

(Koffka: Principles, cap. VI, pag. 260)

Trasparenza e costanza. Prima di lasciare l'argomento della costanza cromatica prenderemo in esame un problema strettamente connesso a questo, perchè ci darà ulteriore possibilità di comprendere la stretta connessione dinamica che esiste tra organizzazione spaziale e colore. Abbiamo fatto riferimento a questo problema nella nostra discussione della doppia rappresentazione (pag. 181). Il caso più chiaro di questa forma di organizzazione spaziale si manifesta quando vediamo una superficie attraverso a un'altra. Le condizioni in cui questo fenomeno si manifesta sono state investigate con la massima sistematicità da Fuchs (1923) che dimostrò che la trasparenza dipende da fattori di organizzazione spaziale. Uno dei metodi impiegati da Fuchs è il metodo dell'episcotista. Un grande disco per la fusione cromatica con un settore colorato ed uno aperto gira a una certa distanza di fronte a uno schermo nero. Su questo schermo nero c'è una figura colorata. Per scegliere un semplice esempio: l'episcotista è azzurro, la figura è di un giallo complementare. Se osserviamo questa costellazione attraverso a uno schermo di riduzione con due buchi situati in modo che l'osservatore vede lo sfondo nero (e la parte aperta del disco di fusione cromatica) attraverso ad uno, e la figura gialla attraverso all'altro, il colore dei due buchi sarà determinato dalla legge di Talbot (vedi cap. IV pagg. 127 e segg.) cioè l'uno sarà di un azzurro fortemente saturo benchè un po' scuro, e l'altro una mistura di azzurro e giallo. Regolando le grandezze del settore azzurro e del settore mancante si può ottenere che questo secondo buco appaia grigio (mescolanza di colori complementari). Se allora si allontana lo schermo di riduzione, conservando soltanto uno schermo che nasconde il motore e con esso la ~~parte~~ metà inferiore del cerchio azzurro, l'osservatore vede una figura gialla

piano dello sfondo. Doppia rappresentazione significa nel nostro caso che il semicerchio è visto come una figura unitaria. Come tale esso ha la tendenza ad apparire di un colore uniforme (vedi cap. IV pag. 135). Ciò sembra essere impedito dalla inomogeneità della stimolazione che ha luogo al suo interno, dove un'area neutrale ne interrompe una azzurra. Ma quest'area è doppiamente rappresentata, ad essa corrispondono due superfici, una dietro l'altra. Quella davanti, appartenendo al semicerchio trasparente è sottoposta ad una pressione che la spinge a diventare azzurra. Tutto si spiegherebbe allora che potessimo fare l'ipotesi che se una stimolazione neutra dà luogo alla percezione di due superfici una delle quali è colorata, allora l'altra deve assumere una colorazione complementare. In altre parole noi applichiamo le leggi della mescolanza cromatica alla scissione dell'effetto di una stimolazione neutra. Se giallo + azzurro = grigio, allora grigio - azzurro = giallo. La figura, secondo questa spiegazione, apparirebbe gialla, non perchè è realmente gialla, ma perchè la stimolazione neutrale che si produce per effetto delle condizioni dell'esperimento è forzata a produrre due piani, uno dei quali è azzurro.

La validità di questa spiegazione fu controllata da Grace Heider in una serie di esperimenti. Secondo l'ipotesi il fatto che la stimolazione neutrale dell'area è in ~~realtà~~ ^{realtà} prodotta da una mescolanza di luce azzurra e gialla non conta per nulla. Tutto ciò che è necessario è che si determini la doppia rappresentazione e che la superficie che sta davanti appaia azzurra. Perciò fu introdotta la seguente modificazione nell'esperimento (vedi fig. 79). La parte inferiore della figura ~~xxxxxxx~~ fu colorata in rosso e contemporaneamente la parte interna del settore dell'episcotista, verde, e i colori e le aperture dell'episcotista regolati in modo che at-

traverso uno schermo di riduzione la mistura rosso-verde di sotto apparisse perfettamente simile alla ~~mistura~~^{mistura} giallo-blu di sopra. Questa modificazione delle condizioni di stimolazione non avrebbe dovuto esercitare alcun effetto sulla percezione del soggetto, e ciò risultò esatto: l'episcotista apparve azzurro, la figura gialla per tutte le relative superfici; le differenze di stimolazione entro a ciascuna area andarono completamente perdute nella organizzazione percettiva. Lo stesso risultato si ottenne anche quando la parte verde dell'episcotista e la parte rossa della figura furono sostituite con ~~XXXX~~ un disco di fusione cromatica con settori neri e bianchi che davano lo stesso colore neutrale della mistura ~~XXXXXX~~ blu-giallo esterna (nota 85). Quindi questi esperimenti provano la nostra ipotesi e dimostrano ad un tempo perchè da un lato la trasparenza è di regola accompagnata da costanza cromatica, e dall'altra che questa connessione non è costitutiva, giacchè la trasparenza può anche portare all'opposto della costanza.

(85) Per brevità ho descritto l'esperimento di G. Heider in una forma leggermente diversa da quella in cui esso è stato effettivamente eseguito. Il risultato dell'esperimento effettivamente eseguito, in cui la striscia gialla sporgeva al di là del margine esterno dell'episcotista azzurro, potrebbe essere spiegata diversamente, ma sono stati fatti speciali esperimenti per escludere questa spiegazione. Per non dover parlare di questi ultimi ho scelto la presentazione che è stata riportata nel testo.

Situazione 2

Lo studio delle condizioni cromatiche della trasparenza offre l'opportunità di un'impostazione teorica.

Sintesi 1

Partiamo dall'espressione quantitativa del fenomeno della fusione cromatica (Legge di Talbot) in un disco di Maxwell costituito da due settori grigi (S₁ e S₂) di chiarezza diversa. Assumendo come misure dei grigi dei due settori le rispettive albedo (cioè la proporzione della luce ambiente che ognuno di essi riflette), ed essendo

P_1 è l'albedo del settore S₁, P_2 l'albedo del settore S₂, P l'albedo del grigio di fusione (ottenuto facendo ruotare ad alta velocità il disco di Maxwell) K la misura in gradi del settore S₁, $\lambda = 1 - K$ la misura, in gradi del settore S₂, la relazione fra le albedo dei due settori e l'albedo del grigio di fusione è data dall'espressione

algebraica
 $\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2 = A_f$ (1)
ovvero $K P_1 + \lambda P_2 = P$ (2)

cioè la albedo del grigio di fusione è la media aritmetica ponderata delle albedo dei due settori, essendo indici ponderali le rispettive ampiezze, dei due settori.

Esempio : $P_1 = .10$ $P_2 = .60$ $K = \frac{270^\circ}{360} = .75$ $\lambda = \frac{90^\circ}{360} = .25$
 $P = \frac{270}{360} \cdot .10 + \frac{90}{360} \cdot .60 = (.75)(.10) + (.25)(.60) = .075 + .15 = .225$

L'albedo del grigio di fusione P sarà pari a .225.

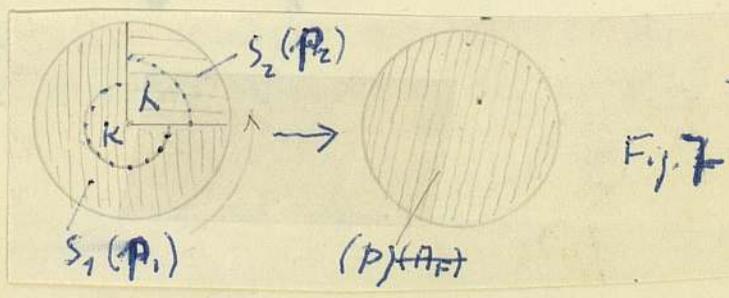


Fig. 7

Situazione 2

Consideriamo ora una situazione diversa, una analoga. Un episcotista grigio E ruota a velocità di fusione davanti ad un disco D grigio immobile concentrico, di raggio uguale. La albedo del disco retrostante immobile è P_1 pari a quella del settore S_1 ^{ella situazione precedente,} la albedo dell'episcotista è P_2 ^{pari} a quella del settore S_2 , il settore ~~del~~ ^{impulso} dell'episcotista ~~sottende~~ ^{in totale} un angolo ~~pari~~ ^{pari} a quello del settore S_2 ^{cioè la sua misura, espressa come proporzione di un angolo di 360°, è} e di conseguenza l'apertura dell'episcotista è complessivamente ~~corrispondente ad~~ ^{pari} ~~K~~ ^{alla}, la misura dell'angolo formato dal settore S_1 , ^{cioè la sua misura, in proporzioni, è} K .



Poichè in queste condizioni si ha fusione cromatica, e le albedo e le proporzioni delle componenti sono uguali a quelle della precedente situazione, l'albedo del grigio di fusione sarà pure P_{12} . In altre parole, anche in questa situazione vale la relazione (1).

Situazione 3

Introduciamo ora una ulteriore modificazione. Ferma restando l'ampiezza angolare λ e l'albedo P_2 dell'episcotista, il disco retrostante concentrico e di raggio uguale ^D è costituito da due semicerchi (D_1 e D_2), grigi, di chiarezza diversa, di cui uno (D_1) ha,

come il disco nella situazione 2 e il settore S_1 nella situazione 1, albedo p_1 , mentre l'altro (D_2) ha albedo p_2 .

In questa situazione, se la distanza fra l'episcotista e il cerchio è minima, si ha pure fusione cromatica, e il risultato della fusione è un disco diviso in due semicerchi di diversa chiarezza. Quale sarà l'albedo del semicerchio di fusione localizzato su D_1 ?

Tenendo presente che in ogni unità di superficie della zona D_1 è presente per un tempo t_1 la superficie D_1 con albedo p_1 e per un tempo t_2 la superficie E dell'episcotista, con albedo p_2 , e che $t_1 : t_2 = K : (1-K)$, si ha come risultato che l'albedo del semicerchio di fusione localizzato su D_1 sarà anche in questo caso pari a $p = K p_1 + (1-K) p_2$, cioè uguale a quella delle situazioni 1 e 2.

Situazione 4

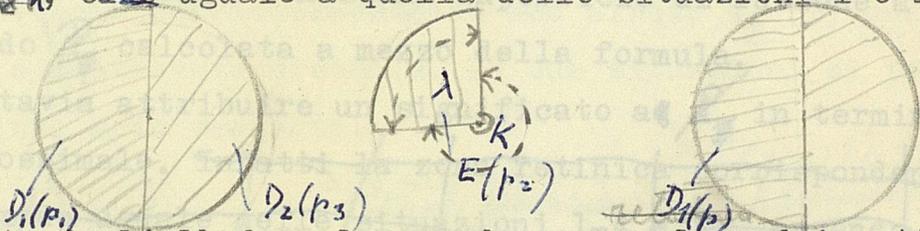


Fig. 9

Ferme restando l'albedo e la grandezza angolare dei settori dell'episcotista e l'albedo delle due zone in cui è divisa la superficie retrostante, ~~ma~~ ^{o viene modificata} la forma di quest'ultima, che è quadrata e di lato maggiore del diametro dell'episcotista.

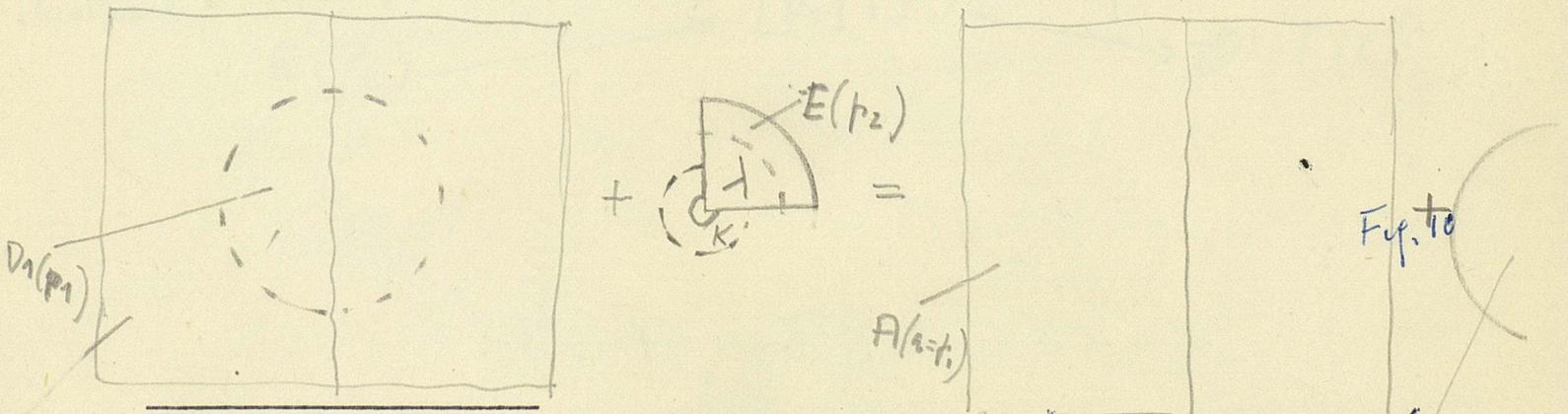
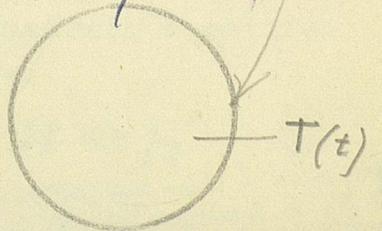


Fig. 10

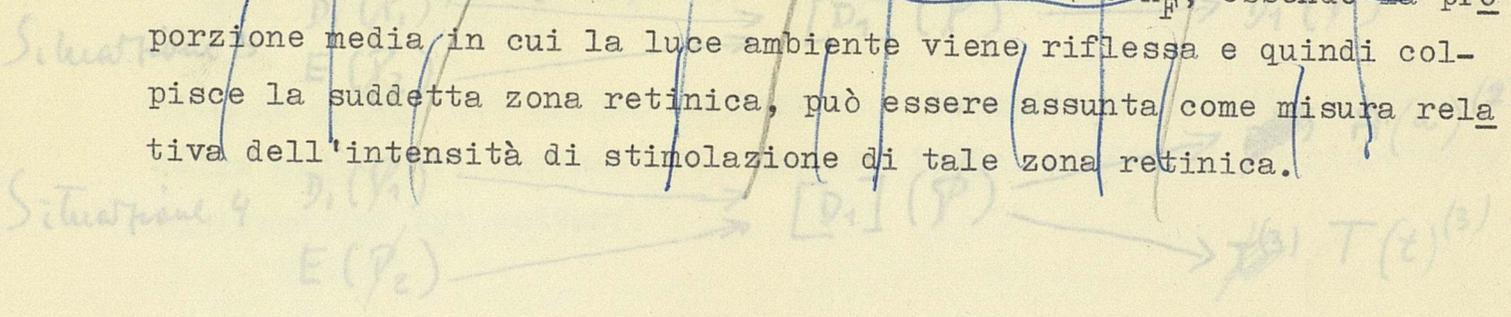
(V) t_2 è la somma dei tempi in cui sono presenti il 1° e il 2° settore dell'episcotista.



In questa situazione il rendimento percettivo si modifica radicalmente: in corrispondenza al cerchio tracciato dall'episcotista ruotante si percepisce una superficie trasparente (un velo, un vetro affumicato); il quadrato bicolore retrostante è visto direttamente nelle sue parti periferiche e "attraverso" la superficie trasparente nella sua parte centrale.

d'altra parte
Tuttavia, per quanto riguarda la luce riflessa dalla zona semicircolare corrispondente al semicerchio D_1 , la situazione 4 non presenta nessun mutamento. *rispetto alla situazione 3.* Infatti anche in questo caso si ha alternanza di una superficie con albedo P_1 e di una superficie con albedo P_2 , e le durate delle due superfici stanno fra loro nel rapporto in cui stanno le ampiezze delle aperture e dei settori dell'episcotista. Solo che in questo caso non c'è nessuna superficie di fusione a cui corrisponda l'albedo P_f calcolata a mezzo della formula.

Si può tuttavia attribuire un significato a P_f in termini di stimolazione prossimale. ~~Infatti la zona retinica corrispondente a D_1 è stimolata in modo uguale nelle situazioni 1-4 e A_f , essendo la proporzione media in cui la luce ambiente viene riflessa e quindi colpisce la suddetta zona retinica, può essere assunta come misura relativa dell'intensità di stimolazione di tale zona retinica.~~



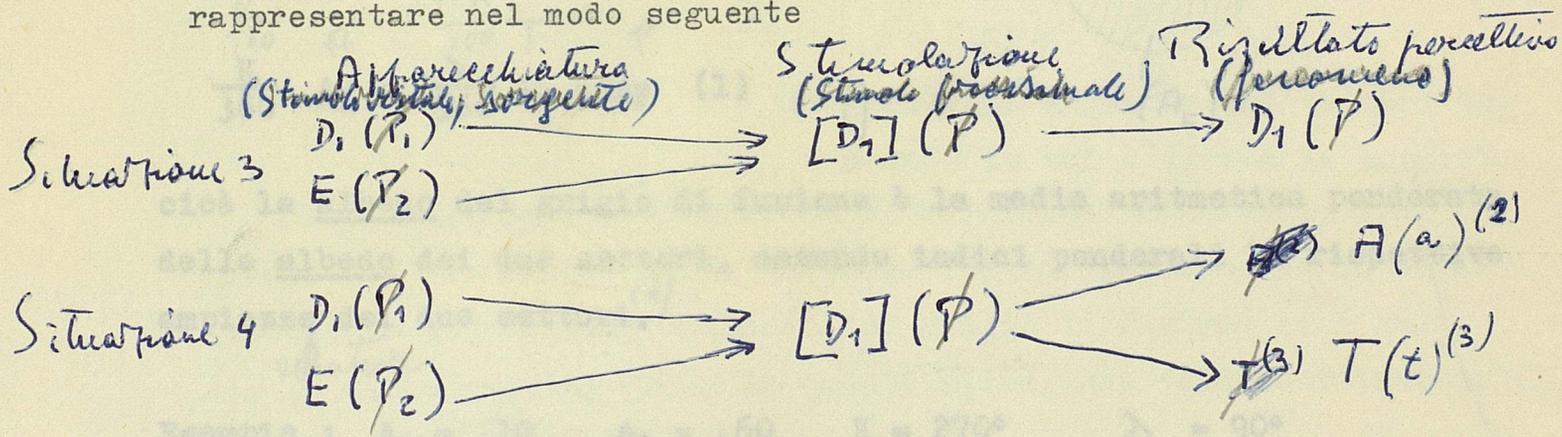
(1) Consideriamo nella descrizione solo metà del quadrato bicolore come avevamo considerato solo il semicerchio D_1 .

(2) Oggetto visto per trasparenza, di albedo $P_f = P_1$

(3) Oggetto trasparente, di albedo P_f e di spessore t tale che $t \cdot P_f = P_1$

Infatti la regione retinica corrispondente alla proiezione di D_1 è stimolata da un'alternanza rapida di due diverse intensità di stimolo, producente un effetto pari alla stimolazione costante proveniente da una superficie di albedo P_1 .

La situazione 3 e la situazione 4 producono dunque per effetto della stimolazione alternata prodotta dalla superficie D_1 con albedo P_1 e dell'episcotista E con albedo P_2 uno stesso effetto di stimolazione $[D_1]$ sulla zona retinica $[D_1]$ corrispondente alla proiezione retinica della superficie D_1 . Ma mentre nella situazione 3 il risultato percettivo è una superficie D_1 di una tonalità di grigio corrispondente ad una albedo P_1 , nella situazione 4 il risultato percettivo è una superficie trasparente T attraverso a cui si vede una superficie di colore corrispondente ad una albedo P_1 (1) una parte della quale è direttamente visibile. Le due situazioni si possono rappresentare nel modo seguente



(1) Consideriamo nella descrizione solo metà del quadrato bicolore come avevamo considerato solo il semicerchio D_1 .

(2) Oggetto visto per trasparenza, di albedo $a = P_1$
 (3) Oggetto trasparente T , di albedo t che può essere, ma non è necessario, uguale a P_2

Lo studio delle condizioni cromatiche della trasparenza offre l'opportunità di un'impostazione teorica.

1. Partiamo dall'espressione quantitativa del fenomeno della fusione cromatica (Legge di Talbot) in un disco di Maxwell ^(Fig. 1) costituito da ^(Situazione 1) due settori grigi (S_1 e S_2) di chiarezza diversa. Assumendo come misura dei grigi dei due settori le rispettive albedo (cioè la proporzione della luce ambiente che ognuno di essi riflette), ed essendo A_1 l'albedo del settore S_1 , A_2 l'albedo del settore S_2 , A_F l'albedo del grigio di fusione (ottenuto facendo ruotare ad alta velocità il disco di Maxwell), K la misura in gradi del settore S_1 , $\lambda = 360 - K$ la misura in gradi del settore S_2 , la relazione fra le albedo dei due settori e l'albedo del grigio di fusione è data dall'espressione algebrica

$$\frac{\frac{K}{100} A}{\frac{K}{360}} + \frac{\frac{1-K}{100} T}{\frac{\lambda}{360}} = A_F \quad (1)$$

cioè la albedo del grigio di fusione è la media aritmetica ponderata delle albedo dei due settori, essendo indici ponderali le rispettive ampiezze dei due settori.⁽¹⁾

Esempio : $A_1 = .10$ $A_2 = .60$ $K = 270^\circ$ $\lambda = 90^\circ$

$$\frac{270}{360} \cdot .10 + \frac{90}{360} \cdot .60 = (.75)(.10) + (.25)(.60) = .075 + .15 = .225$$

L'albedo del grigio di fusione A_F sarà pari a .225.

(1) in cui cioè le due albedo vengono prese proporzionalmente alle ampiezze dei rispettivi settori

Situazione 2

Consideriamo ora una situazione diversa, ^{(Fig. 2) Schwarz} ~~una~~ analoga. Un episcotista grigio E ruota a velocità di fusione ^{inmediatamente} davanti ad un disco grigio ^(Situazione 2) D_0 immobile, concentrico, di raggio uguale. La albedo del disco retrostante immobile è A_1 pari a quella del settore S_1 , la albedo dell'episcotista è A_2 , pari a quella del settore S_2 , i settori dell'episcotista sottendono, in totale un angolo λ (pari a quello del settore S_2) e di conseguenza l'apertura ^{comp. busca} dell'episcotista è ^{cioè alla} complessivamente corrispondente ad K , ^{(la misura dell'angolo formato dal settore S_1).}

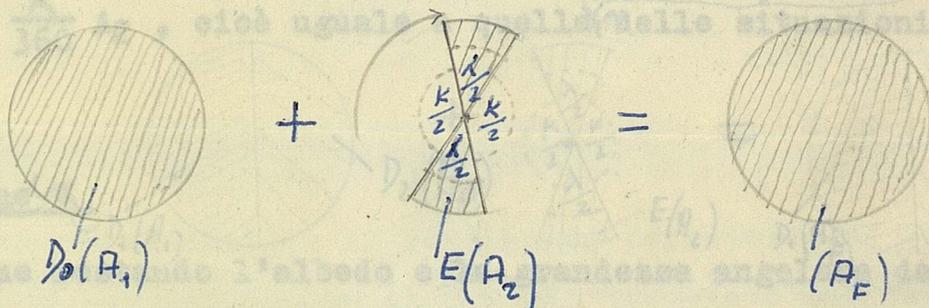


Fig. 2

Poichè in queste condizioni si ha fusione cromatica, e le albedo e le proporzioni delle componenti sono uguali a quelle della precedente situazione, l'albedo del grigio di fusione sarà pure A_F . In altre parole, anche in questa situazione vale la relazione (1).

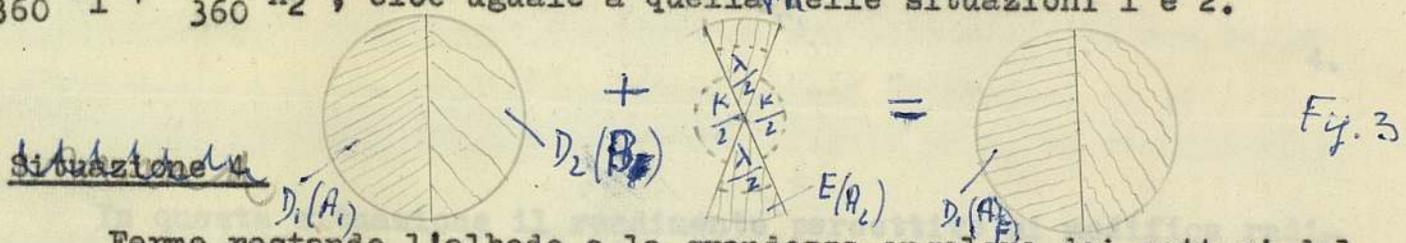
Situazione 3

Introduciamo ora una ulteriore modificazione. ^(Situazione 3) Ferma restando l'ampiezza angolare λ e l'albedo A_2 dell'episcotista, il disco retrostante concentrico ^{D_0} di raggio uguale è costituito da due semicerchi (D_1 e D_2), grigi di chiarezza diversa, di cui uno (D_1) ha,

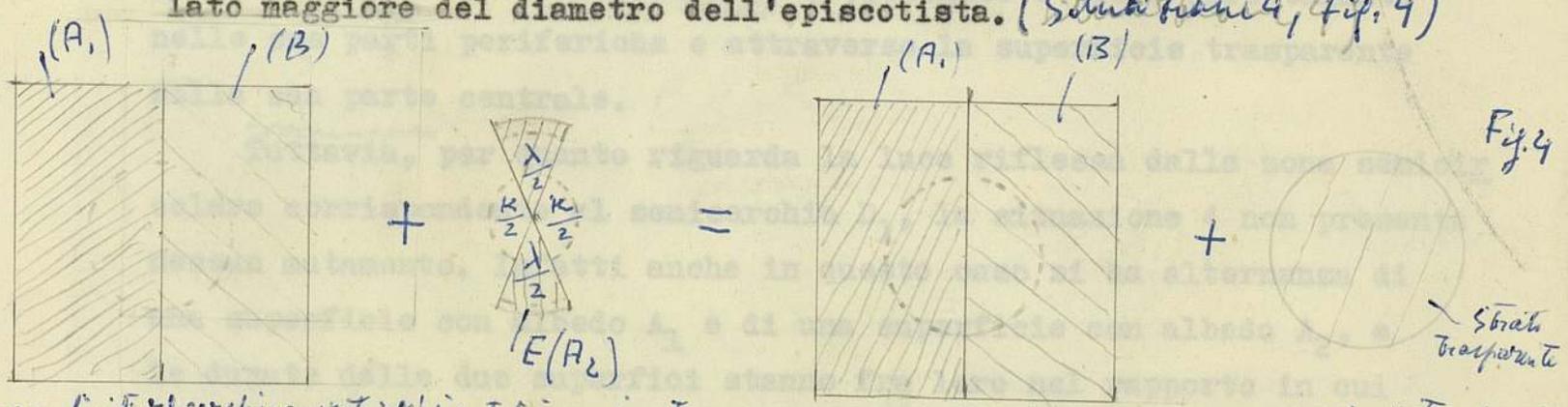
come il disco nella situazione 1 e il settore S_1 nella situazione 2, albedo A_1 , mentre l'altro (D_2) ha l'albedo B. (Fig. 3)

In questa situazione, se la distanza fra l'episcotista e il cerchio è minima, si ha pure fusione cromatica, e il risultato della fusione è un disco diviso in due semicerchi di diversa chiarezza. ~~Quale sarà l'albedo del semicerchio di fusione localizzato su D_1 ?~~

Tenendo presente che in ogni unità di superficie della zona D_1 è presente per un tempo t_1 la superficie D_1 con albedo A_1 e per un tempo t_2 la superficie E dell'episcotista (1), con albedo A_2 , e che $t_1 : t_2 = K : \lambda$, si ha come risultato che l'albedo A_F del semicerchio di fusione localizzato su D_1 sarà anche in questo caso pari a $\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2$, cioè uguale a quella ^{nel disco di fusione} nelle situazioni 1 e 2.



2. Ferme restando l'albedo e la grandezza angolare dei settori dell'episcotista e la albedo delle due zone in cui è divisa la superficie retrostante, muta la forma di quest'ultima, che è quadrata e di lato maggiore del diametro dell'episcotista. (Soluzione 4, Fig. 4)



..... limite del cerchio generato dall'episcotista in movimento e delle zone corrispondenti D_1 e D_2

..... limite della zona coperta dallo strato trasparente (zone corrispondenti a D_1 e D_2)

(1) t_2 è la somma dei tempi in cui sono presenti il 1° e il 2° settore dell'episcotista.

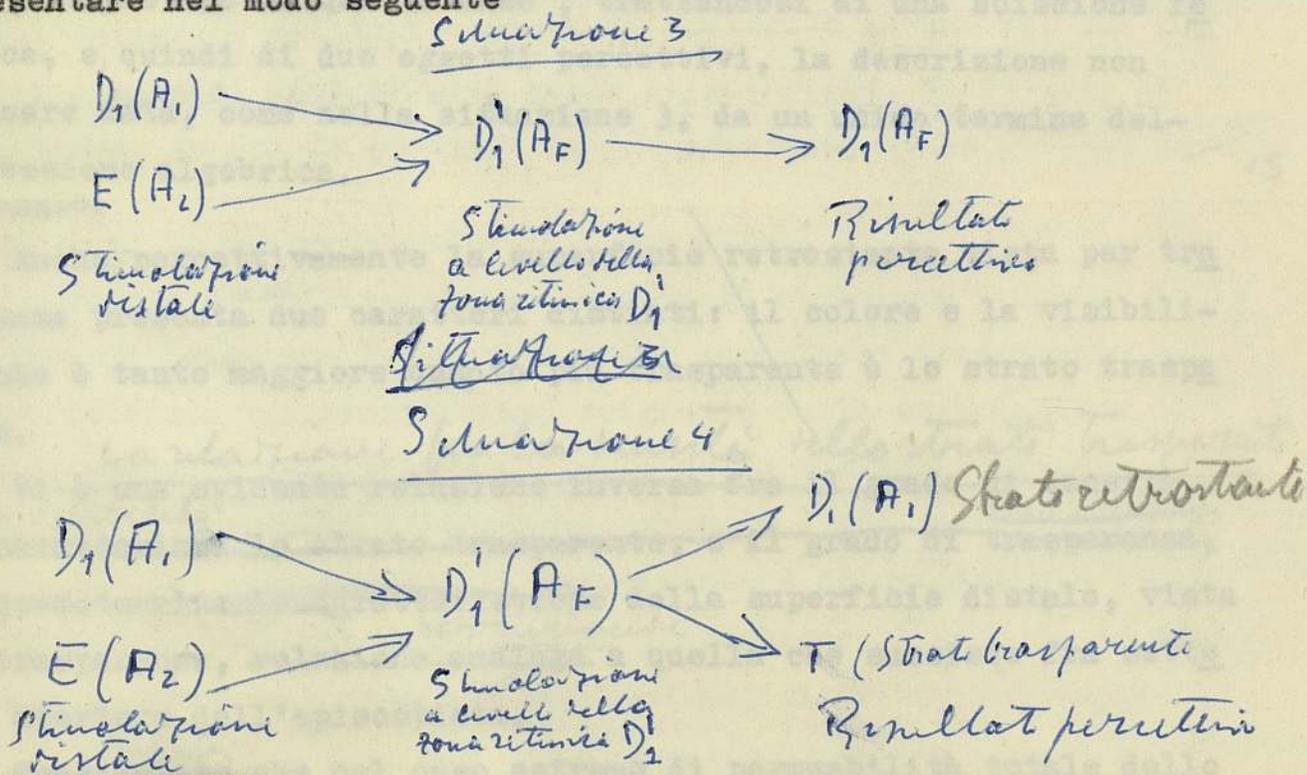
In questa situazione il rendimento percettivo si modifica radicalmente: in corrispondenza al cerchio tracciato dall'episcotista ruotante si percepisce una superficie trasparente (~~un velo, un vetro~~ ^{effumicato}); il quadrato bicolore retrostante è visto direttamente nelle sue parti periferiche e attraverso la superficie trasparente nella sua parte centrale.

~~Comunque~~
Tuttavia, per quanto riguarda la luce riflessa dalla zona semicircolare corrispondente al semicerchio D_1 , la situazione 4 non presenta nessun mutamento. Infatti anche in questo caso si ha alternanza di una superficie con albedo A_1 e di una superficie con albedo A_2 , e le durate delle due superfici stanno fra loro nel rapporto in cui stanno le ampiezze delle aperture e dei settori dell'episcotista. So lo che in questo caso non c'è nessuna superficie di fusione a cui corrisponda l'albedo A_F calcolata a mezzo della formula.

Si può tuttavia attribuire un significato ad A_F in termini di ^{comunicazione} stimolazione prossimale.

Infatti la regione retinica corrispondente alla proiezione di D_1 è stimolata da un'alternanza rapida di due diverse intensità di stimolo, producente un effetto pari alla stimolazione costante proveniente da una superficie di albedo A_F .

La situazione 3 e la situazione 4 producono dunque per effetto della stimolazione alternata prodotta dalla superficie D_1 con albedo A_1 e dell'episcotista E con albedo A_2 uno stesso effetto di stimolazione A_F sulla zona retinica D_1' corrispondente alla proiezione retinica della superficie D_2 . Ma mentre nella situazione 3 il risultato percettivo è una superficie D_1 di una tonalità di grigio corrispondente ad una albedo A_F , nella situazione 4 il risultato percettivo è una superficie trasparente T attraverso a cui si vede una superficie di colore corrispondente ad una albedo A_1 (1) una parte della quale è direttamente visibile. Le due situazioni si possono rappresentare nel modo seguente



(1) Consideriamo nella descrizione solo metà del quadrato bicolore come avevamo considerato solo il semicerchio D_1 .

QUELLE

Stip

PHANOMEN

Nella situazione 3 la formulazione algebrica ~~descrive~~

$$\frac{\alpha}{360} A_1 + \frac{\beta}{360} A_2 = A_F$$

$\alpha A + \beta B = P$

descrive in A_F tanto l'effetto di stimolazione retinica quanto il dato fenomenico. *(Trascurando eventuali effetti di interazione)*

Nella situazione 4 l'espressione algebrica rimane immutata per quanto riguarda l'effetto di stimolazione retinica; resta da esprimere algebricamente il risultato percettivo.

E' chiaro che in questo caso, trattandosi di una scissione fenomenica, e quindi di due oggetti percettivi, la descrizione non può essere data, come nella situazione 3, da un unico termine dell'espressione algebrica.

~~L'analogia e la stretta~~ corrispondenza termine a termine che in questo caso sussiste tra stimolo distale e risultato percettivo suggerisce di esaminare la possibilità di partire dalla descrizione matematica del primo per giungere al secondo. 

Consideriamo anzitutto lo strato trasparente: nello stimolo distale vi corrisponde l'episcotista in rotazione, e l'azione che esso esercita sulla retina dipende dal colore e dall'ampiezza dei settori, che sono rappresentati ambedue nell'equazione, nel secondo termine del binomio: *il colore nell'episcotista α e T , l'ampiezza relativa complessiva $\alpha \beta$.*

(Anche) ^{percettivamente} lo strato trasparente ^{pure} presenta due dimensioni o modalità, il colore e il grado di densità dello strato. il quale, indipendentemente dalla qualità del colore (bianco, grigio, nero) è tanto più colorato quanto più è denso. *Ritornando alle xmpo distale* Della superficie retrostante - di cui abbiamo preso in considerazione solo il semicerchio D_1 ^{generato} *(giacitura icamente)* dall'estremità dell'episcotista in movimento su uno dei due rettangoli - agisce, agli effetti della stimolazione, il colore, ma nella misura in cui le aperture dell'episcotista ne permettono il passaggio. *caso di opacità (coefficiente 1) è il colore "normale"*

Anche ^{percettivamente} la superficie retrostante vista per trasparenza presenta ^{due} due caratteri distinti: il colore e la visibilità, che è tanto maggiore quanto più trasparente è lo strato trasparente.

La relazione fra la densità dello strato trasparente
~~Vi è una evidente relazione inversa fra il grado di densità, che caratterizza lo strato trasparente, e il grado di trasparenza, che co-determina le caratteristiche della superficie distale, vista per trasparenza, relazione analoga a quella che sussiste fra settori e aperture dell'episcotista.~~
e la visibilità *corrispondente*

Considerato ^{infatti} che nel caso estremo di permeabilità totale dello strato trasparente il colore di quella parte della superficie di-

(1) *È da sottolineare il fatto che nel caso estremo di permeabilità totale...*

stale che si trova dietro l'episcotista è visibile come la parte periferica, ~~direttamente visibile~~, di quella stessa superficie, e non ne differisce per nessun aspetto; mentre nell'altro caso estremo della permeabilità nulla il colore della superficie distale dietro l'episcotista non è affatto visibile attraverso lo strato prossimale, ^{Retro} l'espressione quantitativa adeguata per la superficie distale vista per trasparenza sarà il numero che esprime la misura del colore (nel caso delle tonalità della scala bianco-nero, la albedo) moltiplicato per un coefficiente che varia da zero a 1, col variare della trasparenza dello strato prossimale. (1)

Quanto allo strato trasparente, le due dimensioni, il colore e il grado di densità si possono pure esprimere adeguatamente con un numero che esprime la misura del colore, e con un coefficiente di opacità, ^{che} ~~l'inverso del coefficiente di trasparenza~~, ^{in quanto tale coefficiente} che dovrà essere zero se il coefficiente di trasparenza è 1 e viceversa. Il prodotto fra ^{la misura del colore e il coefficiente moltiplicativo} ~~i due numeri~~ definisce la proporzione di colore dispersa nello strato, che è zero nel caso di perfetta trasparenza, mentre nel caso di opacità (coefficiente 1) è il colore "normale".

Abbiamo in tal modo definito i due strati.

La teoria di Koffka-Heider, secondo la quale per i colori delle superfici di scissione fenomenica (cioè superficie trasparente e superficie vista per trasparenza) originati dalla stimolazione di una zona retinica sono valide le leggi della fusione cromatica, ^{in quanto la stimolazione retinica che corrisponde alla fusione cromatica dei due strati, espressa secondo la legge di Talbot,} ci consente di scrivere l'equazione, Siccome i due termini, per effetto dei due coefficienti di trasparenza e di opacità che sommati danno l'unità, sono espressi in proporzione, l'effetto di fusione viene espresso mediante una semplice addizione. Avremo dunque

$$\alpha A + (1 - \alpha) T = P \quad (2) \text{ Equazione della trasparenza per fusione cromatica}$$

in cui α è il coefficiente di trasparenza, $(1 - \alpha)$ ~~è~~ il suo inverso che misura l'opacità, A il colore della superficie distale

(1) E' da sottolineare il fatto che al caso estremo di permeabilità nulla corrisponde la normale situazione di figura e spazio o più in generale di doppia rappresentazione con rappresentazione anadale della superficie retrostante. 17

T il colore dello strato trasparente P la misura della stimolazione prossimale, cioè il colore che produrrebbe una identica stimolazione prossimale.

Consideriamo ora l'intero passaggio per cui condizioni distali di stimolazione determinano la stimolazione prossimale, e questa a sua volta origina il dato percettivo. L'espressione algebrica è

$$\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2 = A_F = \alpha A + (1 - \alpha) T \quad (3)$$

Se tuttavia riferendoci alla Situazione 4, confrontiamo l'espressione quantitativa della stimolazione distale con quella del dato percettivo, constatiamo

a) che siccome $\frac{K}{360} + \frac{\lambda}{360} = 1$, possiamo definire

$$\alpha = \frac{K}{360} \quad \text{e allora} \quad \frac{\lambda}{360} = 1 - \alpha$$

b) che l'uso di A al posto di A_1 e di T al posto di A_2 è una pura questione di nomenclatura; per cui l'espressione iniziale è uguale all'espressione finale del passaggio.

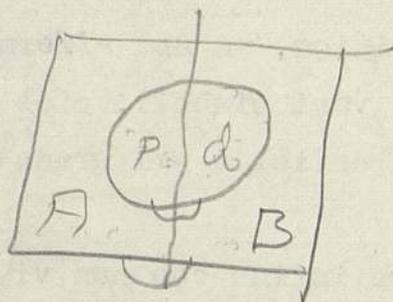
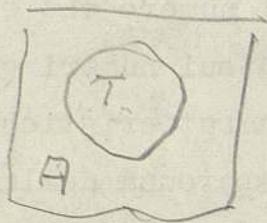
Va tuttavia tenuto presente che ciò non significa affatto che i numeri corrispondenti ai vari simboli siano uguali nella parte iniziale e finale del passaggio, che cioè l'apertura complessiva dell'episcotista, espressa in proporzione, sia uguale al coefficiente di trasparenza α , o che il colore dell'episcotista, A_2 , sia uguale al colore dello strato trasparente T.

Infatti l'equazione $P = \alpha A + (1 - \alpha) T$ differisce dall'equazione $\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2 = A_F$ in quanto nella ^{seconda} ~~prima~~ la stimolazione retinica P è la variabile, mentre nella ~~seconda~~ ^{prima} (dove è simboleggiata da A_F) essa è la funzione. In altre parole, nella ~~prima~~ ^{seconda} equazione, P è il termine noto e ^{l'effetto} il risultato della stimolazione retinica è l'oggetto di studio, l'insieme di incognite che ^{ci si propone di risolvere} ~~si deve prevedere~~. L'equazio

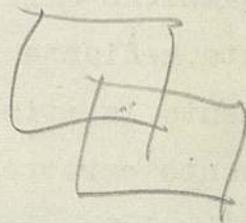
ne afferma soltanto che le incognite sottoposte a quelle particolari operazioni devono dare come risultato il numero che esprime la stimolazione retinica, ma non afferma nulla sui numeri che devono corrispondere ai vari simboli, cioè sulle caratteristiche cromatiche delle due superfici e sul grado di trasparenza della superficie prossimale.

E' da notare infine che non vi è ragione di limitare l'uso dell'equazione alle particolari situazioni in cui la trasparenza è ottenuta mediante rotazione di un episcotista. A parte P α che rappresenta la stimolazione retinica, gli altri simboli rappresentano soltanto caratteri della situazione percettiva: A e T sono tonalità di grigio, espresse, come P, in termini di albedo, e α rappresenta il grado di trasparenza di T. In tal modo la (3) assume il carattere di uno strumento per lo studio quantitativo dei fenomeni percettivi di trasparenza. (1)

$$P = \alpha A + (1 - \alpha) T$$



$$Q = \alpha' B + (1 - \alpha') T'$$



$$\alpha =$$

$$\alpha' =$$

$$T =$$

$$T' =$$

$$\alpha = \frac{P - Q}{A - B}$$

$$P - Q = A - B$$

$$|A - B| \leq |P - Q|$$

$$P > Q \Rightarrow A > B$$

$$T = \frac{AQ - BP}{(A + Q) - (B + T)}$$

* Infatti, ^{presenza in esame} ~~considerando~~ la situazione di Fig. 12, che come ~~risultante~~ è costituita dalla ~~proprietà~~ di quattro ~~zone~~ superfici di riserva di ~~aria~~, ma ~~per~~ ^{per} ~~effetti~~ di stimolazione può essere resa identica alla situazione 4, pur ~~senza~~ ^{senza} ~~fare~~ uso del ~~teorema~~ ^{teorema}, e ~~considerando~~, al solito, soltanto le zone A e P, cioè la metà ^{invece} sinistra della figura,

5. Uno dei vantaggi della formulazione matematica di un fenomeno è che se ne possono rendere esplicite le implicazioni le quali oltre ad estendere la conoscenza del fenomeno, rendono possibili dei controlli empirici della validità della formulazione stessa.

Prima di passare agli sviluppi algebrici conviene tuttavia precisare gli aspetti del fenomeno che ci interessa studiare.

5 Nella formulazione algebrica l'indice di trasparenza α , cioè la misura della permeabilità dello strato trasparente, e ^{l'indice cromatico T,} ~~la misura~~ ^{che misura il} ~~del colore~~ ^{le misure di due} dello strato trasparente, sono ~~evidentemente~~ ^{invarianti} i caratteri costitutivi del fenomeno, dati i quali ~~lo strato trasparente è~~ ^{univocamente definite} come oggetto percettivo. ~~Il colore dello strato opaco A rappresenta~~ ^{no} invece, ~~insieme~~ ^{due} alla misura della stimolazione prossimale P una delle condizioni del fenomeno, che si possono stabilire e variare a piacimento.

Infatti, ^{considerando la situazione di Fig. 12, che dal punto di vista} ~~va notato che nella situazione~~ 4, che per molti aspetti assumeremo come situazione paradigmatica per i fenomeni di trasparenza, ^{vediamo che tanto} ~~le caratteristiche cromatiche~~ ^(è quindi l'effetto di stimolazione) della superficie A si possono determinare senza prendere in considerazione la zona B, e quindi P ^{si possono variare indipendentemente (per soluzioni all'una o all'altra)} prescindendo dai problemi della trasparenza, come quello del grado ~~di permeabilità e comune del "vedere attraverso" allo strato trasparente.~~ ^{di tutti e due le superfici, superfici di riserva che hanno natura altrettanto non si può fare con il colore e la quantità della strato trasparente.} ~~di tutti e due le superfici, superfici di riserva che hanno natura altrettanto non si può fare con il colore e la quantità della strato trasparente.~~ ^{di tutti e due le superfici, superfici di riserva che hanno natura altrettanto non si può fare con il colore e la quantità della strato trasparente.}

Resta ad ogni modo stabilito che anche conoscendo P ed A l'equazione della trasparenza è indeterminata ^{in generale} per la presenza di due incognite, α e T (1). Tuttavia, utilizzando adeguatamente le proprietà

(1) Ciò significa che si può ottenere lo stesso valore di stimolazione retinica variando il colore della superficie opaca retrostante e mantenendo fermo il colore dell'episcotista, o variando il colore dell'episcotista e mantenendo fermo il colore della superficie opaca retrostante, se nel contempo varia il grado di trasparenza, cioè l'ampiezza dell'angolo dell'episcotista. E significa anche che, ferma restando la relazione di Koffka-Heider, per uno stesso valore di stimolazione retinica si possono avere diversi

dei suddetti indici, si giunge a delle interessanti precisazioni.

Convien anzitutto definire mediante l'equazione l'una e l'altra incognita, risolvendo l'equazione successivamente per α e per T.

Risoluzione l'equazione

Si ottiene

$$\alpha = \frac{P - T}{A - T} \quad (4)$$

$$T = \frac{P - \alpha A}{1 - \alpha} \quad (5)$$

*de cosa si
procedere
da questa?*

Se $\alpha \neq 0$ bisogna

Consideriamo la (4).

Sappiamo che α può variare soltanto tra 0 e 1. Cioè $0 \leq \alpha \leq 1$

1 Consideriamo anzitutto la *relazione* $0 \leq \alpha$, cioè $\frac{P-T}{A-T} \geq 0$

Tutta La condizione $\alpha \geq 0$ implica che nella formula $\alpha = \frac{P-T}{A-T}$, (P-T) e (A-T) abbiano lo stesso segno, cioè il risultato della somma algebrica deve essere, in tutti e due i casi, o positivo o negativo.

Si distinguono perciò due possibilità.

A (P-T) ed (A-T) positivi
ossia $(P-T) \geq 0, (A-T) \geq 0$

cioè

$$P \geq T, \quad A \geq T \quad (a)$$

2. considerando ora l'altra disuguaglianza

$\alpha \leq 1$, da cui e cioè

$$\frac{P - T}{A - T} \leq 1$$

in relazione ai due casi A e B

B (P-T) ed (A-T) negativi
ossia $(P-T) \leq 0, (A-T) \leq 0$

cioè

$$P \leq T, \quad A \leq T \quad (c)$$

e considerando l'altra disuguaglianza

$\alpha \leq 1$, da cui

$$\frac{P - T}{A - T} \leq 1$$

(continuazione nota di pag. 11)

colori (acromatici) di sfondo, fermo restando il colore del velo trasparente, o diversi colori del velo trasparente, fermo restando il colore dello sfondo visto per trasparenza, se varia il grado di trasparenza. Infatti $.225 = P = (.50)(.10) + (.50)(.350)$ se l'indice di trasparenza α è .50 (e rispettivamente se l'episcotista è di $90^\circ + 90^\circ = 180^\circ$), mentre se l'indice di trasparenza è .75 (e rispettivamente l'episcotista è di $45^\circ + 45^\circ = 90^\circ$, e quindi il "vuoto" è di 270°) si può avere la stessa stimolazione retinica .225 senza variare l'albedo della superficie vista per trasparenza .10 ma variando il "colore" del velo trasparente $.225 = P = (.75)(.10) + (.25)(.60)$.

chiama

nella bita sopra il punto

A. Siccome $(A-T)$ è positivo, moltiplicando i membri per $(A-T)$, il verso della disuguaglianza non muta

$$\frac{P-T}{A-T} (A-T) \leq 1(A-T) \text{ da cui}$$

$$(P-T) \leq (A-T)$$

$$\text{ossia } P \leq A \quad (b)$$

ed associando (a) e (b)

$$A \geq P \geq T$$

B. Siccome $(A-T)$ è negativo, moltiplicando ambedue i membri per $(A-T)$, si inverte il verso della disuguaglianza

$$\frac{P-T}{A-T} (A-T) \geq 1(A-T)$$

$$(P-T) \geq (A-T)$$

$$\text{ossia } P \geq A \quad (d)$$

ed associando (c) e (d)

$$T \geq P \geq A$$

Tenendo presente che, essendo P, A, T tonalità di chiaroscuro espresse in termini di albedo (1), $>$ significa più chiaro, e trascurando per il momento i casi particolari di uguaglianza ($P=A, A=T, T=P$) i risultati dedotti dall'equazione della trasparenza si possono così esprimere: se A (colore della superficie retrostante) è più chiaro di P (cioè del colore corrispondente alla stimolazione retinica), allora T (colore dello strato trasparente) è più scuro di P (e quindi anche di A); se invece A è più scuro di P , T è più chiaro di P (e di A).

< Tradurre in termini matematici che è ovvio >

L'interesse della deduzione appare limitato, non solo perché una semplice ispezione della formula porta a concludere nello stesso senso, anche senza ricorrere ad una deduzione rigorosa, ma soprattutto perché, essendo A una componente di P , non appare possibile far variare A e P indipendentemente.

Ciò è esatto, finché si ricorre alla tecnica dell'episcotista. Ma, come è stato rilevato, l'equazione della trasparenza non contenendo nessun riferimento alle condizioni della stimolazione distale,

77
11
(1) T è la misura dell'albedo del settore dell'episcotista, mentre l'albedo del velo trasparente è $(1 - \alpha)T$.

1) Non si può tornare al "colore dell'episcotista"

2) Albedo = riflettanza p. unita di superficie?

3) In questi casi, cosa succede se si usano i colori? In che modo cambia il colore?

è applicabile a qualunque situazione di trasparenza e richiede soltanto che si disponga della misura della stimolazione prossimale.

Una tecnica che consente di variare indipendentemente A e P è quella della giustapposizione di superfici fisicamente opache, dovuta al Metzger. Utilizzando tale tecnica si può riprodurre la situazione di Fig. 4.

Per ragioni di chiarezza, chiamiamo situazione ⁵4A la riproduzione con la tecnica di Metzger della situazione 4, e denominiamo le singole regioni corrispondentemente ai simboli adottati nell'equazione della trasparenza: A e P le regioni corrispondenti rispettivamente alla parte della superficie retrostante visibile direttamente e al semicerchio S_1 adottando i simboli Q e B per le regioni corrispondenti al semicerchio S_2 e alla parte direttamente visibile della superficie retrostante di albedo B, zone che finora non sono state prese in considerazione (Fig. 5.)

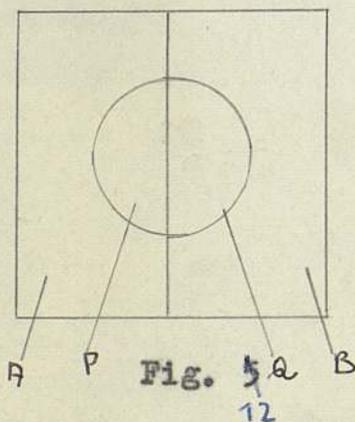


Fig. 5a

Va tenuto presente che nella situazione ⁵4A (Fig. 5) la stimolazione distale è ottenuta per mezzo di quattro diverse superfici grigie opache A, P, Q, B. La stimolazione prossimale si può determinare misurando la albedo delle quattro superfici. Per approssimare la stimolazione prossimale a quella della situazione 4 si possono utilizzare per A e B le stesse superfici grigie nelle due situazioni (4 e 4A), mentre per determinare la stimolazione retinica corrispondente alla zona S_1 (e così pure per la zona S_2) se ne può misurare la albedo ⁽¹⁾ servendosi della tecnica dello schermo di riduzione; si usano allora per le zone P e Q nella situazione 4a, superfici di albedo corrispondente a quella determinata per S_1 e S_2 .

(1) con un fotometro, o con altri metodi

~~E' chiaro che se in condizioni di stimolazione prossimale sono~~ *della situazione*
~~riprodotte direttamente,~~ *5 riproduzione delle situazioni 4* il risultato deve essere identico nei due
 casi: si ottiene infatti anche nella situazione 4a una scissione
 fenomenica del tutto analoga: uno strato trasparente attraverso al
 quale si vede una superficie di colore A (in una metà e nell'altra
 metà una superficie di colore B). Solo che qui le condizioni di *che determinano*
la *stimolazione* ~~distale~~ sono diversissime: in corrispondenza alla zona
 semicircolare S_1 non c'è una superficie retrostante A, e tuttavia
 tale superficie si genera, nella percezione, per effetto dello sdop-
 piamento fenomenico (e altrettanto vale per S_2 e B).

E' chiaro che la tecnica di Metzger consente di variare indipen-
 dentemente le diverse stimolazioni; *potrebbe* *realizzare* si realizzano cioè diverse si-
 tuazioni in cui il valore di stimolazione delle regioni retiniche
 corrispondenti alla proiezione dei quattro campi dello stimolo dista-
 le può essere precisato. Si ottengono in tal modo variazioni nel
 risultato percettivo che vanno dalla opacità totale, corrispondente
 al costituirsi di una struttura di figura-sfondo, attraverso a vari
 gradi di permeabilità di uno strato trasparente, fino alla traspa-
 renza vitrea, e dalla massima chiarezza alla massima oscurità del
 colore dello strato trasparente.

Le condizioni che determinano queste variazioni fenomeniche (di
~~opacità,~~ *trasparenza* misurate da α , e di chiarezza, misurate da T) e le loro mo-
 dalità di azione (le leggi secondo cui agiscono) sono l'oggetto di
 questo studio.

- ~~Un ostacolo che rende scarsamente utilizzabile l'equazione della~~ *ostacolo costituito dall'incertezza dell'equazione*
~~trasparenza è costituito dalla sua indeterminazione, dovuta alla pre-~~ *vella trasparenza, dovuta alla*
~~senza delle due incognite, α e T.~~ *in ipotesi conosciute che*
 L'algebra elementare suggerisce, *la situazione 5 consente di impostare una seconda equazione*
 come superamento di questa difficoltà, l'impostazione di una seconda
 equazione con le stesse due incognite. La situazione 4a, di cui è

1. (Fig. 1-5) In these figures $A = B$ (absence of the necessary condition $A \neq B$). Therefore the prediction is no transparency.

In fact, in Fig. 2, where figural conditions are neutral no transparency is perceived.

Other figures ^{reveal} show interesting exceptions.

In Fig. 3 and 4 there is transparency. But in these cases there is no contradiction to the above prediction. It has to be remembered that A and B are the opaque surfaces, while P and Q are the splitting surfaces. In other words, in these cases we have transparency under the condition $A = B$ only if the light and the dark grey surfaces split. As in Fig. 3 one of the black surfaces splits (besides the dark grey one), and in Fig. 4 the white one (and the light grey), the basic condition is no more $A = B$, but $A = P$ (or $B = Q$) a condition about which the formula does not predict anything.

Fig. 1, on the contrary, seems to be an exception to the rule (anyway, figural conditions are here certainly not neutral). But transparency is only partial: at the right a black square under a grey veil can be perceived, while at the left, transparency is absent. In this special case there seems to be a different form of transparency, because only one of the two surfaces, P and Q , splits, while the other does not.

Fig. 11.

Partiamo dalla nota situazione di Fig. 4. Delle quattro zone di diversa albedo in cui si suddivide ^{tale figura} ~~la Fig. 4~~ due, P e Q costituiscono insieme la regione dello sdoppiamento fenomenico, ^{e formano} ~~Si distinguono due zone perchè producono una diversa stimolazione retinica; ma~~ percettivamente ~~costituiscono~~ ^{costituiscono} uno strato trasparente unitario. Attraverso a questo strato si percepiscono due superfici diverse, il cui limite comune corrisponde al limite fra le zone P e Q. Le zone A e B, ^{che} sono l'una contigua alla zona P e l'altra alla zona Q, e percettivamente "appartengono", l'una alla zona retrostante a P, l'altra alla zona retrostante a Q, e costituiscono, di queste due zone, le parti direttamente visibili perchè non coperte dallo strato trasparente. Perciò, mentre è indifferente quale delle due zone di sdoppiamento sia denominata P e quale Q, ^{si conviene di chiamare A e B} una volta fatta la scelta è rigidamente stabilito quale ha la zona A e quale la zona B. Va precisato inoltre che, percettivamente il limite fra P e Q funziona

superficie
che funziona
come limite
tra A e B
non appartiene
ad A e B
ma
appartiene
allo strato
trasparente

da margine fra A e B e non appartiene ^{funzionalmente} allo strato trasparente; mentre il limite fra A e P, B e Q costituisce il margine dello strato trasparente e non appartiene fenomenicamente ad A e B. Con queste precisazioni diventano chiare le caratteristiche delle quattro zone, ^{che} ~~le~~ quali zone in una figura completamente diversa dalla 4, per es. la 7, debbano essere indicate con i 4 simboli. E' chiaro inoltre che nel caso di una configurazione invertibile le quattro zone cambiano di funzione e quindi deve cambiare la loro denominazione a seconda della regione a cui corrisponde lo sdoppiamento fenomenico.

Così ad esempio in Fig. 8, se è percepito come trasparente il braccio verticale della croce, ^(Fig. 8a) e questo braccio a costituire la zona PQ - e il quadrato centrale costituirà la zona P (Q) mentre le due estremità, superiore e inferiore costituiranno la zona Q (P), le due estremità orizzontali costituiranno la zona A (B) e lo sfondo la zona B (A) - mentre se è percepito come trasparente il brac-

spaziato
stretto

(1) questa parte potrebbe per l'applicazione delle formule si tratta della definizione di P e Q

8. Figures 34-36. As greys P and Q are very similar, α is very little, and therefore the veil T has to be very thick (containing much colour and little of "nothing"). Also this prediction is confirmed.

Lo studio delle condizioni cromatiche della trasparenza offre l'opportunità di un'impostazione teorica.

1. Partiamo dall'espressione quantitativa del fenomeno della fusione cromatica (Legge di Talbot) in un disco di Maxwell ^(S. Maxwell) costituito da due settori grigi (S_1 e S_2) di chiarezza diversa. ^(Fig. 1) Assumendo come misura dei grigi dei due settori la rispettiva albedo (cioè la proporzione della luce ambiente che ognuno di essi riflette), ed essendo A_1 l'albedo del settore S_1 , A_2 l'albedo del settore S_2 , P l'albedo del grigio di fusione (ottenuto facendo ruotare ad alta velocità il disco di Maxwell), K la misura in gradi del settore S_1 , $\lambda = 360 - K$ la misura in gradi del settore S_2 , la relazione fra le albedo dei due settori e l'albedo del grigio di fusione è data dall'espressione algebrica

$$\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2 = A_F \quad (1)$$

$$KA + \lambda C = P$$

ovvero $KA + (1-K)C = P \quad (1)$

cioè la albedo del grigio di fusione è la media aritmetica ponderata delle albedo dei due settori, essendo indici ponderali le rispettive ^{misura (in proporzioni)} ampiezze dei due settori. ⁽¹⁾

Esempio : $A_1 = .10$ $A_2 = .60$ $K = 270^\circ$ $\lambda = 90^\circ$

$$\frac{270}{360} \cdot .10 + \frac{90}{360} \cdot .60 = (.75)(.10) + (.25)(.60) = .075 + .15 = .225$$

L'albedo del grigio di fusione P sarà pari a .225.

(1) in cui cioè le due albedo vengono prese proporzionalmente alle ampiezze dei rispettivi settori

Situazione 2

Consideriamo ora una situazione diversa, ^(Situazione 2) una analoga. Un episcotista grigio E ruota a velocità di fusione ^{invariabilmente} davanti ad un disco grigio ^(Fig. 2) immobile concentrico, di raggio uguale. La albedo del disco retrostante immobile è A_1 , pari a quella del settore S_1 , la albedo dell'episcotista è A_2 , pari a quella del settore S_2 , i settori dell'episcotista sottendono, in totale un angolo λ (pari a quello del settore S_2) e di conseguenza l'apertura ^{complessiva} dell'episcotista è ^{cioè alla} complessivamente corrispondente ad K , la misura dell'angolo formato dal settore S_1 .

Poichè in queste condizioni si ha fusione cromatica, e le albedo e le proporzioni delle componenti sono uguali a quelle della precedente situazione, l'albedo del grigio di fusione sarà pure P_{A_2} . In altre parole, anche in questa situazione vale la relazione (1).

Situazione 3

Introduciamo ora una ulteriore modificazione. ^(Situazione 3) Ferma restando l'ampiezza angolare λ e l'albedo A_2 dell'episcotista, il disco retrostante concentrico e di raggio uguale ^è costituito da due semicerchi (D_1 e D_2), grigi di chiarezza diversa, di cui uno (D_1) ha,

come il disco nella situazione 1 e il settore S_1 nella situazione 2, albedo A_1 , mentre l'altro (D_2) ha l'albedo B. (Fig. 3)

In questa situazione, se la distanza fra l'episcotista e il cerchio è minima, si ha pure fusione cromatica, e il risultato della fusione è un disco diviso in due semicerchi di diversa chiarezza. Quale sarà l'albedo del semicerchio di fusione localizzato ⁱⁿ ~~su~~ D_1 ?

Tenendo presente che in ogni unità di superficie della zona D_1 è presente per un tempo t_1 la superficie D_1 con albedo A_1 e per un tempo t_2 la superficie E dell'episcotista (1), con albedo A_2 , e che $t_1 : t_2 = K : \lambda$, si ha come risultato che l'albedo A_F del semicerchio di fusione localizzato ⁱⁿ ~~su~~ D_1 sarà anche in questo caso pari a $\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2$, cioè uguale a quella ^{del disco di fusione} delle situazioni 1 e 2.

Situazione 4

2. Ferme restando l'albedo e la grandezza angolare dei settori dell'episcotista e la albedo delle due zone in cui è divisa la superficie retrostante, muta la forma di quest'ultima, che è quadrata e di lato maggiore del diametro dell'episcotista. (Situazione 4, Fig. 4)

(1) t_2 è la somma dei tempi in cui sono presenti il 1° e il 2° settore dell'episcotista.

In questa situazione il rendimento percettivo si modifica radicalmente: in corrispondenza al cerchio tracciato dall'episcotista ruotante si percepisce una superficie trasparente (~~un velo, un metro affumicato~~); il quadrato bicolore retrostante è visto direttamente nelle sue parti periferiche e attraverso la superficie trasparente nella sua parte centrale.

Tuttavia, per quanto riguarda la luce riflessa dalla zona semicircolare corrispondente al semicerchio D_1 , la situazione 4 non presenta nessun mutamento. Infatti anche in questo caso si ha alternanza di una superficie con albedo A_1 e di una superficie con albedo A_2 , e le durate delle due superfici stanno fra loro nel rapporto in cui stanno le ampiezze delle aperture e dei settori dell'episcotista. So lo che in questo caso non c'è nessuna superficie di fusione a cui corrisponda l'albedo A_F calcolata a mezzo della formula.

Si può tuttavia attribuire un significato ad A_F in termini di stimolazione prossimale. Infatti la zona retinica corrispondente a D_1 è stimolata in modo uguale nelle situazioni 1-4 e A_F , essendo la proporzione media in cui la luce ambiente viene riflessa e quindi colpisce la suddetta zona retinica, può essere assunta come misura relativa dell'intensità di stimolazione di tale zona retinica.

Infatti la regione retinica corrispondente alla proiezione di D_1 è stimolata da un'alternanza rapida di due diverse intensità di stimolo, producente un effetto pari alla stimolazione costante proveniente da una superficie di albedo A_1 .

La situazione 3 e la situazione 4 producono dunque per effetto della stimolazione alternata prodotta dalla superficie D_1 con albedo A_1 e dell'episcotista E con albedo A_2 *una stimolazione non omogenea* ~~uno stesso effetto di stimolazione A_1~~ *corrispondente a una uguale proporzione A_2 della illuminazione ambientale* sulla zona retinica D_1' corrispondente alla proiezione retinica della superficie D_1 . Ma mentre nella situazione 3 il risultato percettivo è una superficie D_1 di una tonalità di grigio corrispondente *a quella di una superficie di albedo A_1* ~~ad una albedo A_1~~ , nella situazione 4 il risultato percettivo è una superficie trasparente T attraverso a cui si vede una superficie di colore corrispondente ad una *superficie di* ~~albedo A_1~~ (1) una parte della quale è direttamente visibile. Le due situazioni si possono rappresentare nel modo seguente

$$\frac{1}{350} + \frac{2}{350} = \frac{3}{350}$$

(1) Consideriamo nella descrizione solo metà del quadrato bicolore come avevamo considerato solo il semicerchio D_1 .

Nella situazione 3 la formulazione algebrica ~~descrive~~

$$\frac{\lambda}{360} A_F + \frac{\lambda}{360} G_F = G_F P$$

descrive in A_F tanto l'effetto di stimolazione retinica quanto il dato fenomenico.

Nella situazione 4 l'espressione algebrica rimane immutata per quanto riguarda l'effetto di stimolazione retinica; resta da esprimere algebricamente il risultato percettivo.

E' chiaro che in questo caso, trattandosi di una scissione fenomenica, e quindi di due oggetti percettivi, la descrizione non può essere data, come nella situazione 3, da un unico termine del-

l'espressione algebrica

~~l'analogia e la stretta~~ ^{la} corrispondenza termine a termine che in questo caso sussiste tra stimolo distale e risultato percettivo suggerisce di esaminare la possibilità di partire dalla descrizione matematica del primo per giungere al secondo. ~~o~~

Consideriamo anzitutto lo strato trasparente: nello stimolo distale vi corrisponde l'episcotista in rotazione, e l'azione che esso esercita sulla retina dipende dal colore e dall'ampiezza dei settori, che sono rappresentati ambedue nell'equazione, nel secondo termine del binomio.

Anche lo strato trasparente presenta due dimensioni o modalità, il colore e il grado di densità dello strato il quale, indipendentemente dalla qualità del colore (bianco, grigio, nero) è tanto più colorato quanto più è denso. Della superficie retrostante - di cui abbiamo preso in considerazione solo il semicerchio D_1 generato dall'estremità dell'episcotista in movimento su uno dei due rettaggoli - agisce, agli effetti della stimolazione, il colore, ma nella misura in cui le aperture dell'episcotista ne permettono il passaggio.

Anche percettivamente la superficie retrostante vista per trasparenza presenta due caratteri distinti: il colore e la visibilità, che è tanto maggiore quanto più trasparente è lo strato trasparente.

Vi è una evidente relazione inversa fra il grado di densità, che caratterizza lo strato trasparente, e il grado di trasparenza, che co-determina le caratteristiche della superficie distale, vista per trasparenza, relazione analoga a quella che sussiste fra settori e aperture dell'episcotista.

Considerato che nel caso estremo di permeabilità totale dello strato trasparente il colore di quella parte della superficie di-

stale che si trova dietro l'episcotista è visibile come la parte periferica, direttamente visibile, di quella stessa superficie, e non ne differisce per nessun aspetto, mentre nell'altro caso estremo della permeabilità nulla il colore della superficie distale dietro l'episcotista non è affatto visibile attraverso lo strato prossimale, l'espressione quantitativa adeguata per la superficie distale vista per trasparenza sarà il numero che esprime la misura del colore (nel caso delle tonalità della scala bianco-nero, la albedo) moltiplicato per un coefficiente che varia da zero a 1, col variare della trasparenza dello strato prossimale.⁽¹⁾

Quanto allo strato trasparente, le due dimensioni, il colore e il grado di densità si possono pure esprimere adeguatamente con un numero che esprime la misura del colore, e con un coefficiente di opacità, l'inverso del coefficiente di trasparenza, ^{in quanto tale coefficiente} ~~che~~ dovrà essere zero se il coefficiente di trasparenza è 1 e viceversa. Il prodotto fra i due numeri definisce la proporzione di colore dispersa nello strato, che è zero nel caso di perfetta trasparenza, mentre nel caso di opacità (coefficiente 1) è il colore "normale".

Abbiamo in tal modo definito i due strati.

La teoria di Koffka-Heider, secondo la quale per i colori delle superfici di scissione fenomenica (cioè superficie trasparente e superficie vista per trasparenza) originate dalla stimolazione di

una zona retinica sono valide le leggi della fusione cromatica, ^{in quanto} ~~la~~ ^{la} stimolazione retinica deve corrispondere alla fusione dei due strati, ^{espressa secondo la legge di Tallent.} ci consente di scrivere l'equazione. Siccome i due termini, per effetto dei due coefficienti di trasparenza e di opacità che sommati danno l'unità, sono espressi in proporzione, l'effetto di fusione viene espresso mediante una semplice addizione. Avremo dunque

$$\alpha A + (1 - \alpha)T = P$$

in cui α è il coefficiente di trasparenza, $(1 - \alpha)$ ~~che~~ il suo inverso che misura l'opacità, A il colore della superficie distale

(1) È da sottolineare il fatto che al caso estremo di permeabilità nulla corrisponde la normale integrazione di doppia rappresentazione (figura e fondo) con rappresentazione amodale della superficie retrostante

T il colore dello strato trasparente P la misura della stimolazione prossimale, cioè il colore che produrrebbe una identica stimolazione prossimale.

Consideriamo ora l'intero passaggio per cui condizioni distali di stimolazione determinano la stimolazione prossimale, e questa a sua volta origina il dato percettivo. L'espressione algebrica è

$$\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2 = A_P = \alpha A + (1 - \alpha) T$$

Se tuttavia riferendoci alla situazione 4, confrontiamo l'espressione quantitativa della stimolazione distale con quella del dato percettivo, constatiamo

a) che siccome $\frac{K}{360} + \frac{\lambda}{360} = 1$, possiamo definire

$$\alpha = \frac{K}{360} \text{ e allora } \frac{\lambda}{360} = 1 - \alpha$$

b) che l'uso di A al posto di A_1 e di T al posto di A_2 è una pura questione di nomenclatura; per cui l'espressione iniziale è uguale all'espressione finale del passaggio.

Va tuttavia tenuto presente che ciò non significa affatto che i numeri corrispondenti ai vari simboli siano uguali nella parte iniziale e finale del passaggio, che cioè l'apertura complessiva dell'episcotista, espressa in proporzione sia uguale al coefficiente di trasparenza α , o che il colore dell'episcotista, A_2 , sia uguale al colore dello strato trasparente T.

Infatti l'equazione $P = \alpha A + (1 - \alpha) T$ differisce dall'equazione

$\frac{K}{360} A_1 + \frac{\lambda}{360} A_2 = A_P$ in quanto nella ^{seconda} prima la stimolazione retinica P è la variabile, mentre nella ^{prima} seconda (dove ^{la stimolazione retinica} è simboleggiato da A_P) essa è la funzione. In altre parole, nella ^{seconda} prima equazione P è il termine noto e ^{l'effetto} il risultato della stimolazione retinica è l'oggetto di studio, l'insieme di incognite che ^{ci si propone di} si deve prevedere. L'equazio

ne afferma soltanto che le incognite sottoposte a quelle particolari operazioni devono dare come risultato il numero che esprime la stimolazione retinica, ma non afferma nulla sui numeri che devono corrispondere ai vari simboli, cioè sulle caratteristiche cromatiche delle due superfici e sul grado di trasparenza della superficie prossimale.

E' da notare infine che non vi è ragione di limitare l'uso dell'equazione alle particolari situazioni in cui la trasparenza è ottenuta mediante rotazione di un episcotista. A parte P ~~eg~~ che rappresenta la stimolazione retinica, gli altri simboli rappresentano soltanto caratteri della situazione percettiva: A e T sono tonalità di grigio, espresse, come P in termini di albedo, e K rappresenta il grado di trasparenza di T. In tal modo la (3) assume il carattere di uno strumento per lo studio quantitativo dei fenomeni percettivi di trasparenza. ~~←~~

(Koffka: Principles, cap. VI, pag. 260)

Trasparenza e costanza. Prima di lasciare l'argomento della costanza cromatica prenderemo in esame un problema strettamente connesso a questo, perchè ci darà ulteriore possibilità di comprendere la stretta connessione dinamica che esiste tra organizzazione spaziale e colore. Abbiamo fatto riferimento a questo problema nella nostra discussione della doppia rappresentazione (pag. 181). Il caso più chiaro di questa forma di organizzazione spaziale si manifesta quando vediamo una superficie attraverso a un'altra. Le condizioni in cui questo fenomeno si manifesta sono state investigate con la massima sistematicità da Fuchs (1923) che dimostrò che la trasparenza dipende da fattori di organizzazione spaziale.

Uno dei metodi impiegati da Fuchs è il metodo dell'episcotista. Un grande disco per la fusione cromatica con un settore colorato ed uno aperto ⁽¹⁾ gira a una certa distanza di fronte a uno schermo nero. Su questo schermo nero c'è una figura colorata. Per scegliere un semplice esempio: l'episcotista è azzurro, la figura è di un giallo complementare. Se osserviamo questa costellazione attraverso a uno schermo di riduzione con due buchi ^{fatti} situati in modo che l'osservatore vede lo sfondo nero (e la parte aperta del disco di fusione cromatica) attraverso ad uno, e la figura gialla attraverso all'altro, il colore dei due buchi ^{fatti} sarà determinato dalla legge di Talbot (vedi cap. IV pagg. 127 e segg.) cioè l'uno sarà di un azzurro fortemente saturo benchè un po' scuro, e l'altro una mistura di azzurro e giallo. Regolando le grandezze del settore azzurro e del settore mancante si può ottenere che questo secondo buco appaia grigio (mescolanza di colori complementari). Se allora si allontana lo schermo di riduzione, conservando soltanto uno schermo che nasconde il motore e con esso la ~~parte~~ metà inferiore del cerchio azzurro, l'osservatore vede una figura gialla

(1) L'episcotista è rappresentato in fig. 8. [Nota dell'autore del presente articolo];
- un disco mancante di un settore -

Fig.

dietro un semicerchio azzurro trasparente, e ^{su} davanti a uno sfondo nero. La figura 78 (~~Fig.~~ ^{in qui Fig. 6}) illustra l'apparecchiatura. A questa percezione corrisponde la seguente stimolazione prossimale: un'area nera, un'area azzurra (mistura di azzurro e nero) che comprende la parte visibile del disco di fusione cromatica con l'eccezione dell'area in cui la figura giace dietro ~~di~~ questo, e un'area neutra (misura di ^t azzurro e di giallo dove il disco di fusione si trova davanti alla figura). ~~Tralasciando da considerare~~ ^{Prese} prescindendo ~~dalla considerazione dell'area nera,~~ ^{A parte l'area nera} troviamo ^{qui} una discrepanza fra stimolazione e apparenza percettiva. L'area della figura gialla è rappresentata doppiamente; essa appare da una lato come parte del semicerchio trasparente azzurro ininterrotto, dall'altra come una figura gialla, e tuttavia sulla retina non c'è né azzurro né giallo ma grigio. Non appena quest'area perde il suo carattere di doppia rappresentazione, quando guardiamo attraverso ad uno schermo di riduzione, essa appare neutra. Perciò i colori visti l'uno dietro l'altro devono essere dovuti alla doppia rappresentazione. ~~E~~ Nello stesso tempo i colori percepiti corrispondono ai colori "reali". Il disco è effettivamente azzurro, la figura effettivamente gialla benchè ~~l'~~immagine retinica che essi producono in combinazione sia neutra. Quest'ultimo fatto comunque non può entrare nella spiegazione, ma piuttosto la spiegazione deve essere tale che la corrispondenza di colori percepiti e colori reali derivi da essa. La spiegazione deve, come abbiamo già stabilito, ~~ess~~ partire dal fatto della doppia rappresentazione. Ci sono molti fattori in azione i quali producono questo tipo di organizzazione - in primo luogo fattori figurali come quelli che abbiamo discusso in precedenza, e in secondo luogo fattori di rilievo spaziale i quali fanno sì che la figura appartenga al

piano dello sfondo. Doppia rappresentazione significa nel nostro caso che il semicerchio è visto come una figura unitaria. Come tale esso ha la tendenza ad apparire di un colore uniforme (vedi cap. IV pag. 135). Ciò sembra essere impedito dalla inomogeneità della stimolazione che ha luogo al suo interno, dove un'area neutrale ne interrompe una azzurra. Ma quest'area è doppiamente rappresentata, ad essa corrispondono due superfici, una dietro l'altra. Quella davanti, appartenendo al semicerchio trasparente è sottoposta ad una pressione che la spinge a diventare azzurra. Tutto si spiegherebbe allora che potessimo fare l'ipotesi che se una stimolazione neutra dà luogo alla percezione di due superfici una delle quali è colorata, allora l'altra deve assumere una colorazione complementare. In altre parole noi applichiamo le leggi della mescolanza cromatica alla scissione dell'effetto di una ~~stimolazione neutra~~ ^{Se $Y + B = G$, allora $G - B = Y$ ($Y = \text{giallo}$, $B = \text{azzurro}$)} ~~Se giallo + azzurro = grigio, allora grigio - azzurro = giallo.~~ La figura, secondo questa spiegazione, apparirebbe gialla, non perchè è realmente gialla, ma perchè la stimolazione neutrale che si produce per effetto delle condizioni dell'esperimento è forzata a produrre due piani, uno dei quali è azzurro.

non va cancellato

La validità di questa spiegazione fu controllata da Grace Heider in una serie di esperimenti. Secondo l'ipotesi il fatto che la stimolazione neutrale dell'area è in ~~realtà~~ ^{realtà} prodotta da una mescolanza di luce azzurra e gialla non conta per nulla. Tutto ciò che è necessario è che si determini la doppia rappresentazione e che la superficie che sta davanti appaia azzurra. Perciò fu introdotta la seguente ~~modificazione~~ ^{modificazione} nell'esperimento (vedi fig. 79). La parte inferiore della figura ~~xxxxxx~~ ^{e qui fig. 6a?} fu colorata in rosso e contemporaneamente la parte interna del settore dell'episcotista, ⁱⁿ verde, e i colori e le aperture dell'episcotista regolati in modo che at-

fig.

traverso uno schermo di riduzione la mistura rosso-verde di sotto apparisse perfettamente simile alla ^{mistura} ~~mistura~~ giallo-blu di sopra. Questa modificazione delle condizioni di stimolazione non avrebbe dovuto esercitare alcun effetto sulla percezione del soggetto, e ciò risultò esatto: l'episcotista apparve azzurro, la figura gialla per tutte le ^{relative} superfici; le differenze di stimolazione entro a ciascuna area andarono completamente perdute nella organizzazione percettiva. Lo stesso risultato si ottenne anche quando la parte verde dell'episcotista e la parte rossa della figura furono sostituite con ~~max~~ un disco di fusione cromatica con settori neri e bianchi che davano lo stesso colore neutrale della mistura ~~max~~ blu-giallo esterna (nota 85). Quindi questi esperimenti provano la nostra ipotesi e dimostrano ad un tempo perchè da un lato la trasparenza è di regola accompagnata da costanza cromatica, e dall'altra che questa connessione non è costitutiva, giacchè la trasparenza può anche portare all'opposto della costanza.

(85) Per brevità ho descritto l'esperimento di G. Heider in una forma leggermente diversa da quella in cui esso è stato effettivamente eseguito. Il risultato dell'esperimento effettivamente eseguito, in cui la striscia gialla sporgeva al di là del margine esterno dell'episcotista azzurro, potrebbe essere spiegata diversamente, ma sono stati fatti speciali esperimenti per escludere questa spiegazione. Per non dover parlare di questi ultimi ho scelto la presentazione che è stata riportata nel testo.

⊕
Schematicamente:

Se curvichi $[p] \rightarrow p$

ridetermina $[p] \rightarrow p_1$ allora p_1 e p_2 stanno nel seguente rapporto

$$p_1 + p_2 = p$$

$$p - p_1 = p_2$$

in cui $+$ e $-$ rappresentano

le operazioni di fusione che sono
da definirsi algebricamente

La parte verde dell'episcottista e la parte rossa della figura furono sostituite con un disco di fusione cromatica con settori neri e bianchi che davano lo stesso colore neutrale della mistura ~~XXXXXX~~ div-giallo esterna (nota 85). Quindi questi esperimenti provano la nostra ipotesi e dimostrano ad un tempo perché da un lato la trasparenza è di regola scompartata da costanza cromatica, e dell'altra che questa connessione non è costitutiva, giacché la trasparenza può anche portare all'opposto della costanza.

(85) Per brevità ho descritto l'esperimento di G. Heider in una forma leggermente diversa da quella in cui esso è stato effettivamente eseguito. Il risultato dell'esperimento effettivamente eseguito, in cui la striscia gialla sporgeva al di là del margine esterno dell'episcottista scuro, potrebbe essere esagerata diversamente, ma sono stati fatti speciali esperimenti per escludere questa spiegazione. Per non dover parlare di questi ultimi ho scelto la presentazione che è stata riportata nel testo.