

La percezione della trasparenza

Mosaici di colori opachi danno origine all'impressione di trasparenza. Da un semplice modello teorico si deducono le condizioni per cui si determina la percezione della trasparenza

di Fabio Metelli

Che cosa si intende quando si afferma che un oggetto è trasparente? Normalmente il termine ha due significati. Se ci riferiamo al fatto che la luce può passare attraverso un oggetto o un mezzo il significato di « trasparente » è fisico, se invece ci riferiamo all'impressione di « vedere attraverso » il significato che attribuiamo alla stessa espressione è percettivo. La distinzione non sarebbe molto importante se la trasparenza fisica e quella percettiva fossero costantemente associate. Ma non è così. L'aria è fisicamente trasparente, ma non abbiamo affatto l'impressione di vedere le cose attraverso un mezzo trasparente. E neppure percepiamo sempre le lastre di cristallo delle porte, poiché talvolta capita di andare a sbattervi contro. Sembra utile perciò dare una definizione più precisa della percezione della trasparenza: si percepisce la trasparenza quando non solo si vedono delle superfici al di là di un mezzo trasparente, ma si vede anche il mezzo (o l'oggetto) trasparente. In base a questa definizione l'aria e le lastre di cristallo non sono percettivamente trasparenti se non quando c'è nebbia nell'aria e vi sono macchie o riflessi sul vetro.

Il fatto che la trasparenza fisica non sia sempre accompagnata dalla trasparenza percettiva può essere facilmente dimostrato. Se si prende un quadrato di plastica colorata trasparente e lo si incolla su un quadrato più grande di cartone nero, la plastica non è più percepita come trasparente: essa appare opaca. Se si cambia il colore del cartoncino, per esempio da nero a bianco, l'effetto non cambia (si veda la figura in alto a pagina 68).

Non mancano dei casi in cui è assente la trasparenza fisica ed è invece presente la trasparenza percettiva. Wolfgang Metzger dell'Università di Münster ha dimostrato che mosaici di cartoncino opaco possono dar origine alla

percezione di trasparenza anche se nessuno degli elementi del mosaico è fisicamente trasparente (si veda la seconda figura a partire dall'alto a pagina 68). Questi due esempi dimostrano che la trasparenza fisica non è né una condizione necessaria né una condizione sufficiente per la percezione della trasparenza. In altre parole, la trasparenza fisica non può spiegare la trasparenza percettiva.

Da che cosa dipende allora la percezione della trasparenza? Come per gli altri fenomeni visivi le cause si devono cercare nella struttura della stimolazione e nei processi del sistema nervoso, che derivano dalla stimolazione retinica. La luce raggiunge la retina solo dopo essere passata attraverso vari mezzi trasparenti (l'aria e i mezzi trasparenti dell'occhio). Tuttavia la stimolazione retinica - l'insieme degli stimoli luminosi che raggiunge la retina - non contiene una informazione specifica riguardo le caratteristiche degli strati trasparenti attraverso i quali la luce è passata ed è stata filtrata. La percezione della trasparenza, perciò, non è il risultato della filtrazione; essa è un fatto nuovo che ha origine nel sistema nervoso, come effetto della distribuzione degli stimoli luminosi che agiscono sulle cellule retiniche.

La trasparenza percettiva dipende dalle relazioni spaziali e di intensità della luce riflessa da un campo relativamente ampio e non soltanto dalla luce riflessa dalla zona che viene percepita come trasparente. Ciò può essere dimostrato mettendo a contatto i due quadrati, che non davano l'impressione di trasparenza con la plastica colorata trasparente (si veda la terza figura a partire dall'alto a pagina 68). La giustapposizione produce un cambiamento dalla opacità alla trasparenza, benché la luce riflessa da ciascuna regione non sia mutata.

Le condizioni per cui si percepisce la trasparenza sono state studiate da ricercatori illustri, a partire da Hermann von Helmholtz e dal suo contemporaneo Ewald Hering, nel XIX secolo, i quali rappresentavano punti di vista antitetici sulla teoria della percezione visiva e sull'interpretazione di vari fenomeni percettivi fra cui la trasparenza. Nel suo trattato sull'ottica fisiologica, Helmholtz descrisse la percezione della trasparenza come un « vedere attraverso », e studiò questo fenomeno con un semplice dispositivo, in cui le immagini di due strisce di carta di diverso colore erano percepite una attraverso l'altra. La sovrapposizione si otteneva in quanto una delle due immagini era vista per riflessione e l'altra per trasparenza. Tali immagini doppie si possono osservare sui vetri delle finestre, di sera, quando si vede contemporaneamente il paesaggio esterno e l'immagine della stanza illuminata riflessa dal vetro.

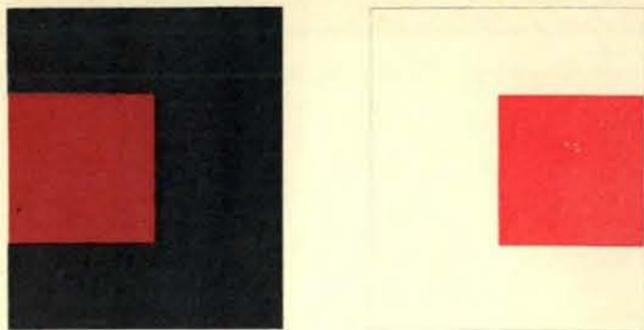
Hering negò la possibilità di vedere un colore attraverso un altro. Egli sostenne che quando la luce riflessa da due diversi colori raggiunge la stessa regione retinica, viene percepito un colore intermedio. Egli rivelò fra l'altro che se si concentra l'attenzione sulla regione in cui le due immagini colorate sono sovrapposte si percepisce soltanto un colore intermedio, il colore di fusione.

Nel 1923 lo psicologo tedesco W. Fuchs con un'ampia ricerca sistematica poté risolvere la controversia Helmholtz-Hering. Egli dimostrò che i due diversi colori, il colore trasparente e quello visto attraverso il primo, vengono percepiti soltanto quando la lamina trasparente e la superficie vista per trasparenza sono percepite come due oggetti indipendenti. Se la regione della sovrapposizione dei due oggetti viene isolata (anche se ciò è dovuto soltanto all'atteggiamento dell'osservatore) viene percepito solo il colore di fusione.

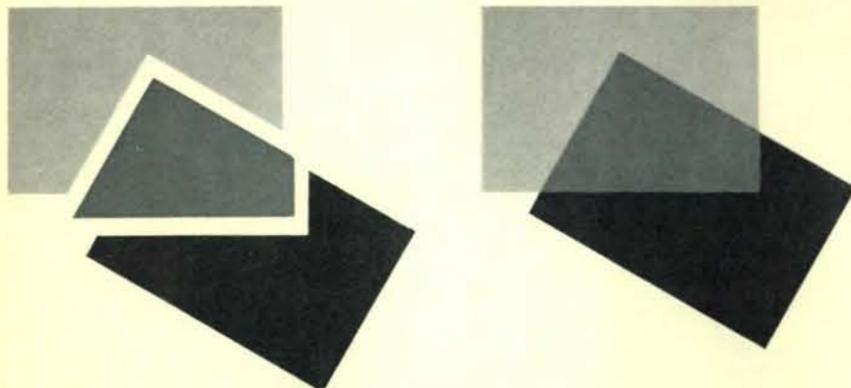


Il triangolo è percepito come trasparente e sovrapposto ai cerchi concentrici, anche se effettivamente nessuno degli elementi

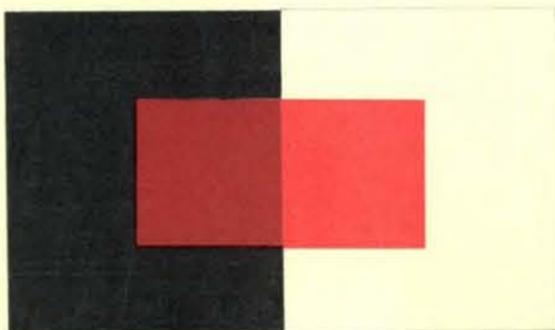
è fisicamente trasparente. Il triangolo è un mosaico composto da pezzi di cartoncino di due diverse tonalità di grigio.



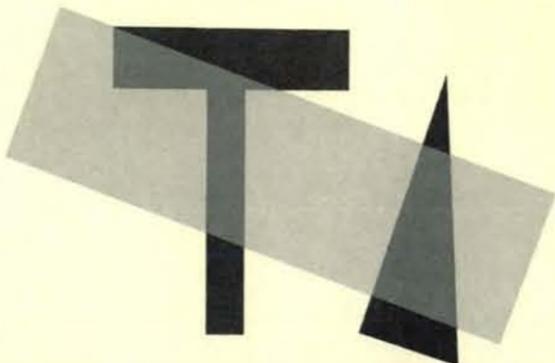
Quadrati colorati di plastica trasparente incollati su un cartone nero (a sinistra) o su un cartone bianco (a destra) non appaiono trasparenti. Ciò sta a indicare che la percezione della trasparenza non è possibile quando il campo sottostante è omogeneo.



Tecnica del mosaico per costruire per mezzo di pezzi opachi una figura percettivamente trasparente. L'impressione di trasparenza è particolarmente evidente nella regione centrale dove i due rettangoli si sovrappongono. Il metodo è dovuto a W. Metzger.



Il passaggio dalla opacità alla trasparenza si realizza quando le due figure della illustrazione in alto sono unite in modo che i due quadrati di plastica formino un rettangolo.



La trasparenza è molto più evidente su una figura che sullo sfondo, ma le condizioni necessarie per percepire la trasparenza sono sempre le stesse in ambedue i casi.

Con W. Fuchs inizia la serie delle ricerche sulla trasparenza fatte dagli psicologi della Gestalt. Negli anni successivi sono da ricordare particolarmente gli studi fatti da Kurt Koffka e dai suoi allievi e collaboratori. B. Tudor Hart dimostrò fra l'altro che non è possibile percepire la trasparenza su un campo totalmente omogeneo (come nel caso della plastica trasparente su un cartone bianco o nero). G. Moore Heider formulò la teoria della trasparenza come scissione cromatica (teoria che viene esaminata in seguito), la quale risultò fondamentale per lo sviluppo degli ulteriori studi sulla trasparenza. Nel 1955 G. Kanizsa dell'Università di Trieste notò che, mentre i ricercatori avevano preso in considerazione solo la regione di sovrapposizione delle due figure (la figura trasparente e la figura vista per trasparenza), la trasparenza si percepisce anche dove la figura trasparente giace sullo sfondo. Si tratta di un'osservazione importante che costituisce uno dei fondamenti della teoria matematica della trasparenza. Infatti con ciò è risultato che le regioni i cui colori determinano la percezione della trasparenza sono quattro e non tre, come sembrava fino allora. Il fatto che questo punto sia stato trascurato dimostra che la trasparenza su una figura è molto più evidente della trasparenza sullo sfondo (si veda la figura in basso a sinistra).

I primi ricercatori lavorarono con filtri o con oggetti trasparenti, ma quando ci si rese conto chiaramente che la trasparenza fisica non è essenziale per la percezione della trasparenza furono preferiti altri procedimenti. Una tecnica di ricerca usata dalla maggior parte dei ricercatori è quella dell'episcotista, un disco da cui sono stati ritagliati due settori. Facendo ruotare l'episcotista ad alta velocità di fronte a una superficie non omogenea si genera una chiara impressione di trasparenza (si veda la figura in alto nella pagina a fronte). Questa tecnica permette allo sperimentatore di variare indipendentemente il grado della trasparenza, variando la grandezza dei settori, e il colore dello strato trasparente, modificando il colore dei settori ruotanti.

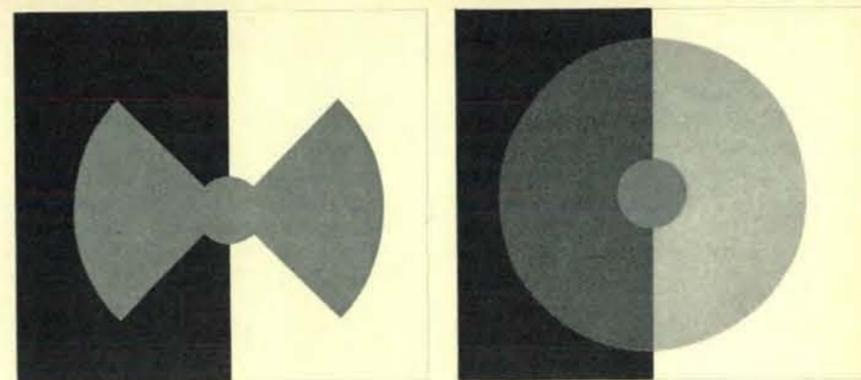
Nelle mie ricerche ho usato la tecnica del mosaico dovuta a Metzger, in quanto essa offre un mezzo per variare indipendentemente il colore, la grandezza e la forma di ciascuna parte di una configurazione. Con questo metodo è facile dimostrare che la trasparenza dipende e dalla forma e dal colore poiché si può abolire l'impressione di trasparenza cambiando la forma o il colore (si veda la figura al centro nella pagina a fronte).

Vi sono almeno tre importanti condizioni figurali che rendono possibile percepire la trasparenza: unità figurale dello strato trasparente, continuità della linea di confine e stratificazione adeguata. Consideriamo successivamente ciascuna di queste condizioni.

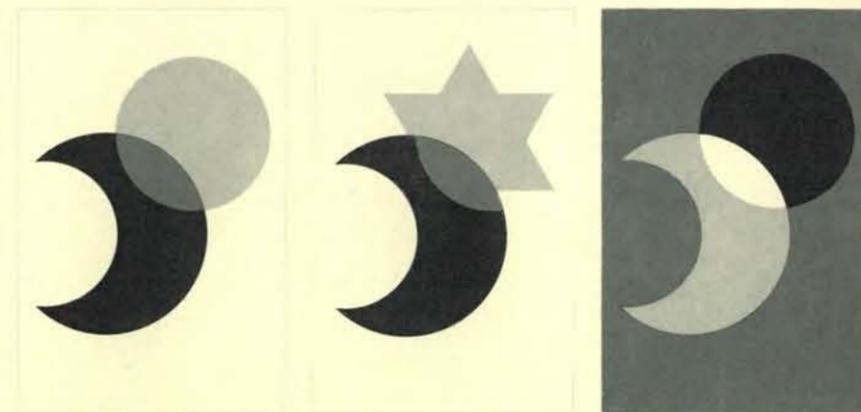
La prima condizione (scoperta da W. Fuchs) riguarda l'unità dell'oggetto trasparente. Quando tale unità viene a mancare, scompare l'impressione di trasparenza (si veda la figura in basso in questa pagina). D'altra parte una modificazione della forma che non spezza l'unità figurale non causa la scomparsa della trasparenza. L'unità figurale dello strato trasparente, comunque, non è sufficiente a garantire la percezione di trasparenza. Il limite che divide la figura trasparente in due regioni deve essere percepito come appartenente alle regioni (o figure) opache, viste attraverso la figura trasparente. Una frattura nella continuità di tale linea, cioè un improvviso cambiamento di direzione dove essa interseca il confine dello strato trasparente, può distruggere l'effetto di trasparenza. Repetibili cambiamenti di direzione della suddetta linea di confine in punti diversi da questa intersezione non ostacolano la percezione di trasparenza (si veda la figura in alto a pagina 70).

Abbiamo definito la percezione della trasparenza come un vedere una superficie attraverso un mezzo o un oggetto trasparente. È dunque evidente che lo strato avente le condizioni necessarie per diventare trasparente deve essere localizzato sopra la superficie dell'oggetto opaco. Per ottenere l'effetto di trasparenza, comunque, non basta che una superficie sia percepita al di sopra di un'altra. In figure in cui non si vede trasparenza è possibile percepire diversi strati (si veda la figura in basso a pagina 70). Le regioni sottostanti, per creare una adeguata stratificazione per la trasparenza, devono sembrare estendersi (apparentemente) sotto l'intero strato trasparente. (Nella figura in basso a pagina 70, dove questa condizione non è presente, in basso a sinistra, non si percepisce la trasparenza; a destra in basso, dove tale condizione è presente, si percepisce la trasparenza.)

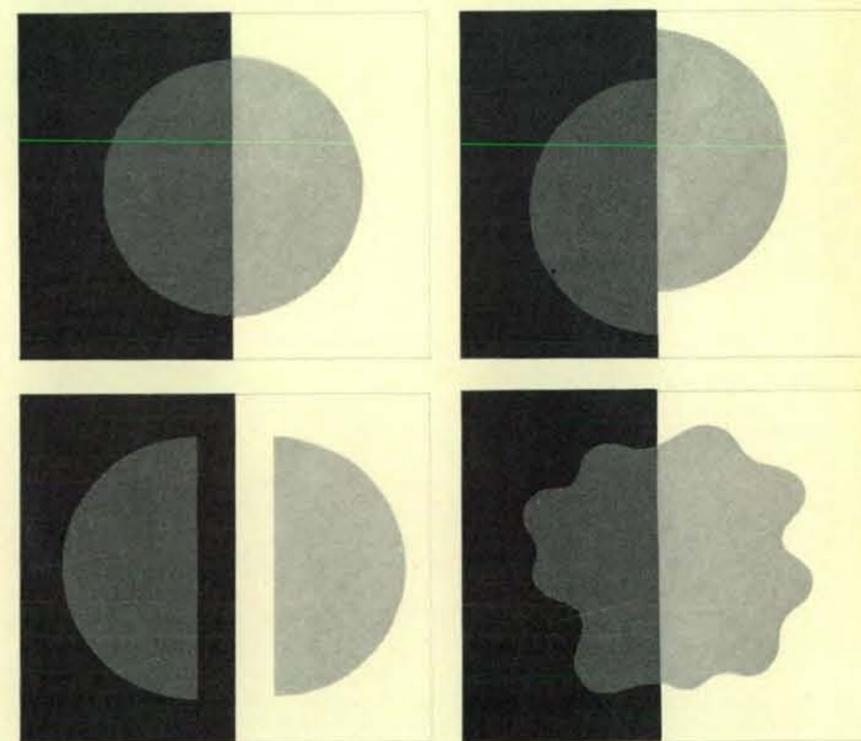
Passiamo ora a considerare le condizioni cromatiche della trasparenza. A tale scopo prendiamo come modello un mosaico composto da due parti a forma di parentesi quadre bianche e nere ([]), che includono due quadrati uno grigio chiaro e uno grigio scuro (si veda la figura a pagina 74 in alto, il primo elemento a sinistra). Quando sussistono le condizioni cromatiche necessarie per la trasparenza, le due regioni



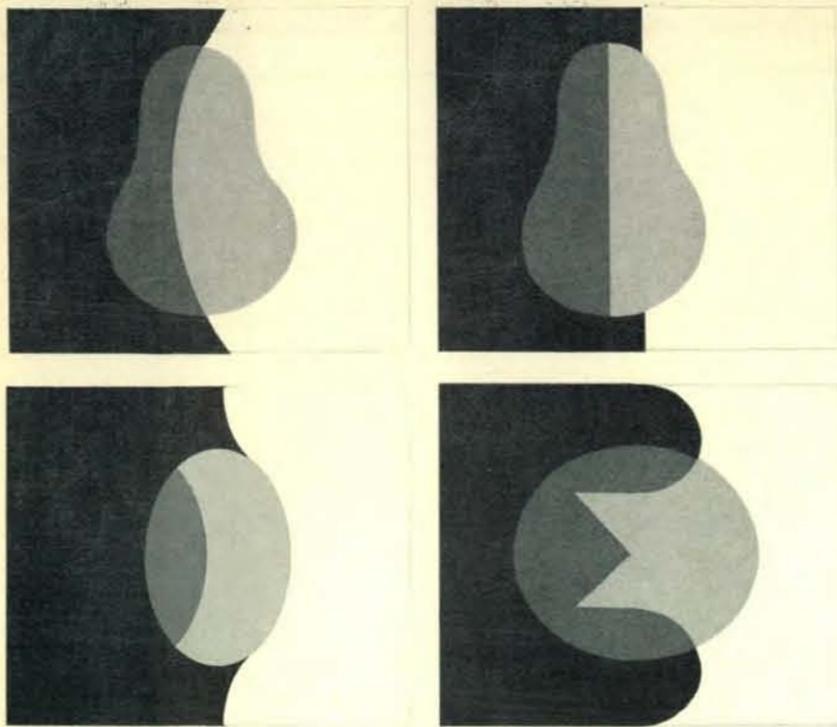
L'episcotista è costituito da una coppia di settori circolari uniti al centro. Quando ruota rapidamente davanti a uno sfondo adeguato, si ha una forte impressione di trasparenza.



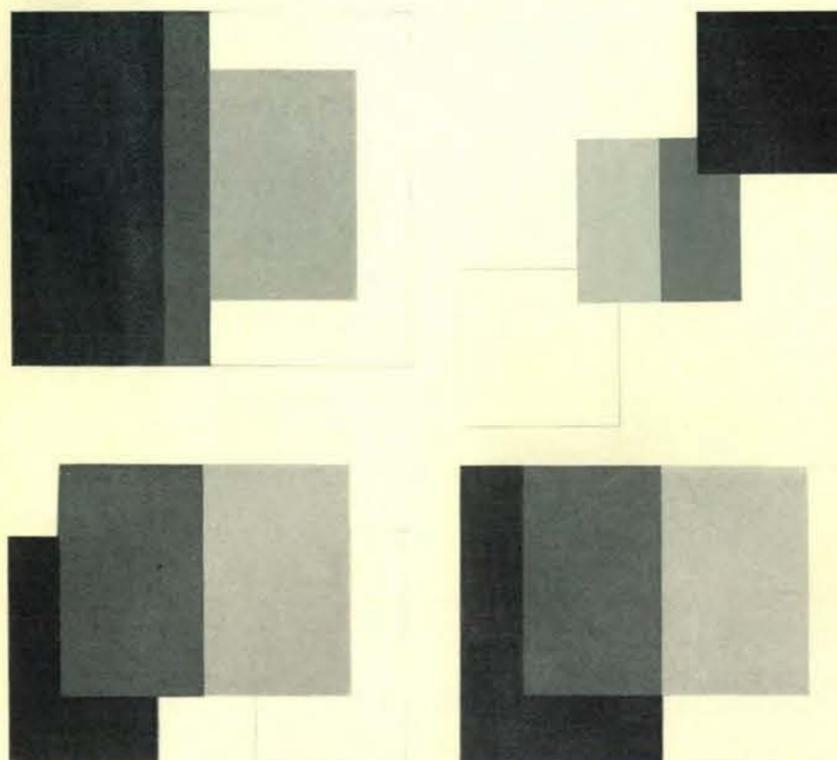
La trasparenza percepita nella figura a sinistra può venire abolita sia cambiando radicalmente la forma della figura (al centro) sia modificando i rapporti tra i colori (a destra).



L'unità figurale dello strato trasparente è una condizione necessaria per la percezione della trasparenza (in alto, a sinistra). Quando si rompe l'unità dello strato superiore, l'effetto di trasparenza viene a mancare (figura in alto a destra e in basso a sinistra). Altre modificazioni della forma non distruggono la trasparenza (in basso, a destra).



La linea di confine deve appartenere alle regioni opache sottostanti e deve essere vista attraverso lo strato trasparente, perché si ottenga la percezione di trasparenza (in alto, a sinistra). Un improvviso cambiamento di direzione della linea di confine nei punti di intersezione fa sì che la trasparenza non si percepisca più (in alto, a destra, e in basso a sinistra), mentre improvvisi cambiamenti di direzione in punti diversi dalle intersezioni non influiscono sulla trasparenza (in basso, a destra).



Un'adeguata stratificazione delle superfici è un'altra condizione necessaria per la percezione di trasparenza. Se le regioni, grigia chiara e grigia scura, sono percepite come due diversi strati, viene a mancare l'unità figurale dello strato trasparente e la trasparenza non è percepita (in alto, a sinistra). Un altro esempio di stratificazione inadeguata è quello della figura in alto, a destra. Le regioni bianca e nera devono estendersi (apparentemente) sotto l'intero strato grigio chiaro e grigio scuro. Ciò non avviene nella figura a sinistra in basso, mentre avviene per la figura a destra in basso.

grige sono percepite come un'unica superficie trasparente che copre in parte due quadrati, uno bianco e uno nero.

Come è possibile che una superficie grigia dia luogo alla percezione di due superfici grigie di tonalità diversa viste una sopra l'altra? Questo fenomeno è stato descritto come un caso di scissione percettiva, o di scissione di colore. Il grigio originario, quello che si percepisce quando si isola la zona, viene chiamato colore-stimolo. Quando si percepisce la trasparenza, il colore-stimolo si scinde in due diversi colori che vanno a costituire rispettivamente lo strato trasparente e la superficie sottostante vista per trasparenza.

Nel 1933 Grace Moore Heider, formulò l'ipotesi, e dimostrò sperimentalmente, che vi è una semplice relazione tra il colore-stimolo e i colori di scissione: se si fondono insieme i due colori di scissione si ricostituisce il colore-stimolo. Il processo di scissione del colore agisce dunque in una direzione opposta a quella della fusione dei colori. Poiché le cosiddette tonalità cromatiche (i colori come il rosso, il giallo, il violetto, ecc.) richiedono tre numeri per essere definite (i coefficienti tricromatici), mentre le tonalità acromatiche (bianco, grigio, nero) sono definite da un solo numero, limiteremo la nostra discussione a queste ultime. I colori acromatici variano in una sola dimensione, la chiarezza, e possono essere definiti per mezzo del coefficiente di riflettanza o albedo: la percentuale di luce che essi riflettono.

Ogni superficie assorbe e riflette parte della luce che la raggiunge. Un bianco ideale che riflettesse il 100% della luce che lo raggiunge avrebbe riflettanza 100; un nero ideale che assorbisse il 100% della luce che lo colpisce avrebbe riflettanza zero. Questi limiti non sono mai raggiunti; un pezzo di cartoncino bianco in genere ha una riflettanza di 80 o poco più, un pezzo di cartoncino nero ha una riflettanza di circa 4. I grigi hanno riflettanze che vanno da 4 a 80.

Il procedimento più semplice per ottenere la fusione dei colori consiste nel far girare rapidamente un disco diviso in settori di diverso colore.

La legge della fusione dei colori, conosciuta come legge di Talbot (benché essa risalga effettivamente a Newton) permette di prevedere il colore che si ottiene quando si mescolano due colori. Se, secondo l'ipotesi di G. Moore Heider, la scissione cromatica è l'opposto della fusione, la stessa legge può essere usata per descrivere la scissione dei colori che dà origine alla trasparenza.

Il colore di fusione dipende da due

fattori: i colori componenti e le proporzioni in cui sono mescolati. Con i colori acromatici la previsione del colore di fusione risultante è molto semplice, ma, nel caso della scissione cromatica, vi è una gran varietà di modi in cui il colore stimolo può scindersi (si veda la figura a pagina 72). Come possiamo determinare quanto del colore stimolo andrà allo strato trasparente e quanto allo strato opaco? E quale effetto produce il modo in cui il colore è suddiviso, cioè la proporzione in cui il colore si distribuisce fra lo strato trasparente e la superficie opaca percepita attraverso lo strato trasparente?

Consideriamo anzitutto lo strato trasparente. A titolo di esempio immaginiamo cosa succede quando si aggiunge del colore all'acqua contenuta in un bicchiere. L'acqua diviene tanto meno trasparente quanto più colore si aggiunge, e gli oggetti visti attraverso l'acqua diventano quindi tanto meno visibili. È perciò plausibile che nel processo di scissione la trasparenza percepita sia tanto minore, quanto maggiore è la proporzione di colore che va nello strato trasparente.

Consideriamo ora la superficie opaca. Supponiamo che mentre la si guarda attraverso un bicchiere di acqua essa venga dipinta con un colore: la visibilità della superficie opaca aumenterà con l'aumentare della quantità di colore.

Il caso limite, nel processo di scissione, è quello in cui tutto il colore va a uno dei due strati e niente all'altro. Se tutto il colore va allo strato trasparente, esso diventa opaco. Se tutto il colore va alla superficie sottostante, lo strato trasparente diventa invisibile. La trasparenza è percepita solo quando vi è una distribuzione del colore-stimolo fra ambedue gli strati, quello trasparente e quello opaco. Inoltre la trasparenza varia direttamente con la proporzione del colore che va allo strato opaco. Quanto più colore va allo strato opaco, tanto meno colore va a quello trasparente e tanto più trasparente appare quest'ultimo.

La proporzione del colore che va allo strato opaco può perciò essere considerata come un indice di trasparenza. Una formula permette di calcolare tale indice (α) a partire dalle misure delle riflettanze delle quattro superfici (si veda la figura a pagina 73) che determinano il fenomeno della trasparenza. Una seconda formula algebrica stabilisce una relazione fra le riflettanze delle suddette superfici e il colore dello strato trasparente t . Se le riflettanze delle quattro superfici della figura sono note, si possono applicare le suddette for-

BORINGHIERI

Sigmund Freud **ISTERIA E ANGOSCIA**

UNIVERSALE SCIENTIFICA VOLUME DOPPIO LIRE 3000

Il caso di Dora e "Inibizione, sintomo e angoscia" costituiscono l'esemplificazione più illuminante e l'esito definitivo cui Freud perviene, attraverso altri scritti minori, nell'indagine clinica e nella definizione teorica di questi due temi centrali della psicoanalisi.

Augusto Lattanzi **LA RIVOLUZIONE MOLECOLARE: FRONTIERE ATTUALI DELLA BIOLOGIA**

UNIVERSALE SCIENTIFICA LIRE 2000

I risultati raggiunti nello studio delle strutture delle proteine, le prospettive della biologia molecolare e il suo possibile influsso sull'uomo e sulla società sono qui esposti in una visione d'insieme documentata e di facile lettura.

Walter Rudin **ANALISI REALE E COMPLESSA**

PROGRAMMA DI MATEMATICA, FISICA, ELETTRONICA LIRE 12.000

Il primo testo universitario che presenta in forma unitaria i principali risultati della teoria delle funzioni di variabile reale e di variabile complessa.

W. V. Smith e P. P. Sorokin **IL LASER**

PROGRAMMA DI MATEMATICA, FISICA, ELETTRONICA LIRE 13.000

Una trattazione unitaria dei vari tipi di laser attualmente impiegati che, pur rivolgendosi principalmente agli studenti universitari, risulterà particolarmente utile ai ricercatori e ai tecnici.

Abraham Robinson **INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI MODELLI E ALLA METAMATEMATICA DELL'ALGEBRA**

SERIE DI LOGICA MATEMATICA LIRE 10.000

Tratta concetti e metodi della logica matematica moderna ormai estesamente applicati in vari campi, come il concetto di completezza rispetto ai modelli e la teoria dell'analisi non standard, introdotta dallo stesso Robinson intorno al 1960.

Vittorio Parisi **BIOLOGIA E ECOLOGIA DEL SUOLO**

MANUALI DEL LABORATORIO DI BIOLOGIA LIRE 5500

Una panoramica ragionata delle tecniche di rilevamento in uso nella biologia e nell'ecologia del suolo, scritta per gli studenti e per i giovani biologi.

Gerald H. Pearson (a cura di) **MANUALE DI PSICOANALISI DEL BAMBINO E DELL'ADOLESCENTE**

SERIE DI PSICOLOGIA E PSICHIATRIA LIRE 9000

Frutto del lavoro di gruppo di alcuni psicoanalisti della scuola di Anna Freud, un testo completo per lo studio e la tecnica della psicoanalisi dei fanciulli corredato dall'esame di casi particolari di analisi.

Humberto Nagera (a cura di) **I CONCETTI FONDAMENTALI DELLA PSICOANALISI**

vol. 1: Pulsioni e teoria della libido LIRE 5000

vol. 2: Teoria del sogno LIRE 2500

vol. 3: Metapsicologia, angoscia e altri argomenti LIRE 6000

SERIE DI PSICOLOGIA E PSICHIATRIA

Raccolta organica delle definizioni teoriche e delle successive precisazioni date da Freud nei suoi scritti, che permette di studiare lo sviluppo della teoria psicoanalitica.

Alberto Oliverio e Anna Oliverio Ferraris **LO SVILUPPO COMPARATO DEL COMPORTAMENTO**

LEZIONI E SEMINARI LIRE 6000

Una trattazione comparata dei fattori genetici e dei fattori ambientali che agiscono sullo sviluppo del comportamento umano, per gli studenti di psicologia, nata dalla collaborazione di una psicologa e di un biologo.

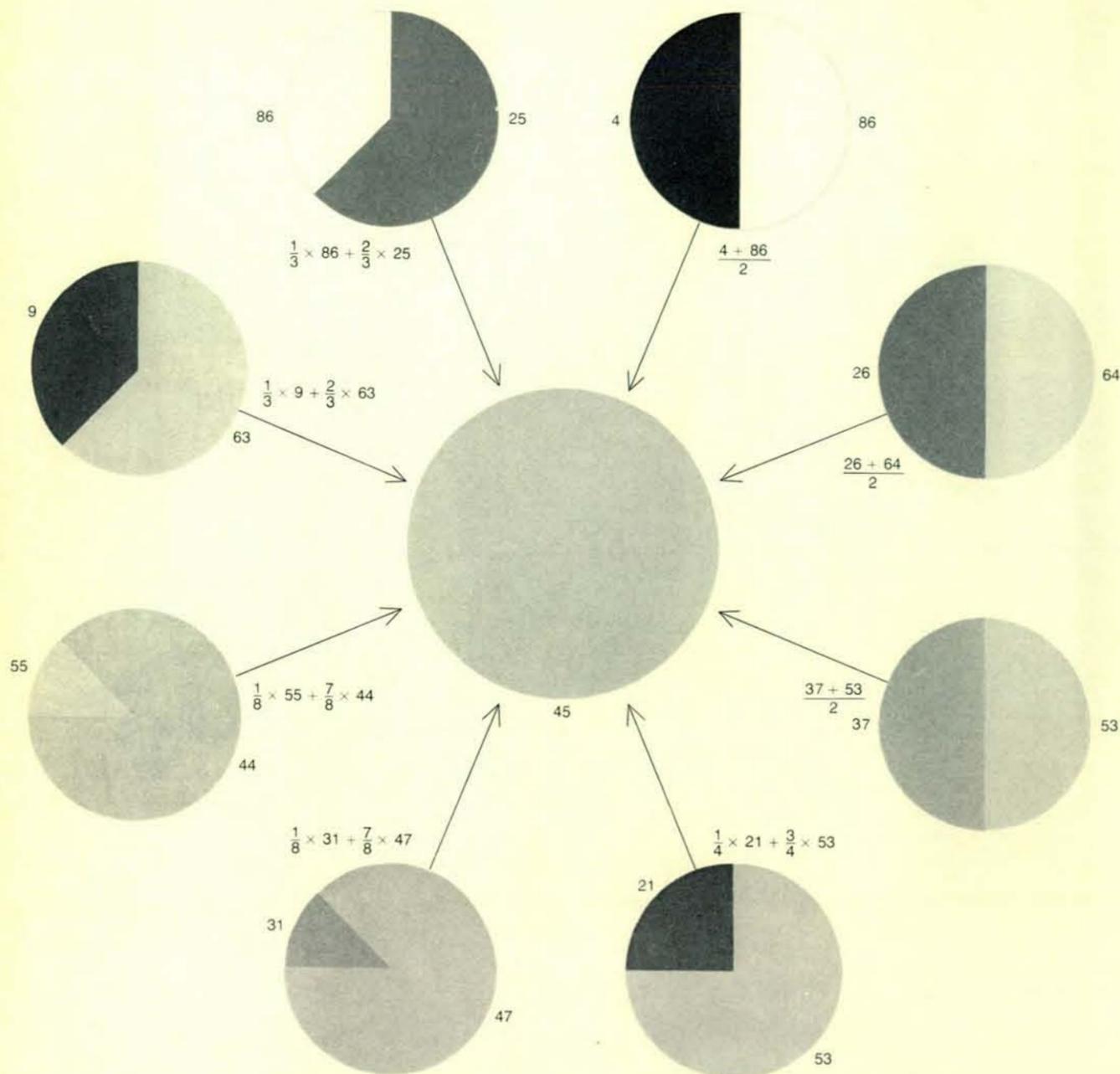


mule e si può allora prevedere il grado di trasparenza e il colore dello strato trasparente.

Queste previsioni sono valide quando (come avviene nella maggior parte dei casi) lo strato trasparente è percepito come uniforme sia nel colore sia nel grado di trasparenza; in altre parole lo strato trasparente deve essere una unità percettiva, non divisa dal segno di confine, che allora è percepito come appartenente allo strato opaco sottostante.

La validità delle formule teoriche può essere controllata variando i colori delle singole regioni (nero, grigio e bianco nel nostro esempio). Quando i valori delle riflettanze dei quadrati grigi sono molto diversi (cioè i due grigi sono molto diversi), il coefficiente di trasparenza calcolato è grande e perciò la trasparenza è grande. Quando le regioni grige sono simili, il coefficiente è piccolo e la trasparenza è scarsa. Alcune condizioni necessarie della trasparenza possono essere dedotte dalle for-

mule teoriche. La trasparenza è possibile solo quando il quadrato grigio più scuro è sulla superficie sottostante più scura e il quadrato grigio più chiaro è sulla superficie sottostante più chiara. Se non sussistono queste condizioni non si può percepire la trasparenza. Infine, la differenza tra le riflettanze dei colori nello strato trasparente deve essere sempre minore della differenza tra le riflettanze dei colori che costituiscono lo strato sottostante (si veda la figura in alto a pagina 74).



Si ottiene la fusione cromatica facendo ruotare rapidamente un disco con settori di diversi colori. Servendosi di tonalità acromatiche (nero, grigio e bianco), si può calcolare facilmente il risultato della fusione. Per esempio, se il disco ha due settori di uguale grandezza, il colore di fusione corrisponde alla media aritmetica della riflettanza dei due settori. Se i settori

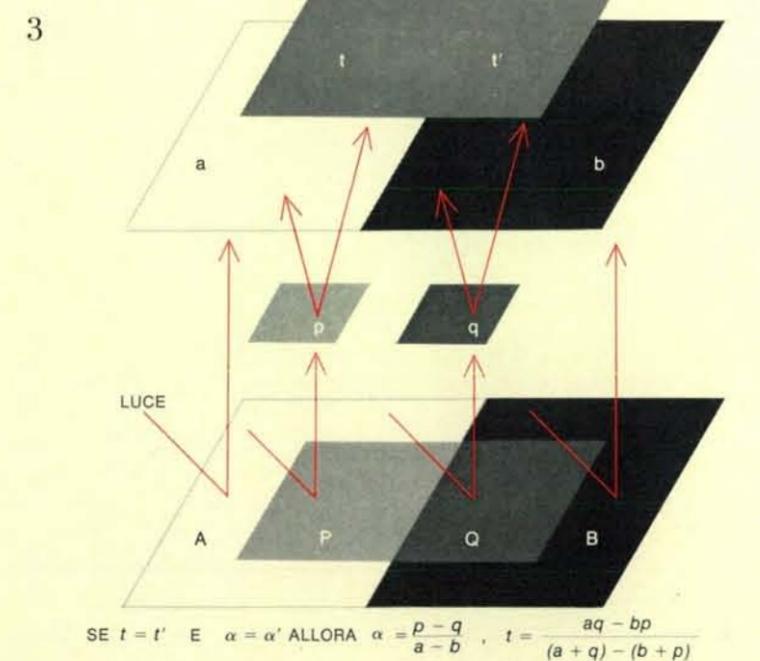
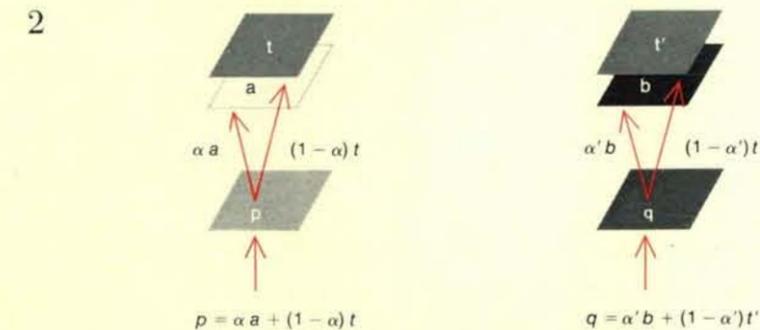
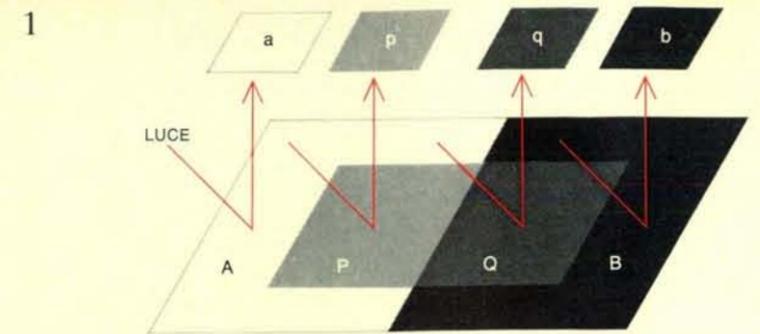
sono di grandezza diversa, il colore di fusione è la media ponderata. I numeri indicanti le riflettanze sono soltanto indicativi. Una stessa tonalità di grigio (al centro) si può ottenere da miscele di colori diversi. Poiché la scissione è l'opposto della fusione, una particolare tonalità di grigio può scindersi in diversi modi, cioè in colori diversi presi in diverse proporzioni.

Un altro importante fattore che, insieme alla proporzione di colore che va allo strato opaco e a quello trasparente, contribuisce a determinare il grado di trasparenza è il colore dello strato trasparente. A parità di tutte le altre condizioni, più scuro è lo strato trasparente, maggiore è la trasparenza percepita.

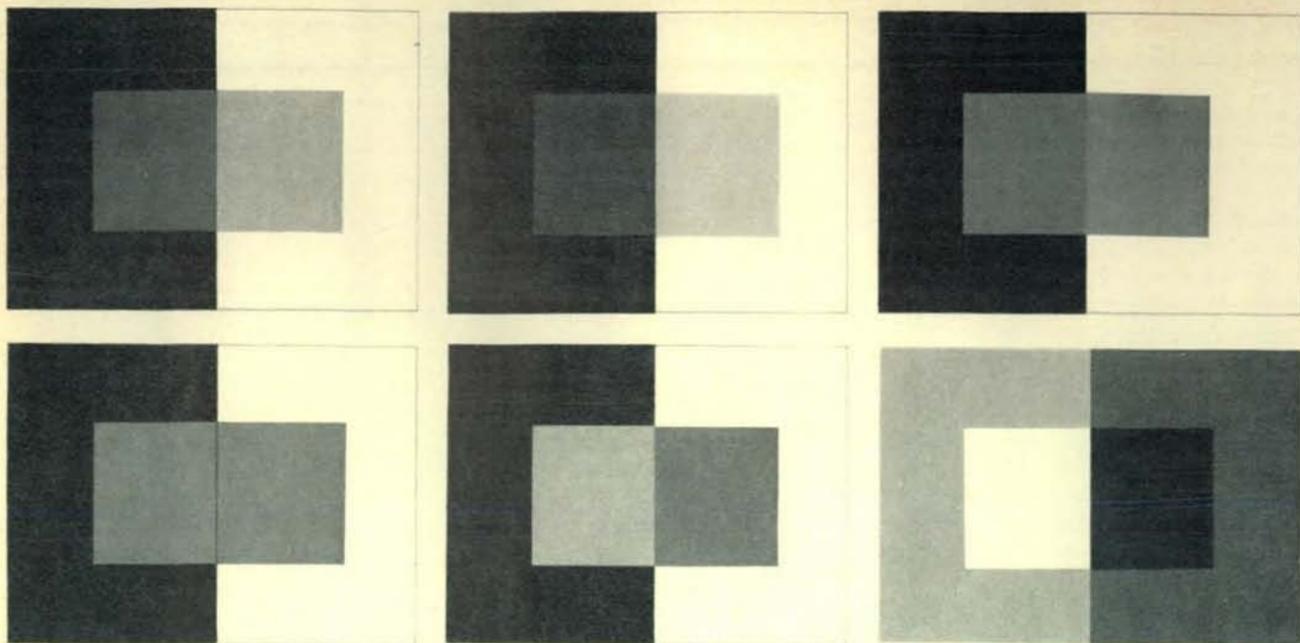
Dalle formule algebriche si deduce anche la relazione fra i colori delle quattro superfici e il colore percepito nello strato trasparente, relazione che permette di prevedere il colore dello strato trasparente. Con la nostra figura modello non è sempre facile giudicare il colore dello strato trasparente, perciò vengono utilizzati dei modelli a scacchiera che permettono di controllare direttamente le previsioni (si veda la figura a pagina 74 in basso).

Le condizioni cromatiche della percezione della trasparenza discusse qui sono derivate teoricamente senza alcuna correzione empirica o adattamento. Esse stabiliscono relazioni per condizioni cromatiche «pure». Le condizioni figurali, come è stato notato, hanno importanza, e non possono venire escluse interamente ma possono essere mantenute costanti. Bisogna sottolineare che le deduzioni tratte dalla teoria descrivono alcune condizioni necessarie per la percezione della trasparenza. Partendo dalle condizioni necessarie sono stati presentati dei casi in cui la percezione di trasparenza è possibile e altri casi in cui tale percezione non è possibile. Naturalmente non tutti percepiscono la trasparenza quando essa è teoricamente possibile. D'altra parte, quando la trasparenza è esclusa teo-

La teoria della scissione cromatica spiega la trasparenza come un caso di scissione percettiva del colore. I colori acromatici possono essere definiti semplicemente dalla percentuale di luce che essi riflettono (1). Quando si percepisce la trasparenza, le aree P e Q si scindono e appaiono come due superfici di uguale forma e grandezza, ma di diverso colore. Se la scissione segue la stessa legge della fusione cromatica, la quantità e la qualità del colore stimolo che va a ciascuna delle superfici percepite possono essere descritte con una formula algebrica (2). I simboli a, p, q, b indicano le riflettanze delle quattro superfici del modello. I simboli α e α' significano la proporzione di colore (che può variare da 0 a 1) che va rispettivamente agli strati opachi A e B. La parte rimanente di colore va agli strati trasparenti t e t'. Se $\alpha = \alpha'$ e $t = t'$ (3), il sistema di due equazioni può essere risolto per α (trasparenza) e per t (colore dello strato trasparente). Dalle formule così ottenute si possono dedurre alcune previsioni nei riguardi del colore t dello strato trasparente, in base alle relazioni di chiarezza tra i colori delle regioni A, P, Q e B (4) (si veda la figura in basso a pagina 74). Il simbolo > significa qui «più chiaro di».



4		META SINISTRA		META DESTRA						
		$\alpha = \frac{p-t}{a-t}$		$\alpha = \frac{q-t}{b-t}$						
t	>	p	>	a	E	t	>	q	>	b
a	>	p	>	t	E	t	>	q	>	b
t	>	p	>	a	E	b	>	q	>	t
a	>	p	>	t	E	b	>	q	>	t



Dimostrazione delle condizioni cromatiche necessarie per la percezione della trasparenza. Nella figura modello si ha una chiara impressione di trasparenza (*in alto, a sinistra*). In base alla formula teorica dell'autore, il grado di trasparenza aumenta quando la differenza fra le regioni centrali grige viene aumentata (*in alto, al centro*). Quando le regioni centrali grige sono simili, la trasparenza percepita è scarsa (*in alto, a destra*). Quan-

do i grigi sono identici, non si può percepire trasparenza (*in basso, a sinistra*). La trasparenza è impossibile quando il grigio più scuro è sopra lo sfondo più chiaro e il grigio più chiaro è sullo sfondo più scuro (*in basso, al centro*). Se la differenza fra i colori chiaro e scuro dello sfondo è minore della differenza esistente tra i colori della regione centrale, la regione centrale non viene percepita come trasparente (*in basso, a destra*).

ricamente la previsione non ammette eccezioni.

Vi è un'importante limitazione alla validità dell'indice di trasparenza di cui si è discusso: esso misura il grado di trasparenza solo se la chiarezza dello strato trasparente è mantenuta costante. È possibile ricavare una nuova formula in cui si tenga conto anche del colore dello strato trasparente; ma ciò può essere fatto solo empiricamente, e

la nuova formula non darebbe origine alle interessanti deduzioni a cui dà luogo una formula teorica. Ci siamo occupati qui dei casi più comuni in cui c'è trasparenza bilanciata, in cui cioè lo strato trasparente percepito è uniforme nel grado di trasparenza e nel colore. Vi sono casi di trasparenza non bilanciata, dove lo strato trasparente percepito varia nel grado di trasparenza. Un caso speciale è quello della trasparenza parziale, dove una parte dello strato supe-

riore è percepita come trasparente e l'altra come opaca. La trasparenza non bilanciata e la trasparenza parziale, naturalmente, richiedono formule diverse per la loro descrizione teorica. Altri fattori quali il movimento e la tridimensionalità sono spesso presenti e influiscono sul fenomeno della trasparenza. Sembra, comunque, che le condizioni principali della percezione della trasparenza siano le condizioni figurali e cromatiche che abbiamo descritto.



La chiarezza percepita nello strato trasparente dipende dalla relazione tra i colori della figura e può essere dedotta dalla formula teorica dell'autore (riportata nella figura a pagina 73). Se l'ordine di chiarezza delle regioni è tale che la regione *P* è più chiara della *A* e la *Q* è più chiara della *B*, lo strato

trasparente *T* appare più chiaro di tutti. Se la regione *A* è più chiara della *P*, la *P* è più chiara della *Q* e la *Q* è più chiara della *B*, lo strato trasparente *T* appare di chiarezza intermedia fra *P* e *Q* (*al centro*). Se la regione *A* è più chiara della *P* e la *B* più chiara della *Q*, lo strato *T* risulta il più scuro (*a destra*).