotte, Thinés, Crabbé, 1964; Kanizsa, 1970, 1975; Kanizsa, Gerbino, 1981). Lo studio del completamento amodale sembra importante per le possibili implicazioni teoriche sulla natura dello spazio visivo (Kanizsa, 1980).

Questo lavoro fa riferimento ad un tema proposto da Kanizsa e Gerbino (1981): la forma assunta dalla parte «coperta» non è arbitraria, ma dipende in qualche modo dalle caratteristiche delle parti effettivamente visibili. Il lavoro studia infatti il ruolo giocato dalle caratteristiche delle parti visibili nell'induzione del fenomeno del completamento. Più precisamente si propone di verificare sperimentalmente quando è che due forme al tratto disegnate ai lati opposti di un rettangolo vengono viste come parti di una singola unità feno-

menica, parzialmente coperta dal rettangolo. Si suppone che ci siano caratteristiche formali dello stimolo che favoriscono tale rendimento percettivo ed altre che lo rendono più difficile. Si intendono individuare e descrivere queste caratteristiche.

METODO

Soggetti

Hanno partecipato all'esperimento 56 soggetti, di età compresa fra i 20 ed i 40 anni, studenti e docenti del corso di laurea in Psicologia. Solo alcuni di questi soggetti (4) avevano già familiarità con il fenomeno del completamento.

Materiale

Il materiale dell'esperimento era costituito da 126 tavole di cartoncino bianco (30 × 21 cm) sulle quali erano disegnati a tratti gli stimoli. Gli stimoli, come è illustrato in Fig. 1 A, erano formati da un rettangolo (largo 50, lungo 260 mm, con contorno di spessore 0.6 mm) e da due bracci, sinistro e destro. La larghezza dei bracci (20 mm) e la lunghezza degli assi dei bracci (60 mm) erano costanti; di conseguenza anche l'area dei bracci era costante. Lo spessore del contorno dei bracci era 0.4 mm.

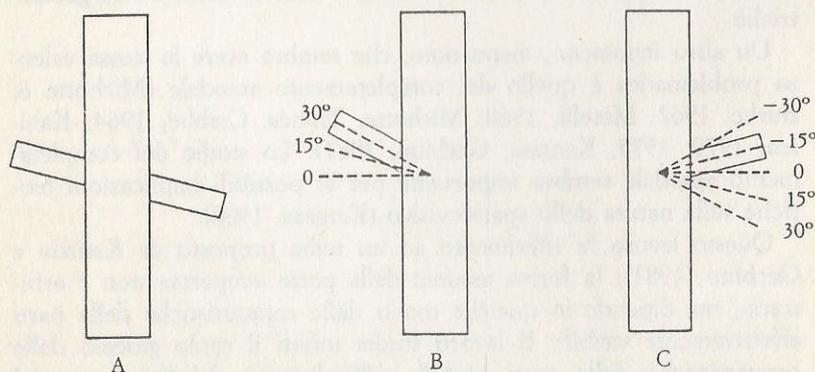


FIG. 1. Parametri angolari utilizzati nella costruzione degli stimoli. Spiegazione nel testo.

I parametri considerati erano i seguenti:

1) angolo fra braccio sinistro e l'orizzontale. Tale angolo assumeva uno dei seguenti tre valori: 0, 15, 30 gradi (vedi Fig. 1B).

2) angolo fra braccio destro e l'orizzontale. Tale angolo assumeva uno dei seguenti cinque valori: 0, 15, 30, -15, -30 gradi (vedi Fig. 1C).

3) distanza fra gli assi dei bracci. Tale distanza, misurata sull'asse verticale dello schermo (vedi Fig. 2), assumeva uno dei seguenti nove valori: 0, 10, 14, 20, 28, 40, 57, 81, 115 mm. Ciò comportava uno spostamento simmetrico dei bracci relativamente al centro del rettangolo.

4) direzione dello spostamento del braccio destro. Tale direzione poteva essere l'alto (Fig. 4A) o il basso (Fig. 4B).

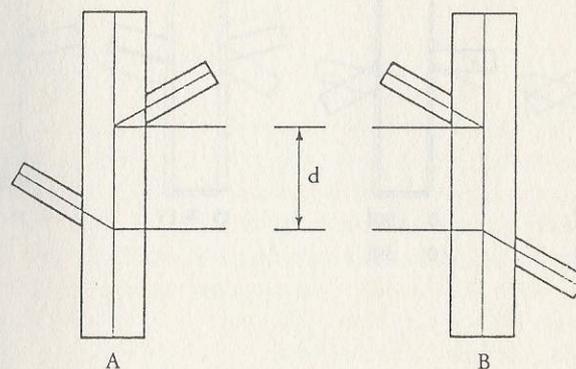


FIG. 2. Misura delle distanze fra i bracci utilizzata per la costruzione degli stimoli. Spiegazione nel testo.

Tutte queste variazioni porterebbero alla formazione di 270 figure diverse. Molte di queste sono fra loro sovrapponibili per ribaltamento alto/basso o sinistra/destra. Si è deciso di escludere le configurazioni speculari, trascurando di studiare eventuali effetti legati alle condizioni sinistra/destra e alto/basso. Tale esclusione ha portato il numero di stimoli utilizzati a 126. In Fig. 3 sono presentati gli stimoli nelle condizioni di distanza 0. Come esempio in Fig. 4A e B sono mostrate tutte le tavole che costituiscono due intere serie di stimoli.

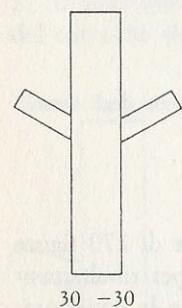
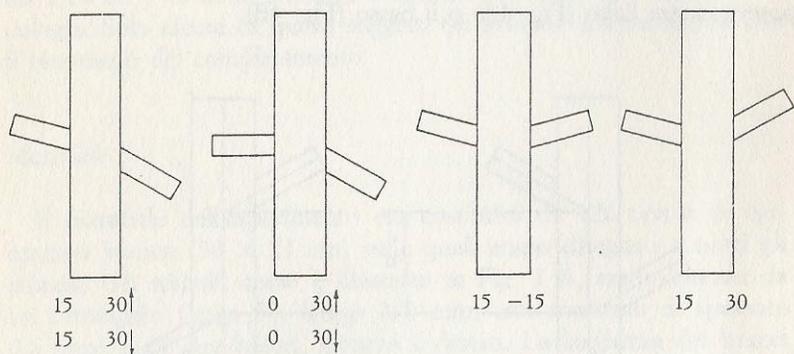
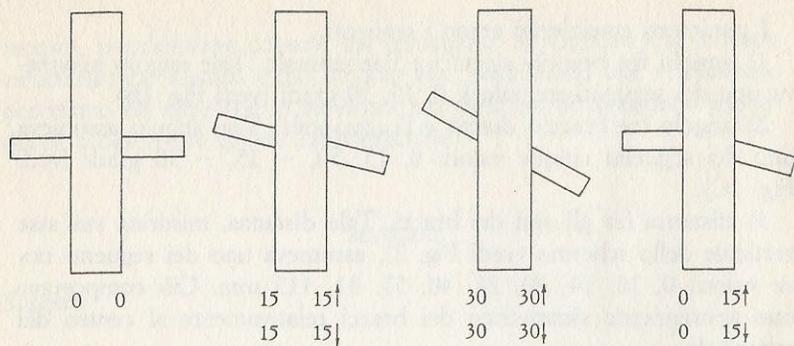


FIG. 3. Stimoli di ogni serie alla distanza zero (quando gli assi dei bracci si incontrano al centro del rettangolo-schermo). I numeri indicati sotto ogni configurazione indicano l'ampiezza dell'angolo del braccio destro e del braccio sinistro. Le frecce indicano la direzione di spostamento dei bracci che darà origine alle varie serie.

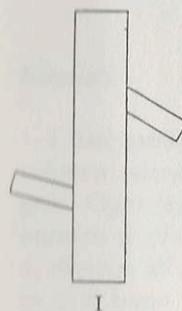
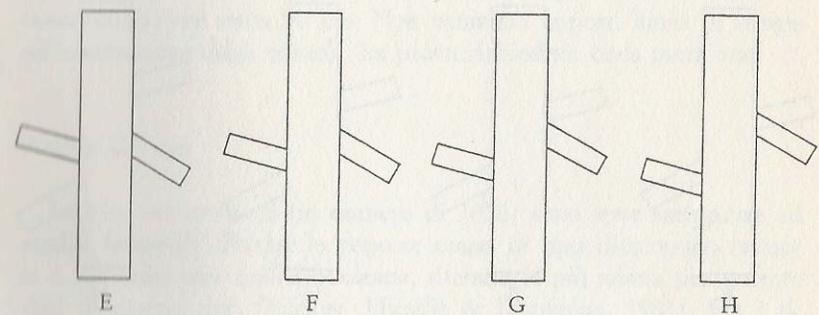
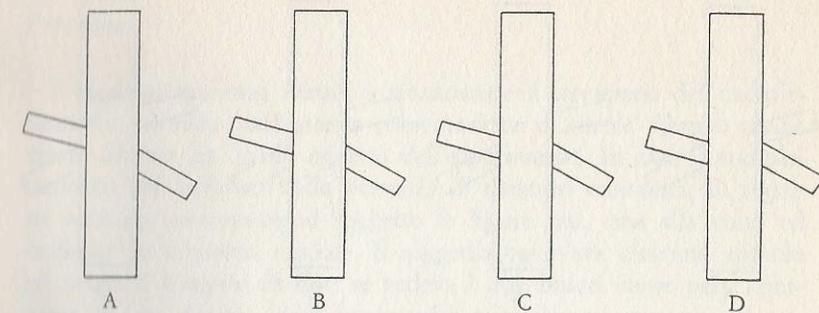


FIG. 4A. Tutti gli stimoli della serie 15 30 ↑.

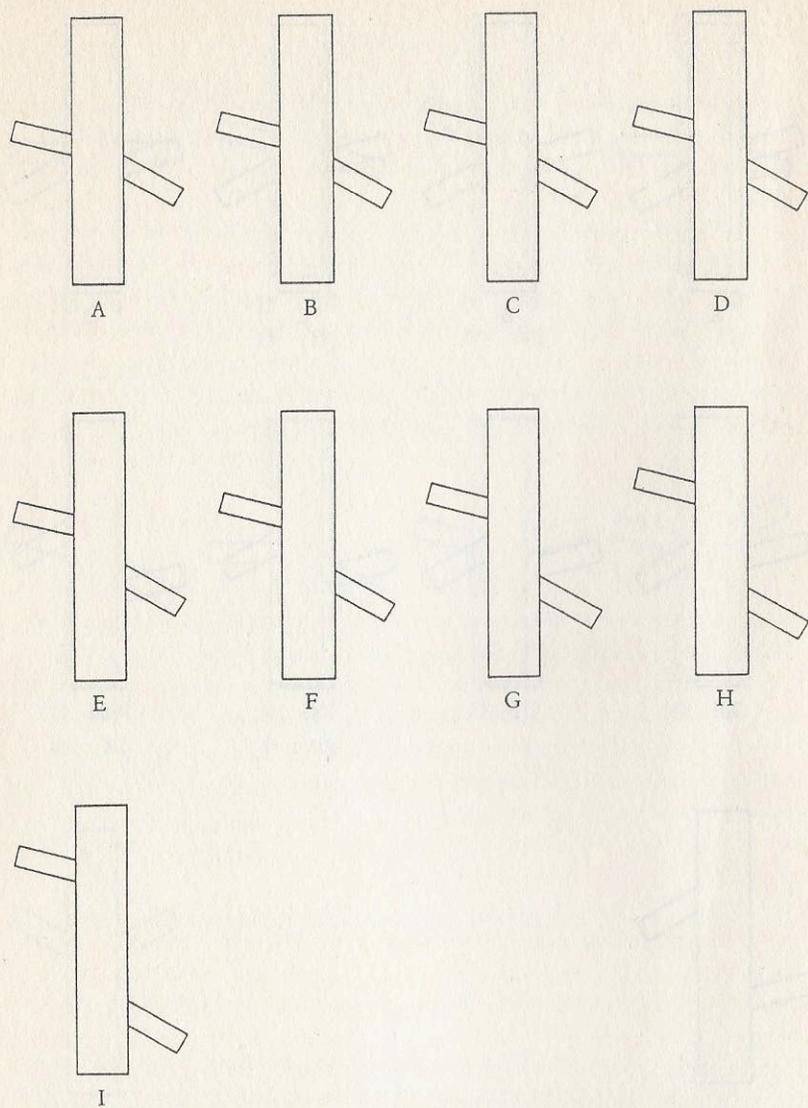


FIG. 4B. Tutti gli stimoli della serie 15 30 ↓.

Procedura

I soggetti venivano istruiti a riconoscere il fenomeno del completamento amodale mediante la presentazione di tavole. Queste tavole erano diverse da quelle oggetto dell'esperimento. In esse il completamento era facilitato dalla presenza di caratteri cromatici. In seguito venivano presentate al soggetto le figure test, una alla volta ed ordinate in sequenza casuale. Il soggetto osservava ciascuno stimolo ed aveva il compito di dire se vedeva i due bracci come parti sporgenti di una singola unità fenomenica parzialmente coperta dal rettangolo. La scelta era forzata. Le figure venivano presentate una alla volta in due blocchi, interrotti da una breve pausa. La distanza di osservazione era circa 50 cm. Non venivano imposti limiti di tempo all'osservazione degli stimoli. La prova richiedeva circa mezz'ora.

Analisi dei dati

Le risposte ottenute (in numero di 7056) sono state sottoposte ad analisi fattoriale. Poiché le risposte erano di tipo dicotomico (si/no) si è utilizzata una analisi booleana, ritenuta la più adatta per trattare dati di questo tipo (Mickey, Mundle & Engelman, 1983). Fra i risultati offerti dall'analisi si è preferito il risultato che estrae 5 fattori con il minor numero di discrepanze.

Risultati

I dati grezzi dell'esperimento sono riportati nella tabella 1. Nella colonna «stimoli» vengono elencate le varie figure presentate ai soggetti. Ogni figura è definita da due numeri ed una freccia. Il primo numero si riferisce all'inclinazione del braccio di sinistra, il secondo si riferisce all'inclinazione del braccio di destra. La freccia verso l'alto o il basso indica la direzione dello spostamento del braccio destro verso l'alto o il basso, come indicato in fig. 2A, B. Le lettere A, B, C, ..., I indicano le distanze fra i prolungamenti dei bracci delle figure misurati secondo lo schema di fig. 2. La distanza è zero nella colonna A, e cresce logicamente da 10 a 115 mm da B ad I. In ciascuna casella è riportato il numero di soggetti che hanno riconosciuto il completamento amodale in quel particolare stimolo. Ogni cella consente quindi di individuare le caratteristiche di ogni stimolo (angoli, distanza, direzione e ampiezza dello spostamento) e le frequenze di risposte di completamento osservate.

TAB. 1. Numero di soggetti che hanno visto il completamento amodale per ogni stimolo. Spiegazione nel testo

Stimoli	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0 0	55	14	18	17	19	17	13	11	15
15 15 ↑	55	21	18	20	18	22	22	20	17
15 15 ↓	55	18	21	17	15	21	16	12	10
30 30 ↑	51	43	29	20	23	32	28	29	21
30 30 ↓	53	31	20	16	15	18	20	14	22
0 15 ↑	39	13	11	11	14	10	10	11	9
0 15 ↓	47	18	14	11	11	9	9	5	7
15 30 ↑	36	28	18	15	17	21	17	13	17
15 30 ↓	41	22	17	15	9	10	15	11	10
0 30 ↑	39	30	25	15	12	14	11	10	9
0 30 ↓	41	49	32	10	4	10	11	6	8
15 -15 ↓	49	30	22	16	14	8	3	6	6
15 -30 ↑	40	31	28	26	8	10	6	9	6
30 -30 ↓	50	32	24	17	14	11	6	6	5

TAB. 2. I cerchi neri indicano le variabili spiegate dall'analisi fattoriale. Spiegazione nel testo

stimoli	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0 0	●	●	●	●	●	●	●		●
15 15 ↑	●	●	●	●	●	●	●	●	●
15 15 ↓	●	●	●		●	●	●	●	●
30 30 ↑	●	●	●	●	●	●	●	●	●
30 30 ↓	●	●	●	●	●		●	●	●
0 15 ↑	●	●						●	
0 15 ↓	●	●	●						
15 30 ↑	●	●	●	●	●	●	●	●	●
15 30 ↓	●	●	●	●			●		
0 30 ↑	●	●	●						
0 30 ↓	●	●	●						
15 -15 ↓	●	●	●						
15 -30 ↑	●	●	●	●					
30 -30 ↓	●	●	●	●					

L'analisi fattoriale indica la presenza di cinque fattori da cui sembrano dipendere le risposte di completamento. Nella tabella 2, che utilizza una griglia identica a quella di tab. 1, le celle corrispondenti alle variabili spiegate dai cinque fattori sono segnalate dai cerchi neri, mentre le celle vuote indicano gli stimoli le cui frequenze di completamento non danno un contributo significativo alle correlazioni.

Dei cinque fattori, quattro sono interpretabili abbastanza chiaramente tenendo conto delle caratteristiche strutturali delle figure, mentre il quinto fattore, che d'altra parte è il più debole, non è facilmente interpretabile e verrà quindi trascurato.

La caratteristica degli stimoli che agisce con più forza nell'indurre il completamento è l'incontrarsi dei prolungamenti dei bracci entro il rettangolo secondo lo schema di fig. 5. Questo primo fattore spiega le variabili delimitate dalla linea tratteggiata verticale sulla sinistra di tabella 2.

Il secondo fattore del completamento è il parallelismo dei bracci. Questo fattore spiega le variabili comprese nelle prime cinque righe di tabella 2, delimitate dalla linea punteggiata orizzontale.

Il terzo fattore è la coincidenza degli assi dei bracci nel punto centrale dell'asse del rettangolo. Tale fattore spiega solo le variabili corrispondenti alle celle della colonna A di tabella 2. Questi stimoli sono rappresentati in fig. 3.

TAB. 3

Stimoli	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0 0	50	51	52	54	58	69	78	94	127
15 15 ↑	52	50.5	50.5	50.5	52	57	66	85	106
15 15 ↓	52	55.5	56.5	60.5	66	73	89	109	140
30 30 ↑	58	53.5	53	50.5	50	50.5	56.5	71	98
30 30 ↓	58	64	66.5	72	78	87	102	123	156
0 15 ↑	50.5	53	54.5	58	61	69	81	102	134
0 15 ↓	50.5	50	50.5	51.5	54.5	60	70	90	114
15 30 ↑	54	52	50.5	50	50.5	54	62	78	105
15 30 ↓	54	60	62	65	72	80	95	115	145
0 30 ↑	52	56	57.5	61	67	75	87.5	107	139
0 30 ↓	52	50.5	50	50.5	51	55	61	83	110
15 -15 ↓	50	51	52	54	59	64	75	96	126
15 -30 ↑	51	54	55.5	57	63	71	84	105	134
30 -30 ↓	50	51	52.5	53.5	57.5	64	76	96	125

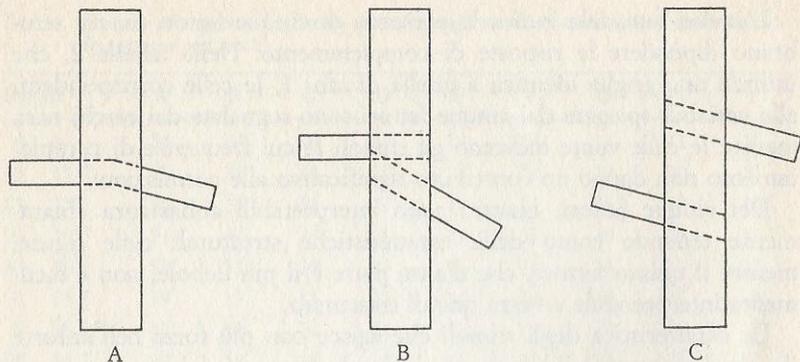


FIG. 5. Schema del prolungamento dei bracci «dietro» lo schermo. I prolungamenti dei bracci si incontrano entro lo schermo in A, ma non in B e C.

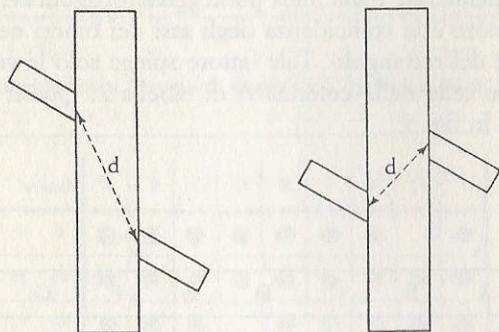


FIG. 6. La linea tratteggiata indica come sono state misurate le distanze fra i bracci riportate in tab. 3.

Il quarto fattore è presumibilmente connesso alla distanza fra i bracci. Non si tratta però della distanza misurata come indicato in fig. 2, ma come indicato in fig. 6, cioè la distanza della congiungente fra i bracci. Tali misure per ogni figura sono riportate in tabella 3. Le variabili spiegate da questo fattore sono prevalentemente quelle che, secondo questa stima, hanno la distanza minore nell'ambito di ogni serie di stimoli. Tali variabili sono indicate dalle celle barrate in tabella 2.

DISCUSSIONE

Le caratteristiche strutturali degli stimoli fatte variare nella costruzione delle tavole erano di quattro tipi: i) angolo fra braccio sinistro e lato dello schermo, ii) angolo fra braccio destro e lato dello schermo, iii) spostamento reciproco fra i bracci, iv) direzione dello spostamento dei bracci. I fattori estratti dall'analisi applicata alle risposte non coincidono con i singoli parametri fisici manipolati, ma sembrano dipendere da alcune loro combinazioni. Tali combinazioni fanno emergere aspetti dello stimolo di cui l'osservatore non è immediatamente consapevole, ma di cui il sistema visivo sembra tener conto quando si produce un rendimento percettivo di completamento amodale.

I primi quattro fattori emersi sembrano connettersi, come vedremo, ad alcuni dei principi di unificazione formale di Wertheimer (1922, 1923) ed inoltre l'ordine del loro emergere nell'analisi fattoriale può far pensare ad una gerarchia del loro peso nell'indurre il completamento. Il primo fattore emerso è l'incontrarsi dei prolungamenti dei bracci entro il rettangolo-schermo. Ciò si verifica in presenza di alcune caratteristiche fisiche degli stimoli, quali la vicinanza combinata con alcune inclinazioni (che consentono la congiunzione dei bracci entro lo schermo anche a distanze abbastanza elevate). In termini di organizzazione percettiva, l'incontro dei bracci entro lo schermo dipende completamente dalla *continuità di direzione* dei bracci stessi, vale a dire dal proseguire fenomenico dei margini superiore e inferiore dei bracci al di sotto dello schermo, senza deviazione dalla rettilinearità, vedi fig. 5A.

Ciò comporta che l'elaborazione percettiva rifiuta la soluzione di collegare i due bracci con una terza fascia avente una propria inclinazione. Evidentemente questa soluzione è mentalmente possibile, ma improbabile sul piano percettivo. L'eventualità non è però del tutto esclusa: essa infatti si verifica in una particolare situazione, quella contemplata dal secondo fattore estratto.

Questo secondo fattore, il parallelismo dei bracci, agisce quando i lati lunghi dei bracci formano con il contorno del rettangolo-schermo angoli fra loro uguali. Si produce così una relazione particolarmente regolare ed equilibrata fra gli elementi della struttura, che riflette una *simmetria di rotazione*. Ciò probabilmente comporta il prodursi fenomenico di una fascia di collegamento fra i bracci avente una inclinazione diversa da quella dei bracci stessi, ma che forma con questi ultimi delle coppie di angoli uguali. Si può allora pensare che tale soluzione percettiva sia possibile solo quando fra fascia di collegamento e bracci esiste una simmetria di rotazione. Il ruolo della sim-

metria di rotazione nella organizzazione percettiva è stato sostenuto da Leeuwenberg (1971, 1978) e da Palmer (1983).

Il terzo fattore si presenta come un caso particolare del primo fattore, dotato però di una particolarità in più. Alla continuità di direzione dei bracci nel loro proseguire amodale sotto lo schermo si accompagna il fatto che i due bracci si prolungano per lunghezze all'incirca equivalenti andando ad incontrarsi proprio nel centro dello schermo. Non sembra necessario discutere ulteriormente il ruolo di questo fattore illustrato in precedenza.

Per quanto concerne l'emergere delle stesse variabili in due fattori diversi, bisogna tener presente che tale eventualità è una caratteristica propria dell'analisi booleana, che differisce in ciò dall'analisi fattoriale classica in cui è desiderabile che una variabile si associ ad un solo fattore.

Il quarto fattore favorisce l'unificazione delle configurazioni in cui la distanza fra i bracci risulta essere minima. È abbastanza immediato interpretare tale fattore come *vicinanza*, una delle ben note condizioni dell'organizzazione formale.

L'esperimento si proponeva di studiare le caratteristiche strutturali dello stimolo che favoriscono un tipo particolare di completamento amodale, quello dell'unificarsi fenomenico di due elementi parzialmente interposti da un'altra figura. Gli stimoli che abbiamo utilizzato presentavano tutti delle giunzioni a T (fra rettangolo e bracci), ed è noto (Guzman 1969, Kubovy, Pomerantz 1981, Kanizsa, 1985) che tali giunzioni costituiscono le informazioni locali determinanti perché si produca un rendimento percettivo di interposizione e quindi una tendenza della figura interposta a completarsi amodalmente. Ciò che invece diversificava una figura dall'altra era conseguenza dei valori assunti dalle variabili scelte. I risultati ottenuti rivelano che nessuna delle variabili considerata per sé determina il completamento, ma che i fattori di completamento sono dati dall'interazione di più variabili e sono riconducibili ad alcuni principi di organizzazione formale. Tali principi, ordinati secondo la loro forza relativa sono: la continuità di direzione, la simmetria (presumibilmente di rotazione) e la vicinanza.

Si può notare che i principi di organizzazione formale emersi come inducenti il completamento non erano immediatamente evidenti e riconoscibili nel materiale sperimentale, relativamente complesso, presentato ai soggetti. Ciò conferma ancora una volta che i principi di unificazione formale non sono propriamente degli indici visivi, ma delle componenti organizzative che producono il loro effetto anche senza essere riconosciute.

BIBLIOGRAFIA

- GUZMAN A. (1969). Decomposition of a visual scene into three-dimensional bodies. In *Automatic Interpretation and Classification of Images*, ed. A. Grasselli (New York: Academic press), pp. 243-276.
- KANIZSA G. (1970). Amodale Ergänzung und "Erwartungsfehler" des Gestaltpsychologen. *Psychologische Forschung*, 33, 325-344.
- KANIZSA G. (1975). The role of regularity in perceptual organization. In *Studies in perception* ed. G. B. Flores D'Arcais (Milano-Firenze: Ed. Martello-Giunti), pp. 48-66.
- KANIZSA G. (1980). *La grammatica del vedere*. Bologna: Il Mulino.
- KANIZSA G. (1985). Seeing and thinking. *Acta Psychologica*, 59, 23-33.
- KANIZSA G., GERBINO W. (1981). Il completamento amodale tra vedere e pensare. *Giornale Italiano di Psicologia*, 8, 279-307.
- KUBOVY M., POMERANTZ J. R. (1981). Perceptual organization: An overview. In *Perceptual organization* eds. M. Kubovy, J. R. Pomerantz (Hillsdale: Erlbaum), pp. 423-456.
- LEEUWENBERG E. L. J. (1971). A perceptual coding language for visual and auditory patterns. *American Journal of Psychology*, 84, 307-350.
- LEEUWENBERG E. L. J. (1978). Quantification of certain visual pattern properties: Salience, transparency, similarity. In *Formal Theories of Visual Perception*, eds. E. L. J. Leeuwenberg, H. F. J. M. Buffart (Chichester, UK: Wiley).
- METELLI F. (1960). Morfologia dei fenomeni di completamento nella percezione visiva. In *Gestalthaftes Sehen*, ed. F. Weinhaudl (Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- MICHOTTE A., BURKE L. (1962). Une nouvelle énigme de la psychologie de la perception: le «donné amodal» dans l'expérience sensorielle. In *Causalité permanence et réalité phénoménales*, eds. A. Michotte et collaborateurs (Louvain: Publications Universitaires).
- MICHOTTE A., THINÉS G., CRABBÉ G. (1964). *Les compléments amodaux des structures perceptives*. (Louvain: Publications Universitaires).
- MICKLEY M. R., MUNDLE P., ENGELMAN L. (1983). Boolean Factor Analysis. In *BMPD Statistical Software Manual*, (Berkeley, Los Angeles, London: Univ. of California press), pp. 538-545.
- PALMER S. E. (1983). The Psychology of Perceptual Organization: A Transformational Approach. In *Human and Machine Vision*, eds. J. Beck, B. Hope, A. Rosenfeld (New York, London: Academic press), pp. 269-339.
- WERTHEIMER M. (1922). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. *Psychologische Forschung*, 1, 47-58.
- WERTHEIMER M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt. *Psychologische Forschung*, 4, 301-350.

[Ricevuto il 3 marzo, 1986]
[Accettato il 24 settembre, 1987]

Summary. Amodal completion was studied by presenting the outline of a large rectangular shape to which two smaller polygonal shapes were «attached» one on the left and one on the right. In different conditions the two polygons a) were tilted by varying amounts coherently or not coherently b) were located at different distances along the larger axes of the rectangle and c) were alternated on top-bottom locations on the rectangle. 56 subjects participate to the experiment. They were requested to judge the

presence of amodal completion in the figures. Results were submitted to a factorial analysis. Four factors emerged and they have been interpreted in order to explain the examined phenomenon. The factors have been connected to some principles of the form organization.

Le richieste di estratti vanno inviate a Manfredi Massironi, Istituto di Psicologia dell'Università di Verona, Vicolo cieco dietro S. Francesco, 37129 Verona.