

COMPLESSITÀ E AUTOORGANIZZAZIONE NELLA PERCEZIONE

Riccardo Luccio

Il tema che intendo affrontare in questo lavoro è quello dei livelli a cui operano i processi percettivi. Si tratta di un tema centrale nella ricerca sui rapporti tra percezione e processi cognitivi in genere, e le domande a cui ha dato origine hanno ricevuto risposte molto diverse, a seconda dei riferimenti concettuali degli autori che se ne sono occupati. Disgraziatamente, molto spesso la scarsa definizione di termini utilizzati in contesti diversi con differenti significati ha anche portato a introdurre nel campo un bel po' di rumore. Questa nota vorrebbe essere allora anche un modesto contributo a una chiarificazione del campo; per usare un'espressione che diverrà più chiara in seguito, vorrebbe fungere da filtro per giungere almeno a un buon "abbozzo primario" del problema.

In questi ultimi anni, il punto di partenza delle mie ricerche in proposito è stato quello della *pregnanza*, concetto fondamentale della psicologia della gestalt *, e peraltro, come dirò meglio più avanti, frutto di infiniti fraintendimenti. Ora, peraltro, non si tratta più di riprendere il discorso sulla *pregnanza*. Nelle precedenti ricerche, condotte in particolare con Gaetano Kanizsa, al cui insegnamento devo moltissimo, ho affermato, e credo di aver portato anche delle prove empiriche in materia, che la sostanziale fonte di fraintendimenti è stata l'affermazione, enunciata ma non dimostrata, della tendenza verso la *pregnanza*. Se il mondo percettivo dimostra una tendenza evolutiva, questa piuttosto è verso la *stabilità*, che non significa necessariamente né "singolarità" né "bontà figurale".

Il problema che in questo lavoro mi pongo si muove lungo la stessa linea di pensiero, di cui vuole costituire uno sviluppo. In particolare, quel che intendo analizzare è il modo in cui, in una serie di esperienze complesse, quali sono quelle tipiche della esperienza visiva, ci accade di giun-

gere in linea di massima a un unico risultato percettivo stabile. Si badi che ogni configurazione che ci si presenta si organizza, e si articola segregandosi nel campo percettivo, sulla base di una pluralità di fattori, che, quanto meno per semplicità di analisi, possiamo identificare con i classici fattori individuati da Wertheimer¹, più eventualmente qualcun altro (come l'articolazione senza resti). È mia convinzione che possa parlarsi anche di tendenza verso il risultato singolare, con riferimento però ad ogni singolo fattore. Ora, non è affatto detto che ciò che è ottimale per un fattore (ad esempio, la simmetria) lo sia per un altro (ad esempio, la convessità, o la continuità di direzione: vedi Fig. 1).



Fig. 1 - In entrambe le configurazioni, segregando sia quella di destra che quella di sinistra in due figure, l'organizzazione spontanea è nella direzione della convessità e continuità di direzione, e non in quella della simmetria. Così, a sinistra si vedranno due "semilune" parzialmente sovrapposte, e non due "torsi di mela" giustapposti; e a destra la segregazione avverrà analogamente con un completamento curvilineare e rettilineare.

Pertanto, la conflittualità tra fattori di organizzazione percettiva costituisce da sempre un tema classico della psicologia della gestalt. Di fatto, però, la ricerca si è sinora rivolta a mettere in opposizione coppie di fattori, in situazioni in cui il loro esito ottimale era conflittuale. Così, nella Fig. 1, la continuità di direzione e la convessità si dimostrano più forti della simmetria, ma l'organizzazione secondo simmetria è pur sempre possibile, seppur meno forte. Il fatto è che l'organizzazione per convessità è stabile, quella per simmetria no (l'organizzazione tende a tornare sulla convessità).

Ma le situazioni di presenza di due soli fattori sono abbastanza eccezionali. Di fatto, anche nell'esempio della Fig. 1 sono individuabili altri fattori di organizzazione. Senz'altro, almeno, quello della continuità di direzione, che rafforza la convessità. Quel che qui vorrei allora indagare è il comporsi di più fattori nella costituzione di un assetto percetti-

vo stabile. È mia opinione che sia possibile (anche se siamo ancora molto lontani dal poter avere qualche risultato da esibire in proposito) costruire una vera e propria grammatica della composizione di fattori di organizzazione percettiva, di leggi componenziali e di pesi attribuibili. È questo un tema affascinante, affrontato programmaticamente da Wertheimer (ma prima ancora da Benussi², per non citare l'autore che ha tentato il massimo sforzo di sistematizzazione in proposito), e purtroppo oggi in larga misura trascurato dai percettologi, attratti da altre sirene.

Vediamo allora di accennare almeno alle origini. Questo tema è diventato di attualità nella psicologia, in certo modo in negativo, grazie soprattutto agli psicologi della gestalt. Come è noto, negli anni immediatamente precedenti la prima guerra mondiale, gli psicologi della gestalt operarono una profonda rivoluzione nel campo della psicologia dei processi cognitivi, in primo luogo nel dominio della percezione. Il "fenomeno phi", studiato da Wertheimer³ nel laboratorio di Schumann a Francoforte, con l'ausilio degli altri due "grandi" della scuola gestaltista, Köhler e Koffka, era la dimostrazione palese, secondo questi autori, dell'impossibilità di suddividere in fasi, o livelli, il processo percettivo. E questa posizione è sempre stata ribadita dagli psicologi gestaltisti, in polemica con gli associazionisti e gli strutturalisti, poi con i "microgenetisti" (anche in Italia, con la polemica che oppose Kanizsa a Gemelli all'inizio degli anni '50)⁴, oggi soprattutto con i cognitivisti della sub-specie costruttivista o neo-helmholtziana. Addirittura sostenevano i gestaltisti l'assoluta identità e continuità tra percezione e pensiero⁵.

In questi ultimi anni, in particolare, come ho ricordato, in collaborazione con Gaetano Kanizsa⁶, ho sostenuto invece la necessità di operare questa distinzione in fasi o livelli. Questi livelli erano stati indicati da Kanizsa⁷ con i termini di "processo primario" e "processo secondario". Come dicevamo nel 1989⁸, "di massima, nel processo percettivo è opportuno tenere distinti almeno due livelli: (i) il processo attraverso cui si ha una prima ed immediata *segmentazione* del campo percettivo, che appare quindi alla coscienza costituito da una pluralità di oggetti fenomenici tra loro distinti, prima e indipendentemente dall'attribuzione ad essi di un significato...; e (ii) l'*identificazione* di tali oggetti, con la loro categorizzazione e il loro riconoscimento" (p. 43).

Quello che viene chiamato *primario*, e che corrisponde in larga misura ai processi *preattentivi* di Neisser⁹, è il primo processo, che va rite-

nuto specificamente *visivo*, mentre *secondario* è l'altro, che va ritenuto più propriamente *cognitivo*, implicando processi di memoria, giudizio, se non propriamente *problem solving*.

Si tratta di due processi che vanno tenuti ben distinti, e la mancata distinzione ha generato un'infinita serie di fraintendimenti, di cui è zeppa la letteratura percettologica. La necessità della distinzione va infatti affermata sulla base di considerazioni che ancora prima di derivare da dati inconfutabili di ricerca sono anche propriamente logiche. Si pensi solo al famoso "argomento", di Höffding¹⁰, o *Höffding's step*, come viene solitamente chiamato nella letteratura sull'argomento: come dimostrava oltre un secolo fa il grande filosofo danese, non può verificarsi il riconoscimento di un oggetto se non già costituito cognitivamente; il processo del riconoscimento, in primo luogo logicamente, è un processo che si esercita su qualcosa di preesistente ad esso, ed è autocontraddittorio pensare che l'oggetto visivo possa costituirsi innanzitutto *dopo* essere stato riconosciuto; e in secondo luogo, proprio sulla base di questo processo. Ma ciò che è particolarmente curioso, come notavamo qualche anno fa¹¹, è il fatto che nessuno mette minimamente in discussione lo *Höffding's step*, quale che sia la posizione teoretica che sostiene (con la possibile eccezione del più tenace dei neo-helmholtziani contemporanei, Julian Hochberg¹², e dei suoi allievi, quali la Peterson¹³). E quindi lo abbiamo visto sostenere e ritenere inconfutabile anche da parte di chi, come ad esempio Rock, vede il mondo percettivo in termini di *problem solving*¹⁴.

Ad ogni modo, le principali conclusioni tratte da queste nostre ricerche sono state a mio avviso soprattutto le seguenti. In primo luogo, mi sembra che abbiamo potuto dimostrare che la principale caratteristica del campo percettivo, come già aveva affermato Köhler¹⁵, con argomenti che oggi hanno ripreso un notevole rilievo¹⁶, consista nella sua capacità di autoorganizzazione. In questo, non esiste tanto una *tendenza* alla gravidanza, come vorrebbe la psicologia della gestalt nella sua forma classica, se questa è intesa come *singularità*, nella formulazione di Goldmeier¹⁷. Ricordiamo, in proposito, che la psicologia della gestalt ha sempre utilizzato in modo ambiguo il termine gravidanza, intendendo non solo una caratteristica fenomenica (la *bontà* figurale), e nello stesso tempo un processo (tendenza alla gravidanza), il che è già una fonte di confusione; ma anche un punto di discontinuità, un *unicum* (l'angolo di 90° rispetto a quelli che gli stanno attorno - vedi la Fig. 2), e di contro e nello stesso

tempo un *continuum*, se non un costrutto pluridimensionale, come in Rausch¹⁸.

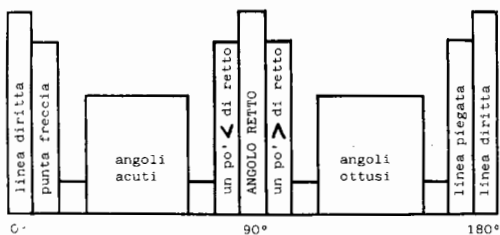


Fig. 2 - Discontinuità, in termini di pregnanza, dello spazio fenomenico degli angoli, da 0° a 180° . L'altezza dei rettangoli indica la sensibilità alla configurazione. I punti di massima pregnanza, e massima discontinuità (*ausgezeichnet*), sono a 0° , 90° e 180° . La massima sensibilità discriminativa è immediatamente attorno a questi punti. (Da Rausch, 1966, modificata).

Il problema reale è invece quello della stabilità del mondo, e non tanto della bontà figurale. Come dimostra nel modo più chiaro lo studio sulla percezione degli eventi, il mondo che ci circonda è un mondo *stabile*, che appare regolato da leggi che ne determinano la stabilità. È un mondo di oggetti rigidi, indeformabili, che mantengono la loro forma, il loro colore, la loro chiarezza, etc., a dispetto della grandissima variabilità della stimolazione prossimale. Esiste allora nel campo percettivo una tendenza non alla pregnanza, ma *alla stabilità*. E questa tendenza appare una tendenza *autonoma*, frutto di *autoregolazione* del campo, *conforme a leggi*.

Ho detto che l'invarianza appare una delle caratteristiche fondamentali nella percezione del mondo, e che emerge con particolare nitore nella percezione degli eventi. In particolare, sono due le fonti di evidenza che si possono in proposito citare: le ricerche sui fenomeni stereocinetici e quelle sulla scomposizione vettoriale del moto di Johansson.

I fenomeni stereocinetici sono stati soprattutto studiati da Musatti¹⁹, e sono abbastanza noti. Se si pone in un ambiente buio in rotazione un disco nero con sopra disegnato un cerchio bianco e un punto sempre bianco in posizione eccentrica rispetto al cerchio, non si vedrà ruotare cerchio e punto, ma si vedrà un cono fluttuare nello spazio. Ora si può dimostrare che questa soluzione percettiva è quella che consente di mantenere l'in-

varianza delle posizioni reciproche degli elementi che compongono il per-
cetto. In altri termini, il sistema percettivo è in grado di scomporre il
movimento in due componenti: una globale e un'altra relativa. La solu-
zione che emergerà sarà quella che mantiene l'invarianza. E di ciò Jo-
hansson ha dato innumeri e splendide dimostrazioni²⁰. Ma significato
del tutto analogo hanno i cosiddetti *kinetic depth effects* di Köhler e Wal-
lach e di Metzger²¹.

Ma nella percezione degli eventi, stabilità e bontà figurale non sono
affatto la stessa cosa, come abbiamo potuto di recente dimostrare²². Si
osservi la Fig. 3: essa rappresenta tre gruppi di punti, che si muovono
su uno schermo con moto uguale e uniforme seguendo le traiettorie cir-
colari indicate dalle linee tratteggiate.

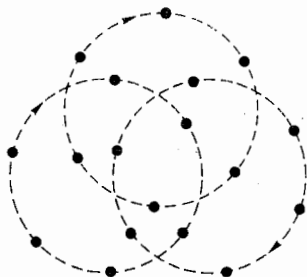


Fig. 3 - I punti si muovono con moto uguale su uno schermo lungo le traiettorie indicate dalle linee tratteggiate. Variando il numero di punti per traiettoria e la distanza tra i centri delle traiettorie, si può vedere che, quando la distanza media tra i punti in ogni traiettoria è minore di quella dai punti tra le diverse traiettorie, queste sono visibili, altrimenti, anche conoscendone l'esistenza, scompaiono percettivamente.

Tali traiettorie sono massimamente pregnanti, nel senso di "singolari" (si tratta di cerchi); eppure, malgrado la loro "singolarità", abbiamo potuto dimostrare che è del tutto impossibile vedere tali percorsi, se la distanza media tra tutti i punti è inferiore alla distanza media tra i punti di ognuna delle tre traiettorie; nel caso che tale distanza media sia superiore alla distanza media tra i punti di ciascuna delle tre traiettorie, allora le traiettorie si fanno visibili. Quando è inferiore, i punti tendono ad avvicinarsi ed allontanarsi reciprocamente attorno all'area di intersezione

delle traiettorie che percorrono, aggregandosi e disaggregandosi localmente, formando una sorta di moto browniano al centro dello schermo. Fenomenicamente, le traiettorie di fatto non esistono. I fattori locali, che consentono la scomposizione vettoriale del moto, a dare una soluzione rigida invariante ed anelastica, come nel caso dei fenomeni stereocinetici, si comportano qui nella direzione della distruzione di una soluzione percettiva pregnante, per darne una localmente stabile.

Il lettore obietterà che tale stabilità di fatto è inapparente, se l'esito è quello browniano descritto. Il fatto è che la situazione più stabile nelle condizioni date, non può essere che quella del massimo equilibrio tra le tensioni generate dai fattori di organizzazione figurale. Ora, la difficoltà nel rendersi conto della tendenza alla stabilità è in larga misura dovuta al fatto che gli psicologi della percezione hanno privilegiato la ricerca su situazioni percettivamente semplici, sulle quali agivano pochi fattori di organizzazione figurale, se non uno solo, alla volta. Evidentemente, quanto più le configurazioni sono complesse, tanto più è facile che ci si trovi di fronte a una pluralità di fattori che si contrappongono. Aumenta allora la difficoltà della presenza di una soluzione percettiva stabile coincidente con quella pregnante. Il nostro mondo, infatti, stabile quanto è, difficilmente ci presenta oggetti pregnanti (in quanto singolari). Anzi, il curioso è che, soprattutto per quello che riguarda i manufatti dell'uomo, ci troviamo invece di fronte in larga misura ad oggetti prossimi al livello di gravidanza e ricadenti proprio in quella zona di massima sensibilità agli scostamenti dalla gravidanza (come le zone attorno agli angoli di 0° , 90° e 180° che abbiamo mostrato nella Fig. 2). Eppure tali scostamenti non portano a una instabilità, e a una tendenza al modificarsi percettivo.

Peraltro, la tendenza alla gravidanza, intesa come singolarità, è innegabile, ma non come momento specificamente visivo, bensì cognitivo; a livello, cioè, di quello che ho sopra definito come processo secondario, e non a livello del processo primario. Si può qui richiamare, in particolare, la splendida analisi di Goldmeier, già citata, sul destino delle tracce mnemoniche, che costituisce una magnifica illustrazione delle trasformazioni nel senso della singolarità delle tracce. Ma anche tutta l'analisi del *problem solving* fatta in ambito gestaltista è una chiara dimostrazione in questa direzione.

Un aspetto spesso trascurato in queste analisi è data dal fatto che, se è vero come ho detto che la stabilità si realizza attraverso l'autoorga-

nizzazione del campo, nell'interazione delle sue componenti, va però tenuto ben presente che in tale autoorganizzazione gli effetti sono localmente differenziati per intensità, e sono tanto più forti quanto più prossimi, in senso propriamente spaziale, gli elementi che interagiscono. L'insistenza, da parte degli psicologi della gestalt, sul carattere globale dell'autoorganizzazione ha probabilmente indotto molto spesso i teorici a trascurare questo aspetto di "gradiente spaziale". Quando poi, come nel caso della Fig. 3, gli elementi locali prevalgono fenomenicamente su quelli globali, si rimane sorpresi.

In realtà, come ho sottolineato di recente²³, nell'ambito della *Gestalttheorie* si sono avuti un momento di precisa considerazione e un interessante tentativo di quantificazione, di tale gradiente. Il punto di partenza si ha nel 1937, con una ricerca di Brown e Voth, sulla percezione del movimento²⁴. Secondo Brown e Voth, per campo visivo andava inteso un costruito spaziale, sulla cui base si ordinavano i fenomeni dell'esperienza visiva. Si trattava di un campo strutturato, al cui interno erano riscontrabili delle differenze di intensità nei vari luoghi. Per struttura del campo essi intendevano la configurazione, o disposizione, (ma dicevano anche gestalt, *tout court*) della distribuzione di intensità al suo interno. La loro teoria di campo ipotizzava allora che il valore di ogni punto all'interno del campo fosse funzione della sua strutturazione. Il campo visivo era concepito come un campo vettoriale, in cui ogni punto era caratterizzato da grandezza e direzione.

A questo punto Brown e Voth introducevano il concetto di *forze di campo*, intendendo con esse le forze che producono dei processi dinamici al suo interno. Il campo visivo veniva concepito come un *manifold* tetradimensionale, una superficie astratta, avente una dimensione temporale oltre alle tre spaziali. Le forze presenti all'interno del campo sono di due tipi: le *forze di coesione* e le *forze di freno*, entrambe rappresentabili come vettori. Le prime attraggono tra di loro gli oggetti presenti nel campo ("figure nel senso di Rubin e della psicologia della gestalt"), a cui corrispondono "aree dell'eccitazione retinica, in senso fisiologico, e differenze nell'intensità luminosa nel mondo intorno a noi". Le forze di freno tendono invece a conservare la posizione degli oggetti, così come sono localizzati in senso propriamente fisico all'interno del campo. Le forze di coesione, viste, da un punto di vista fisiologico, come forze di natura sostanzialmente centrale, spiegherebbero così i fenomeni di movimento e di rag-

gruppamento; la loro prevalenza produce a livello fenomenico l'insorgere del movimento stroboscopico. Le forze di freno, di natura sostanzialmente retinica, o comunque periferica, spiegherebbero la stabilità dei contorni e delle posizioni, le proprietà figurali (nel senso di Rubin) degli oggetti, e i fenomeni di contorno. La prevalenza delle forze di freno indurrebbe l'insorgere del movimento autocinetico.

Lo sviluppo di questo modello si è avuto soprattutto con la ricerca di Orbison²⁵ sulle configurazioni stabili. Si tratta dei casi nei quali, secondo il modello di Brown e Voth, la sommatoria delle forze di coesione equivale alla sommatoria delle forze di freno. Seguendo la trattazione recentemente fattane²⁶, diciamo che l'assunto di Orbison è che se due oggetti sono presenti nel campo, i due tipi di forza agiranno su entrambi, inducendo ognuno un'azione di coesione e di freno sull'altro. Così, dato un campo stabile, l'introduzione di un nuovo oggetto nel campo porterà a una serie di deformazioni funzionali al raggiungimento di un nuovo equilibrio tra le forze di campo.

L'intensità delle forze di coesione va peraltro ritenuta inversamente proporzionale alla distanza spaziale (il "gradiente" a cui accennavo) che intercorre tra gli oggetti presenti nel campo, secondo la relazione:

$$(1) \quad \Sigma C = K f (1 / (G + dn)),$$

in cui ΣC è la sommatoria delle forze di coesione, d è la distanza spaziale tra gli oggetti, K , G e n sono costanti; n non è definita, ma è comunque positiva, e maggiore o uguale a 1. Se ΣR è la sommatoria delle forze di freno, il campo è in condizioni di equilibrio quando

$$(2) \quad \Sigma R = \Sigma C.$$

Ne consegue che spostando un oggetto fino a porlo a una certa distanza s dalla sua posizione originale, che era in equilibrio in base alla (2), si avrà un aumento di ΣR , con

$$(3) \quad \Sigma R = Hf(s)$$

dove H è una costante indeterminata.

In base a questo modello, Orbison ha creato dei campi geometrici

in equilibrio di forze, costituiti ad esempio da cerchi concentrici; o da cerchi con disegnate linee radiali, o da *pattern* di linee oblique parallele; ed ha determinato al loro interno le diverse posizioni di equilibrio tra forze di coesione e forze di freno. Un'illustrazione dell'uso di questo procedimento la possiamo fare pressoché con ogni illusione di distorsione. Vediamo ad esempio cosa accade con l'illusione di Hering, non considerata originariamente da Orbison (Fig. 4).

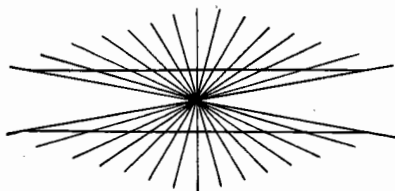


Fig. 4 - L'illusione di Hering: le due linee verticali sono perfettamente rettilinee e parallele, e non curvate come appaiono. Per l'analisi vedi testo.

Il lettore osservi le due linee verticali, che appaiono profondamente distorte, e che vengono intersecate dalle linee radiali provenienti dal centro, con un'angolazione tanto maggiore quanto più ci spostiamo verso la periferia della figura, in alto e in basso (al centro l'angolo è perfettamente retto, e non si verifica nessuna distorsione). L'effetto distorsivo è creato dalla tendenza alla coesione tra righe verticali e righe radiali, tanto maggiore quanto più è acuto l'angolo di intersezione. Ora, le due verticali introdotte all'interno del campo geometrico costituito dalle linee radiali tenderanno da un lato a conservare la propria forma (la rettilinearità), in base alle forze di freno, ma le forze di coesione, dove più intense, potranno soverchiare le prime, e ciò tanto più dove più sono intense, e cioè verso la periferia della figura.

Considerazioni analoghe possono farsi per altri campi geometrici, e altre figure introdotte al loro interno. La teoria di Orbison si rivela così in grado di spiegare perfettamente praticamente tutte le cosiddette "distorsioni"; in altri termini, le illusioni ottico-geometriche nelle quali l'effetto illusivo non consiste in una modificazione della grandezza delle com-

ponenti, quanto in una distorsione fenomenica delle linee che compongono la figura. Il lettore può esercitare le proprie capacità di analisi, per esempio, con le Figg. 5 e 6.

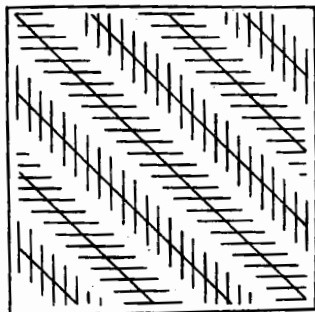


Fig. 5 - Le linee oblique sono perfettamente parallele.

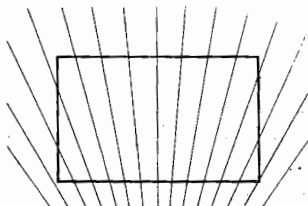


Fig. 6 - La figura intersecata dalle linee radiali è un rettangolo perfettamente regolare, e non un trapezio.

In tempi più recenti, il modello delle forze di coesione e delle forze di freno di Brown e Voth e di Orbison è stato esplicitamente il principio ispiratore di Hoffman (e di Dodwell)²⁷ nell'accostarsi al modello di campo. Lo strumento matematico utilizzato da Hoffman è quello dell'algebra dei gruppi di trasformazione di Lie, su cui evidentemente non potremo fermarci. Comunque, per gruppo si intende un insieme astratto di elementi, nonché un'operazione su questi elementi. Tale operazione de-

ve godere delle proprietà della chiusura e dell'associatività; deve inoltre esistere un elemento unità. Un gruppo di trasformazione continua di Lie deve inoltre essere topologico, parametrico e analitico.

In termini più intuitivi, in un gruppo di trasformazione l'operazione definita è una trasformazione, e cioè un mutamento di un qualche oggetto geometrico in un altro oggetto geometrico sempre appartenente allo stesso insieme. In un gruppo di Lie l'operazione di trasformazione non avviene per passaggi discreti, ma l'elemento soggetto all'operazione di trasformazione assume tutti i valori intermedi tra il proprio e quello dell'elemento risultante dalla trasformazione. La struttura complessa, lo spazio di trasformazione è definita in termini di superficie astratta (*manifold*).

Secondo Hoffman, l'immagine visiva costituisce un *manifold* a livello sia retinico, sia di "retina corticale", e, almeno nell'area centrale, vi è una corrispondenza retinotopica punto a punto tra questi due *manifolds*, con campi di risposta a forma di "sombbrero". Già il rapporto figura-sfondo e l'esistenza di contorni visivi sono equivalenti a un *manifold* connesso. Le invarianze (costanze psicologiche di forma, grandezza, colore, movimento, etc.) delle forme percepite equivalgono all'azione di gruppi di trasformazione di Lie sul *manifold* visivo. La versione moderna della dottrina del Neurone equivale, secondo Hoffman, all'asserzione che il neurone è un "generatore infinitesimale" dei fenomeni neuropsicologici²⁸.

Così, se con $S(x)$ si intende uno stimolo visivo, come una curva o un contorno, F è il *manifold* visivo, e x è un elemento di V ; e se L è un operatore di Lie tale per cui alla sua azione l'oggetto rimane invariante, allora l'applicazione di L a $S(x)$

$$(4) \quad L S(x) = O.$$

In altri termini, il campo rimane invariante rispetto a L . Secondo Hoffman il sistema nervoso può agire su questa base, e ciò spiega l'estrazione di invarianti.

Hoffman e Dodwell²⁹ hanno preso in esame alcuni classici principi della gestalt, e in particolare la semplicità, da cui discenderebbero direttamente l'orientamento rispetto agli assi verticale e orizzontale, il destino comune, la continuità, la somiglianza, la vicinanza, la chiusura e l'a-

rea (la tendenza di una figura chiusa ad essere vista tanto più come forma autonoma, quanto più è piccola), dimostrando che alcuni di essi possono essere fatti discendere direttamente dalla stessa struttura matematica del modello. Non così avverrebbe per la gravidanza, che, secondo Hoffman e Dodwell, richiederebbe anche un intervento di processi cognitivi di ordine superiore, il cosiddetto Livello 3 di Dodwell³⁰, che potrebbe corrispondere al processo "secondario" di cui sopra. Comunque, non intendo dire che la strada dei gruppi di trasformazione sia quella corretta necessariamente, o l'unica percorribile. Quel che mi interessa è il fatto che questo modo di affrontare il problema si dimostra oggi estremamente vitale.

Prima di chiudere questo lavoro, e prendendo spunto dal riferimento al livello 3 di Dodwell, vorrei accennare a un problema su cui tornerò penso presto in altra sede: quello dei livelli percettivi nella scienza cognitiva. Il riferimento va qui a un autore, già molto importante in vita, ma il cui lavoro, a 9 anni dalla sua prematura scomparsa, acquista di anno in anno sempre maggiore importanza. Mi riferisco a David Marr e in particolare a *Vision*, la sua opera ultima uscita postuma nel 1982³¹. E non è casuale che i tre più importanti libri usciti di recente sull'approccio computazionale alla visione, Arbib e Hanson³², Watt³³, e Osherson, Kosklyn e Hollenbach³⁴, si aprano tutti e tre con un richiamo esplicito a Marr, non solo, ma ne seguano poi di fatto tutto l'impianto concettuale. E del resto, il fondamentale PDP di Rumelhart e McClelland³⁵, il testo base per la prospettiva distribuita del connessionismo, imposta tutta la discussione dei livelli di spiegazione nei termini dei livelli di Marr.

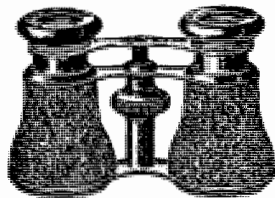
Vediamo dunque di cosa si tratta. Sarà forse opportuno premettere una discussione dei livelli di analisi secondo Marr, e quindi vedere quanto questo discorso possa essere posto a confronto con l'analisi fenomenologica che costituisce bene o male il mio punto di riferimento.

Marr³⁶ distingueva tre livelli di interpretazione di un "dispositivo per il processamento delle informazioni", e sosteneva che questi tre livelli dovevano essere capiti a fondo per poter dire di aver capito il sistema. I tre livelli erano quelli della *teoria computazionale*, della *rappresentazione* e degli *algoritmi*, e dell'implementazione dello *hardware*. Per ben capire il senso di questi tre livelli, che hanno dato origine a grandi discussioni nell'ambito del cognitivismo in questo ultimo decennio, è opportuno preventivamente esaminare almeno uno dei concetti chiave di Marr: quello di *rappresentazione*.

Il concetto di rappresentazione è centrale per tutto il cognitivismo, tanto da potersi quasi dire che la psicologia dei processi cognitivi è sostanzialmente una psicologia della rappresentazione. E il termine rappresentazione stesso è diventato popolarissimo, anche in espressioni, come quella di "rappresentazione delle conoscenze", spesso usata anche in modo un po' forzato, come una sorta di sinonimo della vecchia buona memoria a lungo termine. È un'espressione che non può non suscitare poi la diffidenza degli adepti della percezione diretta (in Italia, ad esempio, di Bozzi³⁷), forse anche per quell'implicito richiamo che suggerisce al concetto di "immagine mentale". In Marr una rappresentazione "è un sistema formale per rendere esplicite certe entità o tipi di informazione, insieme ad una specificazione di come il sistema fa tutto ciò. Ed io chiamerò il risultato dell'uso di una rappresentazione per descrivere una data entità, una *descrizione* di tale entità"³⁸.

All'interno di un progetto di questo genere, vengono descritti sostanzialmente due livelli di funzionamento del sistema visivo: *basso* livello ed *alto* livello (a cui sempre di più si tende ad aggiungere un livello intermedio: peraltro, anche in Dodwell i tre livelli hanno significato analogo). Il problema qui posto è allora quello di determinare se è possibile, e in che misura, identificare il basso livello con il processo *primario* e l'alto livello con il processo *secondario*.

Dico subito che non sono del tutto sicuro che il primo livello, quello basso, corrisponda al processo primario. È questo il livello del *primal sketch*, della rappresentazione 2.5 D, etc. Sono invece certo dell'identificabilità tra livello alto e processo secondario. Ma il discorso andrà ripreso con maggiore ampiezza nel prossimo futuro.



* Il termine tedesco *Gestalt* di traduzione pressoché impossibile in italiano (la traduzione usuale "forma" non rende assolutamente conto della caratteristica di organizzazione strutturale inerente al termine tedesco), verrà qui reso sempre con l'iniziale minuscola ed in carattere normale per uniformità con l'uso ormai consolidato nella letteratura percettologica italiana.

1. WERTHEIMER, M. (1922), Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt I, *Psychologische Forschung*, 1, 47-58; (1923), Untersuchungen zur Lehre der Gestalt II, *Psychologische Forschung*, 4, 301-350.
2. BENUSSI, V. (1904), *Zur Psychologie der Gestalterfassens*, Leipzig: Barth.
3. WERTHEIMER, M. (1912), Experimentelle Studien über das Sehen von Bewegung, *Zeitschrift für Psychologie*, 62, 371-394.
4. KANIZSA, G. (1952), Legittimità di un'analisi del processo percettivo fondata su una distinzione in 'fasi' o 'stadi', *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*, 13, 292-322.
A. GEMELLI (1952), Postilla, *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria*, 13, 322-323.
5. ARNHEIM, R. (1969), *Visual Thinking*, Berkeley, CA: University of California Press (trad. it. *Il pensiero visivo*, Torino: Einaudi, 1974).
6. KANIZSA, G. e LUCCIO, R. (1986), Die Doppeldeutigkeiten der Prägnanz, *Gestalt Theory*, 8, 99-135; (1987), Formation and categorization of visual objects: Höffding's never confuted bus always forgotten argument, *Gestalt Theory*, 9, 111-127.
7. KANIZSA, G. (1979), *Organization in Vision*, New York, Praeger.
8. KANIZSA, G. e LUCCIO, R. (1989), Fenomenologia della formazione di un ordine autonomo nella percezione, *Rivista di Psicologia*, 74, 28-46.
9. NEISSER, U. (1967), *Cognitive Psychology*, New York, NY: Appleton [trad. it. *Psicologia cognitivista*, Firenze: Martello-Giunti, 1976].
10. HÖFFDING, H. (1887), *Psychologie in Umrissen auf Grundlage der Erfahrung*, Leipzig: Füs's Verlag.
11. KANIZSA, G. e LUCCIO, R. (1987), Formation and categorization, *cit.*
12. Cfr. HOCHBERG, J. (1974), Organization and the Gestalt Tradition, in E.C. Carterette e M.P. Friedmann (eds.), *Handbook of Perception*, New York, NY: Academic Press, vol. I, 180-210.
13. PETERSON, M.A., HARVEY, E.M., WEIDENBACHER, H.J. (in press), Shape Recognition Contributions to Figure-Ground reversal: Which route counts?, *Journal of Experimental Psychology: Human Perceptions and Performance*.

14. ROCK, I. (1983), *The Logic of Perception*, Cambridge, MA: MIT Press.
15. KÖHLER, W. (1920), *Die physischen Gestalten in Ruhe und im stationären Zustand*, Braunschweig: Vieweg.
16. HATFIELD, G. e EPSTEIN, W. (1985), The status of minimum principle in the theoretical analysis of visual perception, *Psychological Bulletin*, 97, 155-176.
17. GOLDMEIER, E. (1982), *The Memory Trace: Its Formation and its Fate*, Hillsdale, NJ: LEA.
18. RAUSCH, E. (1966), Das Eigenschaftsproblem in der Gestalttheorie der Wahrnehmung, in W. Metzger e H. Erke (Hsg.), *Handbuch der Psychologie. Bd 1/1. Wahrnehmung und Bewußtsein*, Göttingen: Hogrefe.
19. MUSATTI, C.L. (1924), Sui fenomeni stereocinetici, *Archivio Italiano di Psicologia*, 3, 105-120.
20. JOHANSSON, G. (1950), *Configurations in Event Perception*, Uppsala: Almqvist Wilsell.
21. Cfr. METZGER, W. (1976), *Gesetze des Sehens*, Frankfurt a. M.: Kramer.
22. KANIZSA, G., KRUSE, P., LUCCIO, R. e STADLER, M. (1991, in press), *Actual and perceived paths*.
23. LUCCIO, R. (1989), L'evoluzione del concetto di campo, in N. Caramelli e G. Kanizsa (a cura di), *L'eredità della psicologia della gestalt*, Bologna: Il Mulino.
24. BROWN, J.F. e VOTH, A.C. (1937), The path of seen movement as a function of the vector-field, *American Journal of Psychology*, 49, 543-563.
25. ORBISON, W.D. (1939a), Shape as a function of the vector-field, *American Journal of Psychology*, 52, 31-45; (1939b), Correction of an omission in «Shape as a function of the vector-field», *American Journal of Psychology*, 52, 309.
26. LUCCIO, R. (1989), L'evoluzione, *cit.*
27. HOFFMAN, W.C. (1986), Invariant and programmable neuropsychological systems are fibrations, *The Behavioral and Brain Sciences*, 9, 99-100.
28. HOFFMAN, W.C. (1986), Figural synthesis by vector-field: Geometric neuropsychology, in P.C. Dodwell e T. Caelli (eds), *Figural Synthesis*, Hillsdale (NJ): Erlbaum.
29. HOFFMAN, W.C. e DODWELL, P.C. (1985), Geometric psychology generates the visual Gestalt, *Canadian Journal of Psychology*, 39, 491-528.

-
30. DODWELL, P.C. (1975), Contemporary theoretical problems in seeing, in E.C. Cartrette e M.P. Friedman (eds), *Handbook of Perception*, vol. V: *Seeing*, New York: Academic Press.
31. MARR, D. (1982), *Vision*, S. Francisco, CA: Freeman.
32. ARBIB, M.A. e HANSON A.R. (eds) (1987), *Vision, Brain and Cooperative Computation*, Cambridge, MA: MIT Press.
33. WATT, R. (1988), *Visual Processing: Computational, Psychophysical and Cognitive Research*, Hillsdale, NJ: LEA.
34. OSHERSON, D.N., KOSSLYN, S.M. e HOLLENBACH, J.M. (eds) (1990), *Visual Cognition and Action*, Cambridge, MA: MIT Press.
35. RUMELHART, D.E. e MCCLELLAND, J.L. (eds) (1986), *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, Vol I.*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
36. *Op. cit.*, 24 sgg.
37. BOZZI, P. (1989), *Fenomenologia sperimentale*, Bologna: Il Mulino.
38. *Op. cit.*, 20.