

CORSO MONOGRAFICO.

La percezione dello spazio

- 1) Lo spazio fenomenico: la relazione tra dato fisico (SD), dato fisiologico (SP) e dato fenomenico (F).
- 2) Strutture invarianti dello spazio fenomenico
- 3) Dallo spazio fenomenico allo spazio concettuale

1) Lo spazio fenomenico: la relazione tra dato fisico (SD), dato fisiologico (SP) e dato fenomenico (F).

G. Kanizsa

Lo spazio tridimensionale

Tratto da: Kanizsa, G., Legrenzi, P. e Sonino M. (1983).
Percezione, linguaggio, pensiero. Bologna: il Mulino (cap. 3)

1. Possiamo «vedere» la distanza?

- La risposta del senso comune a questo interrogativo potrebbe essere gli oggetti del mondo fisico *sono* tridimensionali, hanno un certo spessore, sono *effettivamente* situati alcuni più vicino, altri più lontano da noi, i nostri occhi non fanno altro che registrare, constatare, in una parola «percepire» una tale realtà.
- Le difficoltà incominciano quando si riflette sulla struttura dell'occhio e si tien conto delle leggi che regolano il percorso dei raggi luminosi e le loro proiezioni sulla retina.

- Ci si accorge che la retina è una superficie bidimensionale e potrebbe perciò fornirci dei dati solo sulla *direzione dalla quale ci giungono i raggi luminosi*, ma non sulla *distanza delle loro sorgenti*.
- il punto F si proietta al centro della retina, nella fovea f , mentre la *proiezione del punto P* cade su un'altra zona retinica, in p . Questa *diversa localizzazione* nella stimolazione prossimale ci può permettere di distinguere **la posizione** nello spazio visivo di P come diversa da quella di F.

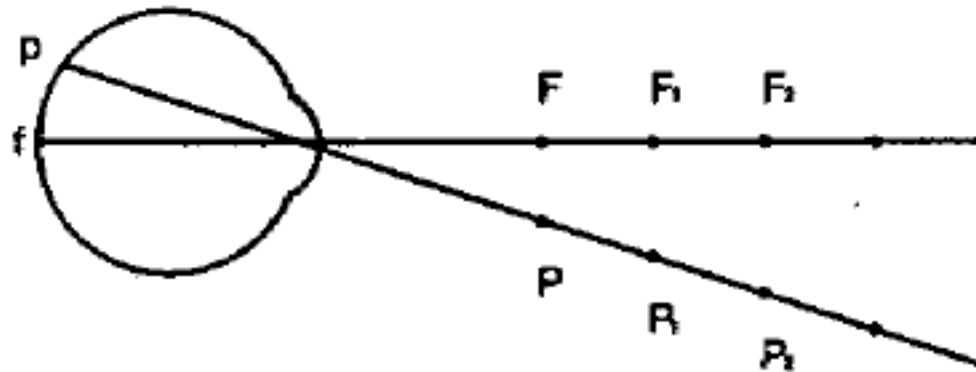
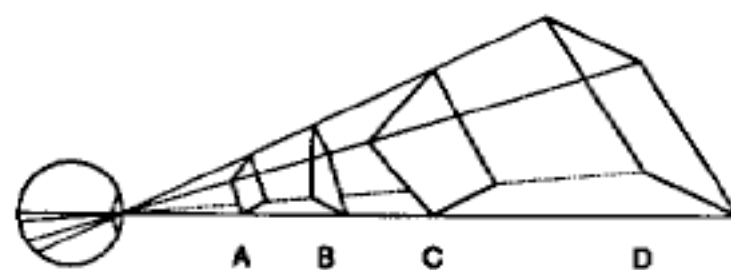
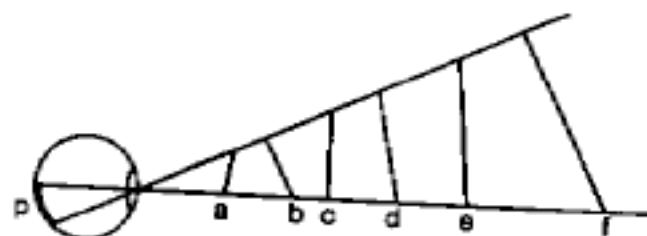
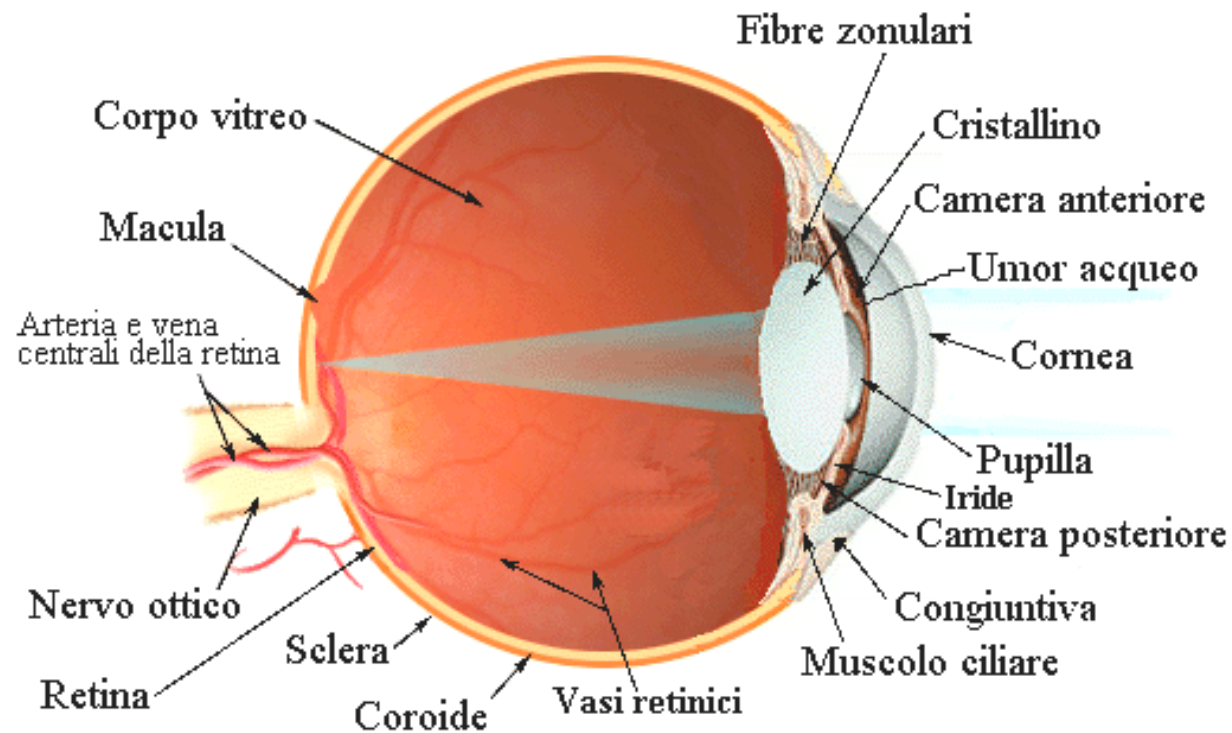


FIG. 1.76. Tutti i punti dello spazio giacenti nella medesima direzione si proiettano sullo stesso punto della retina



FIGG. 1.82. e 1.83. Famiglie di configurazioni equivalenti

Fisiologia dell'occhio

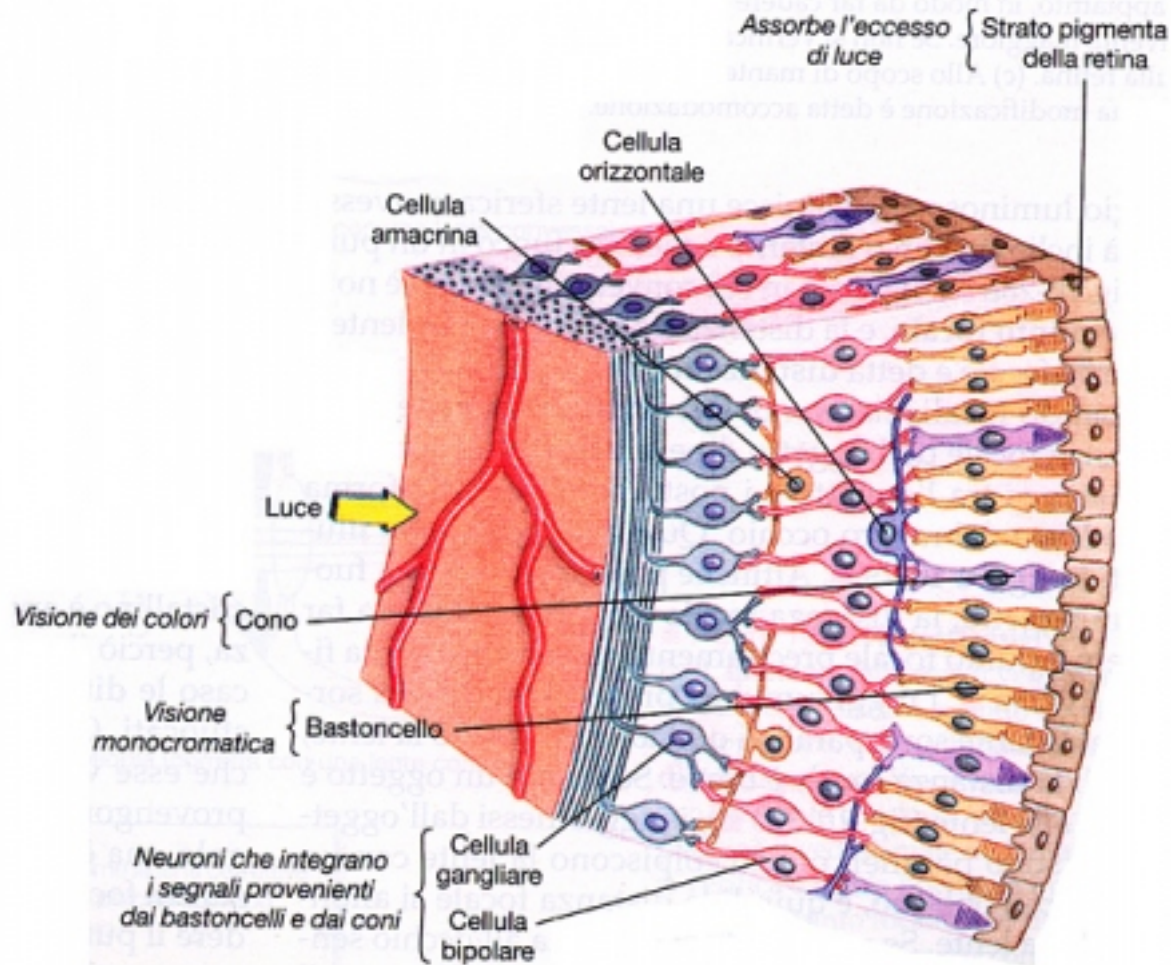


Macula cieca



Chiudete l'occhio sinistro e con il destro fissate la crocetta. Avvicinatevi lentamente allo schermo tenendo sempre fisso lo sguardo sulla crocetta. Ad un certo punto il pallino a destra scomparirà sostituito dallo sfondo grigio: siete finiti dentro alla vostra macula cieca.

La fisiologia della retina



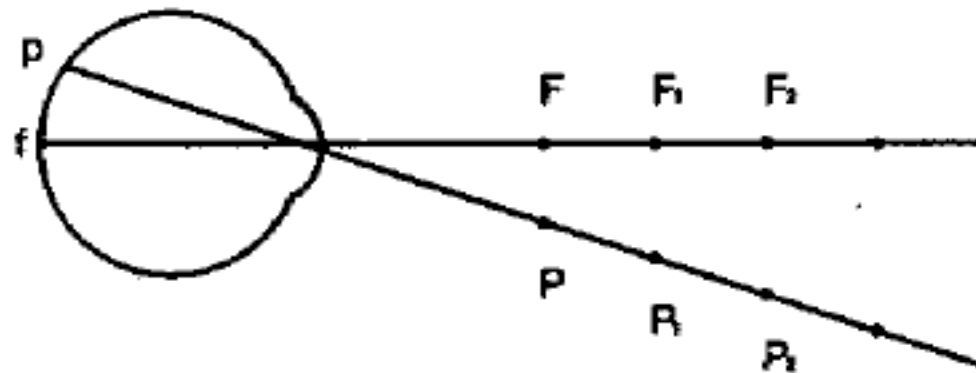


Fig. 1.76. Tutti i punti dello spazio giacenti nella medesima direzione si proiettano sullo stesso punto della retina

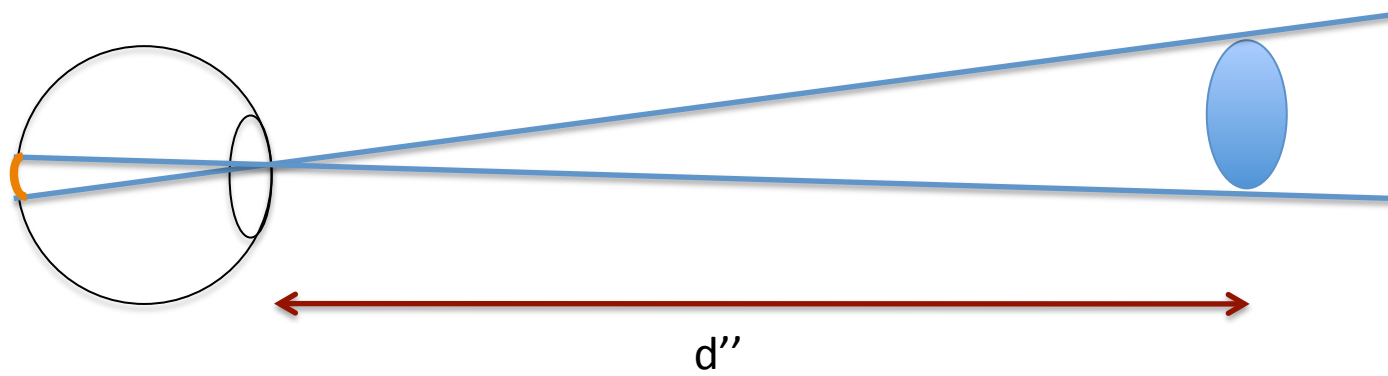
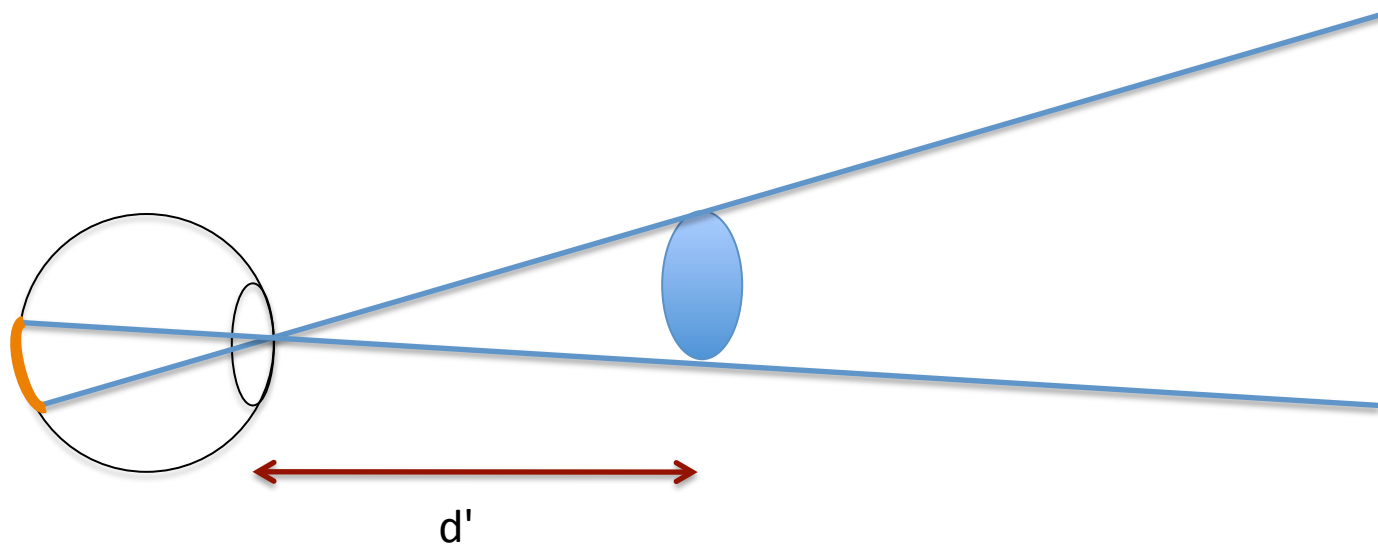
- Ma poiché anche P_1 , P_2 , e i molti altri punti che possiamo immaginare come giacenti nella medesima direzione, danno luogo all'identica stimolazione p , **come mal possiamo vedere che sono collocati a distanze diverse?** Altrettanto vale per tutti gli innumerevoli punti F_1 F_2 ... , che proiettano la loro immagine sulla fovea. In altre parole, nella proiezione retinica esistono le basi per la percezione diretta della *larghezza e dell'altezza* ma non quelle per la percezione della *profondità*.

come mai possiamo vedere che sono collocati a distanze diverse?

- A questa domanda, Berkeley - e dopo di lui i filosofi empiristi e gran parte dei fisiologi e degli psicologi, a cominciare da Helmholtz fino agli odierni transazionalisti [Ames 1951] e cognitivisti [Gregory 1970] - ha risposto che semplicemente ***non vediamo le distanze nella terza dimensione. Noi crediamo di vedere lo spazio, mentre “in realtà” lo pensiamo o ce lo rappresentiamo.***

Berkeley (1709):

- **attingendo ai nostri ricordi di esperienze passate**, noi *giudichiamo la collocazione nello spazio degli* oggetti e le loro distanze relative. Tali esperienze passate sarebbero soprattutto di carattere **cinestesico**.
- Per afferrare un oggetto che proietta sulla retina un'immagine di una certa grandezza, il bambino deve compiere un movimento di una certa estensione; quando lo stesso oggetto si trova a una distanza doppia e la sua immagine retinica è corrispondentemente più piccola, il bambino deve fare un movimento di estensione doppia. **In seguito al ripetersi di esperienze di questo tipo, egli apprende ad accoppiare a ciascuna esperienza visiva dell'oggetto le corrispondenti immagini mnestiche dei movimenti compiuti per afferrarlo.**



Berkeley (1709):

- La distanza in quanto tale **non sarebbe dunque mai un genuino dato sensoriale**, ma sarebbe sempre soltanto il risultato di una «valutazione», in quanto avremmo imparato a stabilire un certo legame tra la dimensione retinica di un oggetto conosciuto e l'ampiezza dello spostamento che dovremmo effettuare per raggiungerlo.

Berkeley (1709):

- E così, quando fissiamo un oggetto, gli occhi devono *convergere* di un certo angolo, in modo che l'immagine dell'oggetto cada sulla fovea di ciascun occhio. Avremmo in tal modo un altro indizio cinestesico per giudicare la distanza vivisa. Secondo Berkeley [1709]: “la mente, attraverso un'esperienza costante, ha trovato che le diverse sensazioni, corrispondenti alle diverse posizioni degli occhi, si accompagnano a diversi gradi di distanza dell'oggetto.
- Da tutto ciò deriva che il giudizio sulla distanza di un oggetto deriva interamente dall'esperienza”.

Berkeley (1709):

- Anche il meccanismo *dell'accomodazione e della messa a fuoco* fornirebbe un indizio cinestesico di profondità.

Infatti perchè l'immagine di un oggetto sia nitidamente a fuoco sulla retina, il cristallino deve essere tanto più convesso quanto è minore la distanza dall'occhio dell'oggetto fissato. Tale processo di accomodazione della lente viene compiuto automaticamente dal muscolo ciliare e sarebbero le sensazioni cinestesiche prodotte dai vari gradi di contrazione del muscolo, per produrre una maggiore o minore curvatura.

Berkeley (1709) - CONCLUSIONE

- Per questa via - combinando sensazioni visive e sensazioni cinestesiche con i ricordi dei movimenti eseguiti in passato per raggiungere gli oggetti - l'individuo si verrebbe gradualmente costruendo uno spazio visivo tridimensionale, cioè un sistema coerente di indizi che gli permette di giudicare la distanza e la corporeità degli oggetti.

Un altro argomento della teoria empirista

- Noi in genere conosciamo la *grandezza degli oggetti*.
- Perciò, se una sedia produce un'immagine retinica più piccola di quella di un'altra sedia, questo fatto sarebbe “interpretato” come indizio della sua maggiore distanza dall'osservatore.

Kanizsa

argomento 1 dei sostenitori della percezione diretta

- Vi è anzitutto da dire che, comunque, i dati propriocettivi oculari **sono quasi sempre *inavvertiti come tali***. *Se essi agiscono* realmente come indicatori di profondità, ciò deve avvenire attraverso **un qualche processo di ragionamento inconscio** compiuto dalla nostra mente che, «tenendo conto» delle sensazioni muscolari che accompagnano determinate sensazioni visive, «inferisce» la distanza dei corrispondenti oggetti.

Kanizsa

argomento 1 dei sostenitori della percezione diretta

- per quanto riguarda la convergenza, **non siamo in grado di avvertire la direzione dello sguardo di un occhio come distinta da quello dell'altro.**

Anche quando le due direzioni sono molto diverse l'osservatore ha sempre l'impressione che i due occhi siano puntati in un'unica direzione, tanto che Hering (1868) ha enunciato a questo proposito la legge dell' *identità delle direzioni visive* dimostrandola con il seguente esperimento:

ESPERIENZA

Ci si ponga a circa mezzo metro da una finestra e, chiudendo l'occhio destro, si osservi con l'occhio sinistro un oggetto abbastanza distante, ad esempio un campanile che si staglia contro il cielo. Tenendo immobile la testa, si applichi sul vetro della finestra un segno (ad es., un pezzetto di nastro adesivo) esattamente sulla linea di mira tra l'occhio e l'oggetto fissato.

Quindi si chiuda l'occhio sinistro e, senza muovere la testa si apra l'occhio destro e si osservi ciò che sta dietro il segno sul vetro (ad esempio un albero).

Si apra ora anche l'altro occhio e, sempre senza spostare la testa, si diriga lo sguardo di ambedue sul segno che sta sul vetro. Si vedrà allora davanti a sé il segno e dietro ad esso, in lontananza, sia il campanile che l'albero. Ciò significa che vediamo i tre oggetti nella stessa direzione apparente, nonostante essi abbiano geometricamente direzioni diverse rispetto a noi.

L'impressione che si ha guardando davanti a sé è come se, invece di due occhi, avessimo un unico occhio «da ciclope» a metà della fronte (fig. 1.77).

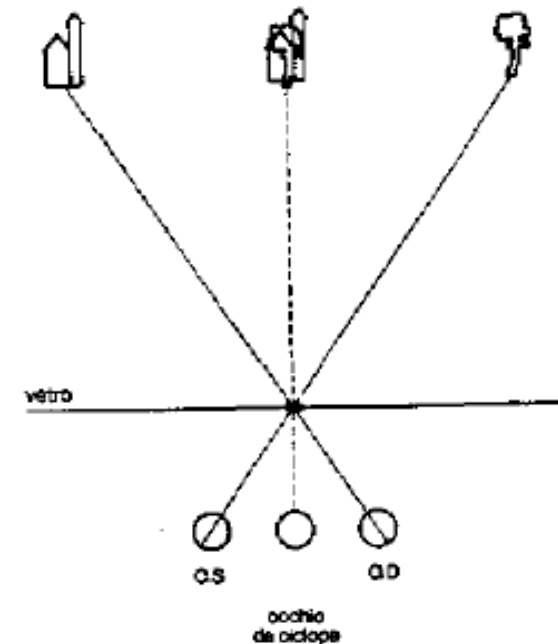


FIG. 1.77. Legge della identità delle direzioni visive

Kanizsa

Argomento 2 dei sostenitori della percezione diretta

- È anche dubbio che l'elaborazione «inconscia», da parte del nostro organismo, dei dati cinestesici dia dei risultati veramente utili ai fini della discriminazione delle distanze.

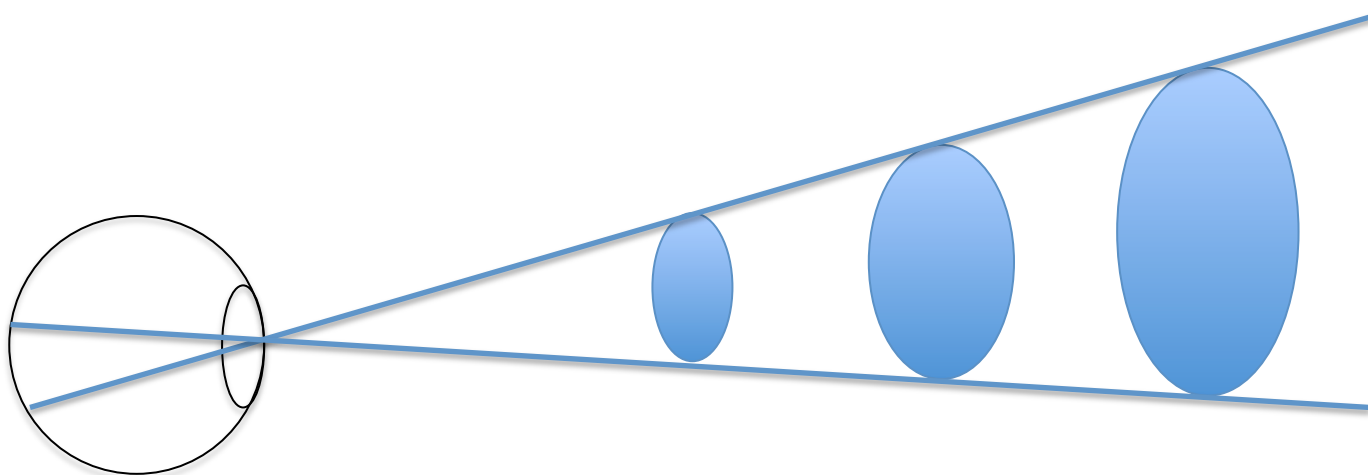
I numerosi esperimenti compiuti dopo Berkeley, a cominciare da quelli di Wundt [1862], di Hillebrandt (1894), di Bourdon [1902], fino a quelli più recenti di Gogel (1962), hanno dimostrato che **gli indizi forniti dai meccanismi fisiologici della convergenza e dell'accomodazione, quando agiscono isolati,**

- **sono ben poco precisi e**
- possono comunque dare indicazioni solo su uno spazio molto vicino.

Kanizsa

Argomento 2 dei sostenitori della percezione diretta

- Se si elimina ogni altro indizio di profondità, e si presentano al buio dei dischetti luminosi posti a varie distanze, ma il cui diametro sia regolabile in modo che sottendano un identico angolo visivo, e cioè formino sulla retina immagini della stessa grandezza, l'osservatore non è in grado di giudicare con certezza né la loro distanza assoluta né quella relativa. Tale incertezza vale sia in visione monoculare in cui, in queste condizioni, dovrebbe agire soltanto l'accomodazione, sia in visione binoculare in cui a questo meccanismo si aggiunge quello della convergenza.
- L'imprecisione dei dati forniti da questi due fattori batoscopici comincia già a circa 2 m. Va inoltre ricordato che per oggetti collocati a più di 5 m. di distanza l'accomodazione del cristallino non varia più, mentre la convergenza non agisce più per oggetti posti oltre i 20 m. di distanza.



Kanizsa

Argomento 3 dei sostenitori della percezione diretta

- Ben più importante di questi due tipi di dati “propriocettivi” (e delle ipotestiche sensazioni cinestesiche) si è dimostrato un altro meccanismo fisiologico, fondato anch'esso sul funzionamento congiunto dei due occhi: la **disparazione retinica che ha una funzione batoscopica**.

Kanizsa

Argomento 3 dei sostenitori della percezione diretta

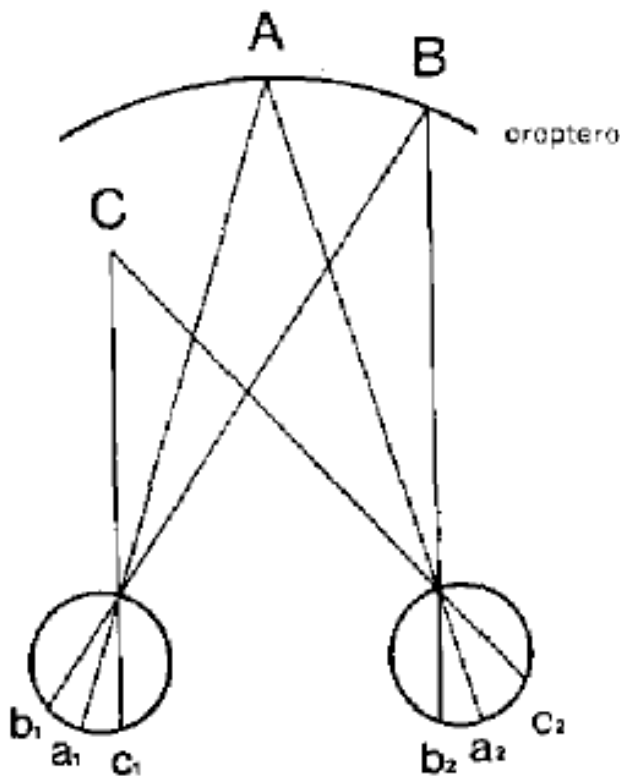


FIG. 1.78. Punti corrispondenti e punti disparati delle retine

A = punto fissato; B giace sull'oroptero; C non giace sull'oroptero; a_1 e a_2 (le due fovee) = punti corrispondenti; b_1 e b_2 = punti corrispondenti; c_1 e c_2 = punti disparati; $a_1b_1 = a_2b_2$; $a_1c_1 \neq a_2c_2$.

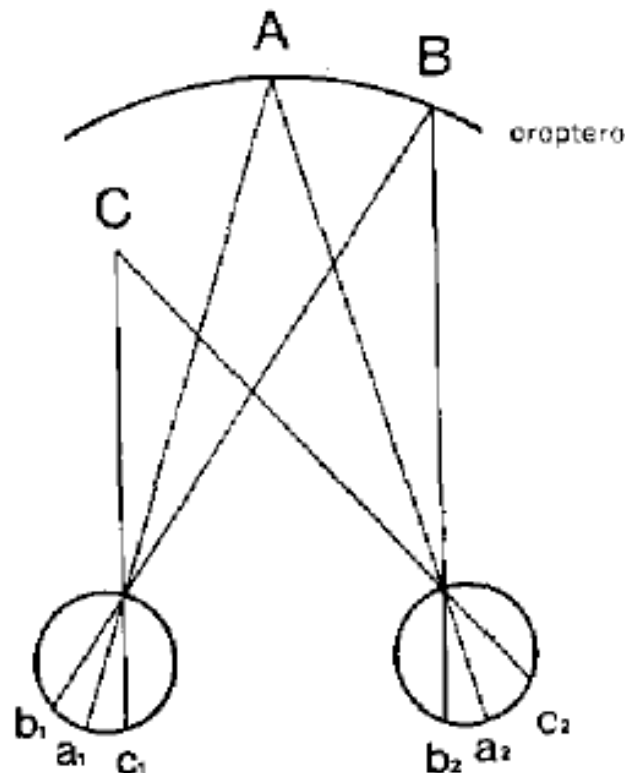
Quando i due occhi fissano un punto situato a una certa distanza, cioè convergono su tale punto per metterne a fuoco l'immagine sulle due fovee, si vede *un solo punto*.

Le due fovee sono **punti corrispondenti** delle retine, e così si chiamano «corrispondenti» o «identici» tutti i punti delle retine che nei due occhi occupano la stessa posizione geometrica, in latitudine e longitudine, in rapporto alla rispettiva fovea.

Kanizsa

Argomento 3 dei sostenitori della percezione diretta

- Per un dato angolo di convergenza, le immagini formatesi su una coppia di questi **punti si fondono e producono la visione di un singolo punto fenomenico situato su un piano frontale**, alla stessa distanza dal punto



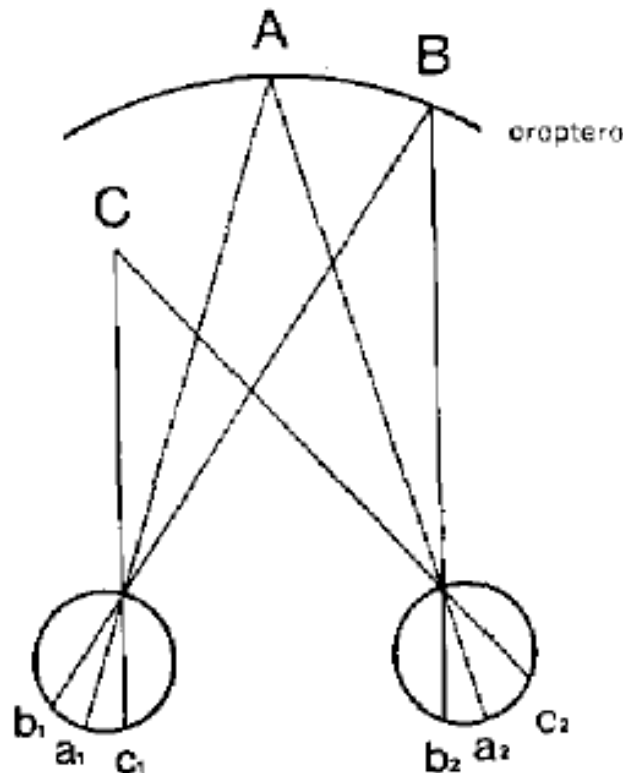
- Il luogo dei punti dello spazio che, per una data posizione degli occhi, formano le proprie Immagini sui punti corrispondenti delle due retine, si chiama **oroptero**. Naturalmente l'oroptero cambia con il cambiare del punto di fissazione, cioè per ogni angolo di convergenza si ha un oroptero di forma differente.

FIG. 1.78. Punti corrispondenti e punti disparati delle retine

A = punto fissato; B giace sull'oroptero; C non giace sull'oroptero; a_1 e a_2 (le due fovee) = punti corrispondenti; b_1 e b_2 = punti corrispondenti; c_1 e c_2 = punti disparati; $a_1b_1 = a_2b_2$; $a_1c_1 \neq a_2c_2$.

Kanizsa

Argomento 3 dei sostenitori della percezione diretta



I punti che **non** giacciono sull' oroptero formano quindi le proprie immagini su punti non corrispondenti o *disparati*. Essi **dovrebbero essere veduti come doppi** (diplopia). Anche se normalmente non ci accorgiamo delle immagini doppie, perché i nostri occhi si muovono continuamente esplorando l'ambiente...

FIG. 1.78. Punti corrispondenti e punti disparati delle retine

A = punto fissato; B giace sull'oroptero; C non giace sull'oroptero; a_1 e a_2 (le due fovee) = punti corrispondenti; b_1 e b_2 = punti corrispondenti; c_1 e c_2 = punti disparati; $a_1b_1 = a_2b_2$; $a_1c_1 \neq a_2c_2$.

Si tenga l'indice di una mano a circa 15 centimetri davanti al naso e l'indice dell'altra mano a circa 30 centimetri di distanza.

Se si fissa il dito vicino, si vede doppio l'altro dito.

Se si fissa quello lontano si sdoppia il dito vicino.

Kanizsa

Argomento 3 dei sostenitori della percezione diretta

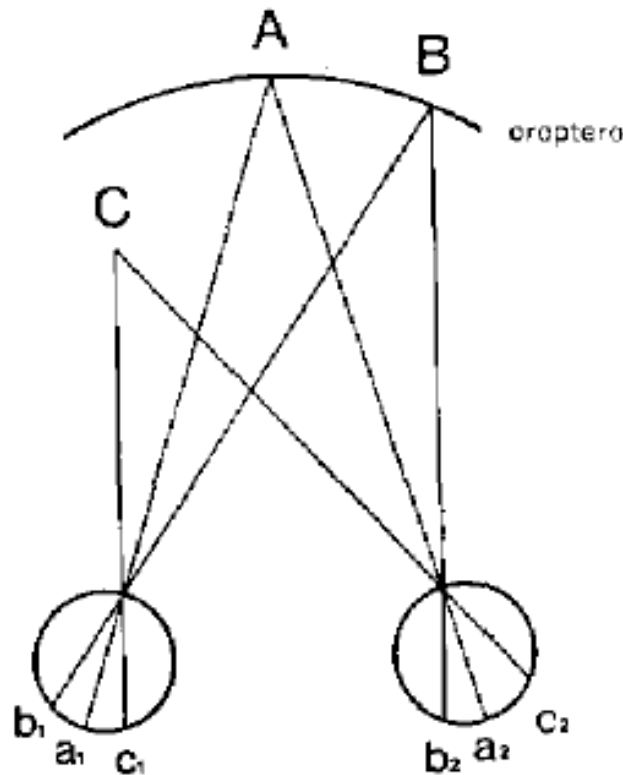
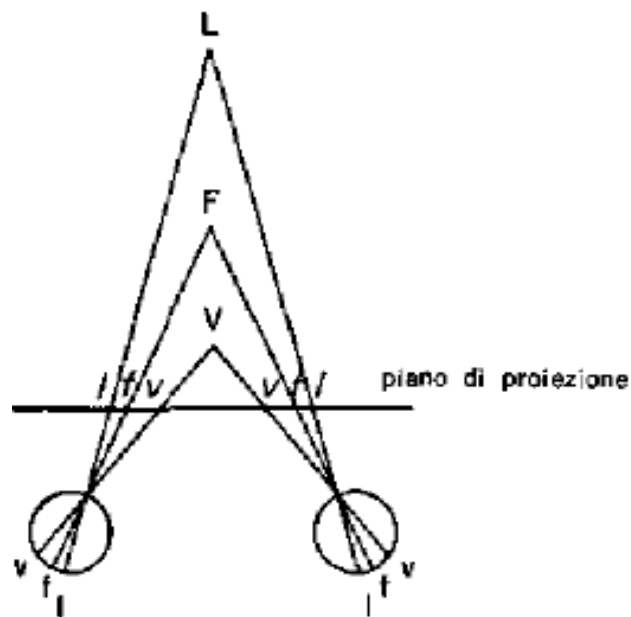


FIG. 1.78. Punti corrispondenti e punti disparati delle retine

A = punto fissato; B giace sull'oroptero; C non giace sull'oroptero; a_1 e a_2 (le due fovee) = punti corrispondenti; b_1 e b_2 = punti corrispondenti; c_1 e c_2 = punti disparati; $a_1b_1 = a_2b_2$; $a_1c_1 \neq a_2c_2$.

I punti che non giacciono sull'oroptero formano quindi le proprie immagini su **punti non corrispondenti o disparati**. Essi dovrebbero essere veduti come doppi (diplopia). Anche se normalmente non ci accorgiamo delle immagini doppie, perché i nostri occhi si muovono continuamente esplorando l'ambiente...

La *disparazione binoculare*, cioè la differenza tra le distanze dalla fovea delle proiezioni sulle retine dei due occhi di un singolo punto dello spazio, può dar luogo a diplopia soltanto quando è piuttosto grande. Quando invece la disparazione è piccola, le due immagini monoculari disparate si fondono e danno luogo a un unico punto fenomenico, come avviene per il punto fissato le cui immagini si formano sulle due fovee, cioè su punti corrispondenti.



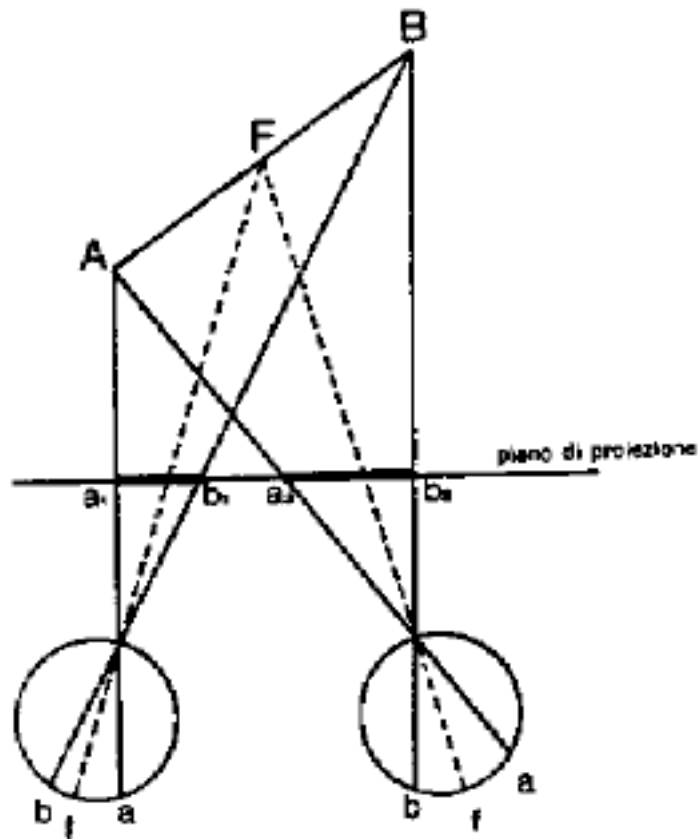
Ma tale fusione di immagini leggermente disparate non rimane senza conseguenze: il punto fenomenico risultante è *dotato di una chiara localizzazione batoscopica rispetto al punto fissato, è cioè veduto più vicino o più lontano di questo punto*.

Come si può vedere dalla figura 1.79, un punto dello spazio più vicino all'osservatore di quello fissato proietta le proprie immagini sulla parte *temporale delle due retine*, mentre le immagini di un punto più lontano del punto fissato si formano sulla parte *nasale delle due retine*.

La lontananza e la vicinanza rispetto al punto fissato sono determinate dalla posizione delle rispettive immagini in rapporto alle due fovee.

La verifica dello stereoscopio

- La funzione batoscopica della disparazione, che era già stata intuita da Euclide e poi da Keplero, fu dimostrata sperimentalmente da Wheatstone (1838) per mezzo di un apparecchio ottico da lui inventato e chiamato *Stereoscopio*. *Si tratta di un dispositivo per mezzo del quale ai due occhi vengono presentati separatamente due disegni piani (chiamati «stereogrammi») che proiettano sulle rispettive retine due immagini leggermente disperate.*



- Sia AB un oggetto inclinato nello spazio con l'estremità A più vicina e con l'estremità B più lontana dall'osservatore (figura 1.80). Nel caso in cui i due occhi fissino il punto F, l'immagine *ba nell'occhio sinistro sarà più corta dell'immagine ba nell'occhio destro*.
- Se immaginiamo di intersecare con un piano frontoparallelo («piano di proiezione») i fasci di raggi che danno origine alle due immagini retiniche, otterremo su tale piano due proiezioni a_1b_1 , e a_2b_2 *equivalenti alle proiezioni sulla retina*.

- Nello stereoscopio si presentano all' occhio sinistro lo stereogramma a_1b_1 e all'occhio destro lo stereogramma a_2b_2 , *facendo* in modo (per mezzo di prismi, di lenti o di specchi) che cadano sugli occhi come se provenissero dalla direzione di AB. Il risultato è la visione di un unico oggetto collocato nello spazio tridimensionale, come l'oggetto AB a cui corrispondono le proiezioni a_1b_1 e a_2b_2 .

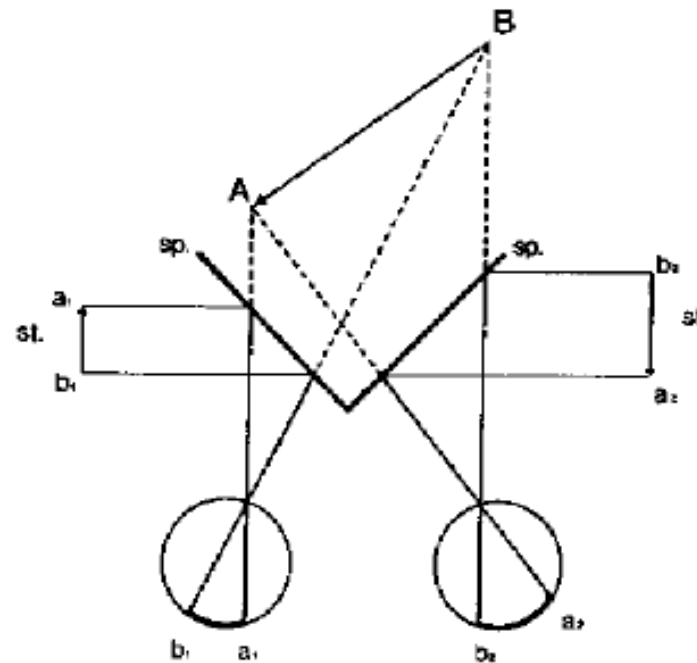


FIG. 1.81. Schema di funzionamento dello stereoscopio a specchi

$st\ a_1b_1$ e $st\ a_2b_2$ = stereogrammi; sp = specchi, AB = oggetto fenomenico

L'insufficienza degli indici binoculari

- Pur riconoscendo alla disparazione binoculare un ruolo importante nella visione batoscopica, non possiamo ritenerla l'unico fattore efficace, e questo per almeno due ragioni.
- I) In primo luogo, la sua azione ha dei limiti teorici ben precisi, dovuti alla piccolezza della distanza interpupillare, che è in media di circa 6,5 cm. Col crescere della distanza dall'osservatore, diminuisce rapidamente la grandezza della disparazione retinica e di conseguenza è necessario che la distanza tra due oggetti nello spazio sia sempre più grande perché possa essere distinguibile in base alla disparazione.

Infatti, mentre alla distanza di 1 metro siamo in grado di discriminare differenze di profondità di 0,5 mm, *a 50 m la soglia è già di 1-2 m, a 500 m non sono distinguibili differenze di profondità minori di 100 m e dopo i 2.000 m nessuna differenza di distanza tra due oggetti lontani produce più una disparazione utilizzabile dal nostro apparato visivo.* Ciò significa che, *ad esempio, in base alla sola disparazione binoculare, una persona a 50 m non potrebbe avere corporeità fenomenica, dovrebbe cioè apparirci del tutto piatta.*

L'insufficienza degli indici binoculari

- II) Un secondo, più decisivo, argomento è costituito dal fatto che non è necessario avere due occhi per vedere le distanze; anche chi possiede un occhio solo sa distinguere una figura piana da un corpo tridimensionale ed è in *grado di muoversi* con sicurezza nel proprio ambiente. Com'è dunque possibile **l'esistenza di una percezione della distanza in visione monoculare**? Quali dati o eventi presenti nella stimolazione possono essere considerati correlati con una tale percezione?

L'evidenza diretta: contenuto e metodo

- benché l'apprendimento giochi indubbiamente un suo ruolo nell'azione di questi criteri o indizi di profondità, il punto di partenza degli empiristici è certamente sbagliato.

Tale punto di partenza consiste nell'affermare che *la distanza non si può vedere, in quanto nella stimolazione retinica bidimensionale non sono contenuti sufficienti correlati della terza dimensione*. Questa affermazione trascura la realtà, ignora quel dato di fatto fondamentale che è la testimonianza della nostra esperienza diretta. Se, invece di speculare sull'impossibilità della percezione tridimensionale, **ci affidiamo a una genuina osservazione fenomenologica**, non possiamo non constatare **che vediamo la corporeità degli oggetti e la loro distanza relativa rispetto a noi**, proprio come vediamo il loro colore o la loro forma. **E nessun ragionamento può trasformare un dato veramente percepito in un dato meramente inferito.**

Il “ganzfeld” (campo totalmente omogeneo) evidenza primordiale di esperienza di tridimensionalità

- Che la profondità sia un dato di esperienza immediata, sia cioè *veduta direttamente come l'altezza e la larghezza*, è *dimostrato* da un esperimento eseguito per la prima volta da Metzger nel 1930 e ripetuto con tecniche diverse da altri ricercatori [Hochberg, Triebel, Seaman 1951; Cohen 1957].

Ganzfeld

- Stimolazione fisica (SD): una parete opportunamente incurvata (**superficie**) in modo da riempire l'intero campo visivo dell'osservatore e illuminata in modo che riflettesse su tutte le zone della retina radiazioni della stessa intensità.
- Stimolazione prossimale (SP): omogenea.
- Dato fenomenico (F): spazio tridimensionale esteso in profondità. l'osservatore non percepisce una superficie corrispondente alla reale superficie fisica dalla quale vengono riflessi i raggi luminosi, ma ha l'impressione di essere circondato da un mare di nebbia che si estende indefinitamente in tutte le direzioni. La nebbia non arriva fino agli occhi, ma inizia a qualche centimetro da essi. Davanti agli occhi si forma dunque una zona di spazio «vuoto», oltre il quale la nebbia si infittisce sempre di più, finché non è più penetrabile dallo sguardo.

- Con illuminazioni di bassa intensità, il *Ganzfeld* è *buio* ed ha una profondità di circa 40 cm; se si aumenta l'intensità delle radiazioni, il campo totalmente omogeneo si schiarisce e si dilata fino ad un'ampiezza di circa 2 metri.

Aumentando ulteriormente l'intensità dell'illuminazione, la nebbia si ritira gradualmente dall'osservatore, si condensa sempre di più, fino ad assumere l'apparenza di una superficie compatta localizzata a una distanza definita dall'osservatore e separata da lui da uno spazio vuoto. Questo avviene quando comincia ad apparire la «grana» della parete riflettente. **La percezione di una superficie bidimensionale è già il risultato di un processo di differenziazione da una struttura percettiva più elementare.**

- Il problema della percezione tridimensionale va perciò radicalmente riformulato. Non ci si deve chiedere in che modo da un'originaria superficie bidimensionale sorga uno spazio a tre dimensioni, ma, proprio al contrario, come dall'originaria nebbia tridimensionale si formino oggetti delimitati da superfici compatte, poste a una certa distanza ben definita da noi in uno spazio vuoto, attraverso il quale lo sguardo può penetrare senza **incontrare resistenza**.
- L'esperimento di Metzger dimostra che, affinché il campo **percettivo acquisti un'organizzazione è necessario che la stimolazione** prossimale non sia del tutto omogenea.

Basi sensoriali della percezione di superfici

- La presenza di discontinuità avvertibili nella stimolazione, è responsabile del formarsi di *punti, linee e margini fenomenici*.

SD: discontinuità (di ampiezza e lunghezza d'onda della radiazione luminosa)

SP: attivazioni discontinue delle cellule retiniche

F: percezione di discontinuità/contrast/contorni (punti, linee, superfici)

- Il sistema percettivo dunque reagisce alle *differenze tra aree* stimulate, al *rapporto tra le loro intensità, più che ai valori assoluti* di quest'ultime.

Il contributo di Gibson all'analisi della percezione diretta della 3D nello spazio ecologico

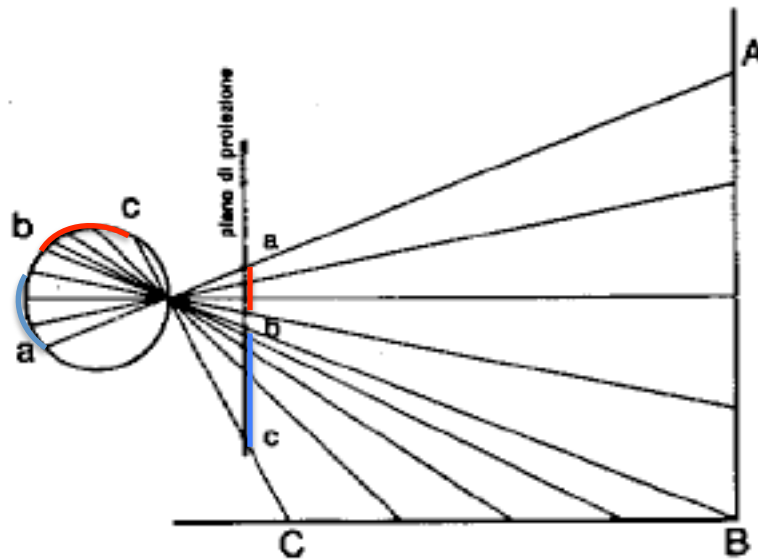
- Gibson [1950; 1966] ha sviluppato quest'idea. Egli nega anzitutto che sia esatta **l'affermazione secondo cui** l'immagine retinica non contiene le informazioni sufficienti per la visione della distanza. Una tale affermazione è valida solo se, seguendo il ragionamento di Berkeley, la distanza è considerata come una linea che collega l'occhio con un punto dello spazio esterno, ma non è più esatta se, con i gestaltisti, per «stimolo» s'intende non soltanto la radiazione luminosa che eccita un singolo recettore o un gruppo isolato di recettori, ma anche *l'ordine o il tipo di distribuzione* con cui le radiazioni cadono su zone adiacenti della retina.
- Avendo in mente una cosiffatta concezione non atomistica di «stimolo», è *possibile individuare nell'immagine retinica i correlati adeguati della percezione della distanza.*

Differenze tra “microstrutture” = differenze tra superfici

- di solito la maggior parte delle superfici del nostro ambiente possiede una «grana» costituita da un susseguirsi abbastanza uniforme di rilievi e di depressioni più o meno grandi, come i vari tipi di stoffa, la corteccia degli alberi, un muro di mattoni, un campo arato, un prato o la superficie increspata del mare. **Una tale «microstruttura»** ripetitiva dell'immagine è, come è stato dimostrato da Metzger, il **correlato** stimolante di una ***superficie visiva***.

Differenze tra **posizioni** delle superfici nello spazio= Differenze nel gradiente delle “microstrutture”

Una superficie può essere *frontale* cioè disposta su un piano parallelo rispetto alla fronte dell'osservatore e perpendicolare alla linea di mira; può essere *longitudinale*, cioè *estendersi via dall'osservatore su un piano* parallelo alla linea di mira; o può essere vanamente *inclinata*, cioè avere una posizione intermedia tra quelle delle prime due.



Mentre l'immagine retinica *ab* (corrispondente alla superficie frontale AB) possiede una microstruttura in cui gli spazi tra le varie unità sono tutti uguali,

nell'immagine *bc* i punti che sulla superficie longitudinale BC sono equidistanti si proiettano a intervalli spaziali decrescenti da *c* a *b*.

FIG. 1.84. Proiezioni di una superficie frontale e di una superficie longitudinale. La superficie AB è una parete collocata di fronte all'osservatore. Il disegno può rappresentare una sezione vista di fianco: ed allora BC è il pavimento, oppure una sezione vista dall'alto: ed allora BC è la parete alla destra dell'osservatore.

In tal modo la percezione della distanza comincia ad essere meno enigmatica.

Dire che l'inclinazione di una superficie è qualcosa che *si può vedere*, in quanto ha nel *gradiente di densità microstrutturale* uno «stimolo» adeguato, *equivale a dire che si può vedere la terza dimensione, non in astratto, come distanza tra due punti sospesi nel vuoto,*

ma concretamente, come un insieme di superfici che, con varie inclinazioni, si allontanano dall'osservatore e riempiono tutto il suo campo visivo.

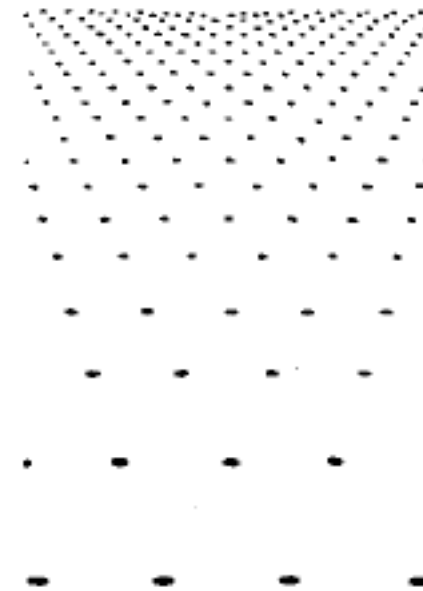


FIG. 1.86.

FIG. 1.86. Distribuzione di punti che produce l'impressione di una superficie longitudinale. La distanza tra i punti di ciascuna fila decresce linearmente passando da una fila a quella più in alto, mentre la distanza tra le file subisce una diminuzione accelerata negativamente dal basso verso l'alto. La grandezza dei punti è determinata secondo le stesse leggi [Gibson 1950].

- Se questo è vero, deve essere possibile provocare impressioni di distanza anche senza la presenza di superfici fisiche longitudinali o inclinate, purché si riesca a produrre un opportuno gradiente microstrutturale sulla retina. I pittori sanno benissimo come ottenere tale risultato

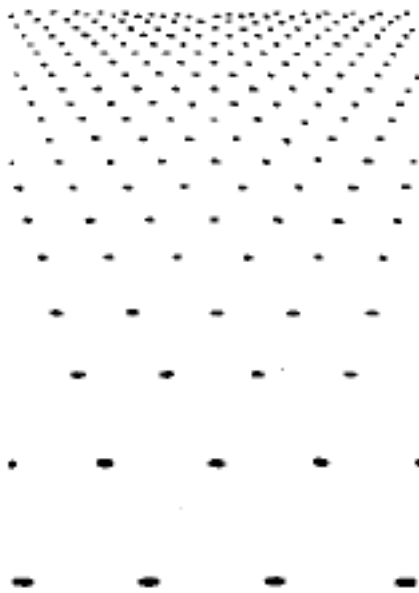


FIG. 1.86.

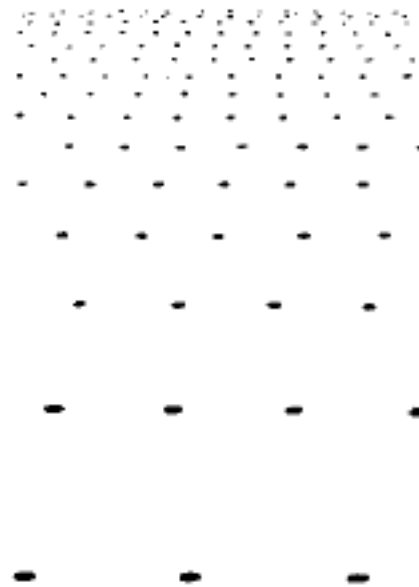


FIG. 1.87.

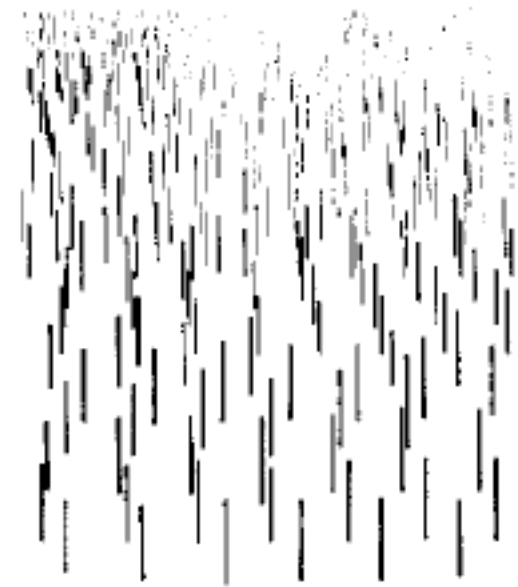
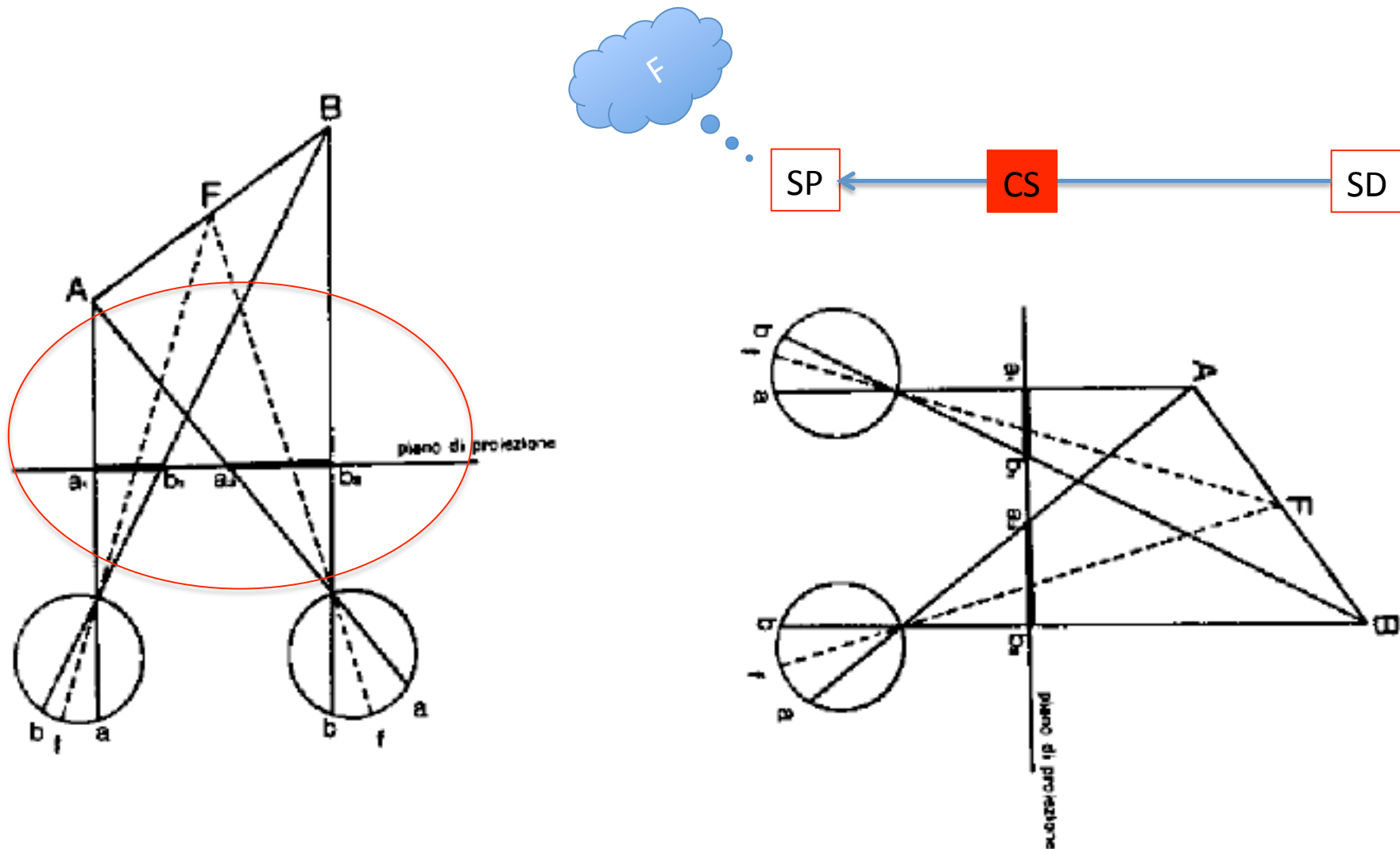


FIG. 1.88.

FIG. 1.87. Perché si abbia un'impressione di distanza, non è necessario un allineamento verticale e diagonale dei punti, prodotto da una loro spaziatura regolare. Anche senza la comune «prospettiva lineare», si ottengono impressioni di profondità mediante l'impiego di soli gradienti di densità microstrutturale, cioè utilizzando il fenomeno più generale della «prospettiva tissurale» [Gibson 1950]

FIG. 1.88. Un altro tipo di gradiente tissurale. [Gibson 1950]

- Se questo è vero, deve essere possibile provocare impressioni di distanza anche senza la presenza di superfici fisiche longitudinali o inclinate, purché si riesca a produrre un opportuno gradiente microstrutturale sulla retina.
I pittori sanno benissimo come ottenere tale risultato



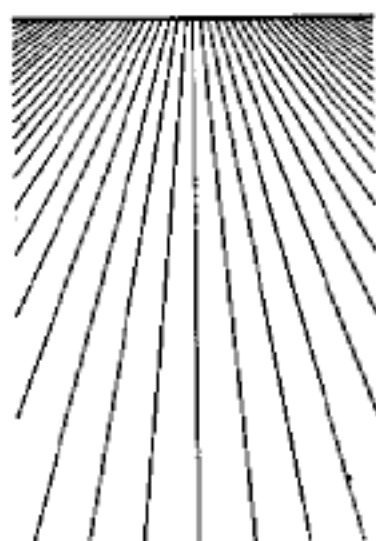


FIG. 1.89.

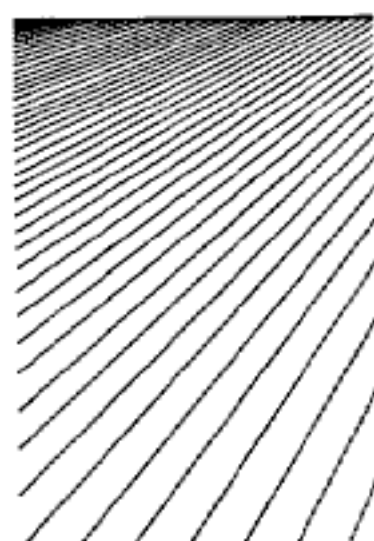


FIG. 1.90.

FIG. 1.89. Impressione di distanza prodotta da un gradiente nella spaziatura tra linee [Gibson 1950]

FIG. 1.90. Non è la direzione delle linee nel campo visivo, ma il gradiente di densità che determina le impressioni della terza dimensione [Gibson 1950]

Il grado di inclinazione fenomenica (= inclinazione vista) è una funzione del ritmo del gradiente microstrutturale.

- Un gradiente che **decresce rapidamente** è la condizione per la visione di una **superficie longitudinale parallela alla linea di mira**;
- un gradiente con **decremento lento** di densità è il correlato di una **superficie inclinata**;
- un **gradiente nullo** dà luogo all'impressione di una **superficie frontale**.

Il gradiente può decrescere verso l'alto, da destra a sinistra, da sinistra a destra, o verso il basso e queste quattro condizioni corrispondono alla visione di un pavimento, di una parete a sinistra o a destra, di un soffitto, come è illustrato nella figura 1.91.

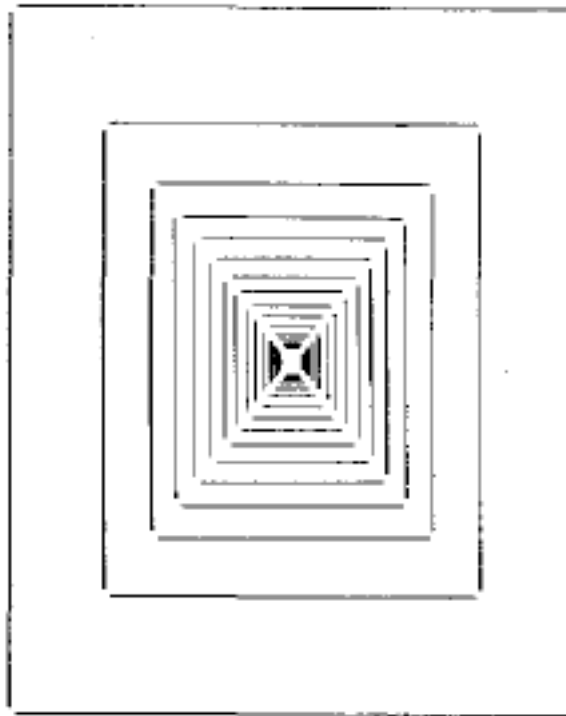


FIG. 1.91. Gradienti di densità in quattro direzioni diverse [Gibson 1950]

Differenze tra posizioni delle superfici di un oggetto (corporeità) = Differenze nel gradiente delle “microstrutture”

- La *prospettiva tissurale* può spiegare in parte anche la corporeità o rilievo degli oggetti.

Infatti la superficie esterna di un oggetto solido è sempre curvata o piegata in qualche modo, il che significa che produrrà sulla retina microstrutture con gradienti di densità varianti in modo continuo oppure brusco.

- Nella figura 1.92. è riprodotto un mutamento brusco, da un gradiente di densità di un certo tipo ad un gradiente meno ripido, e il risultato percettivo è l'impressione di una *piegatura in* una superficie o di due superfici con diversa inclinazione che si incontrano formando un angolo concavo verso l'osservatore. Il passaggio inverso, da un gradiente meno ripido ad uno più ripido, dà l'impressione di uno spigolo convesso.

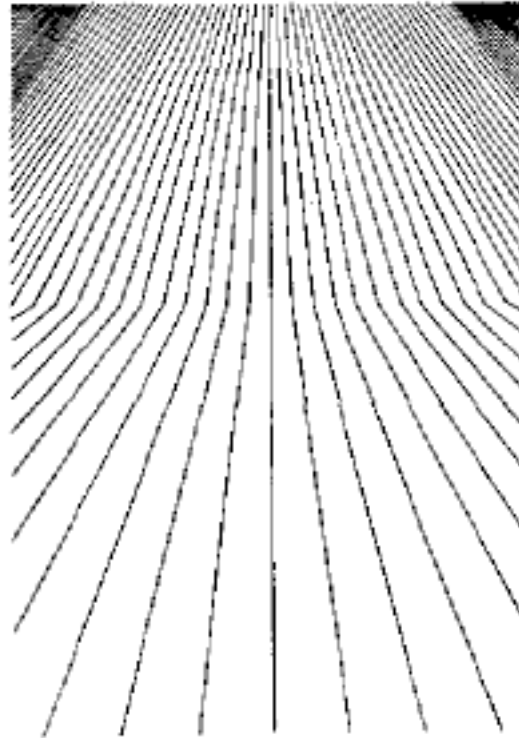
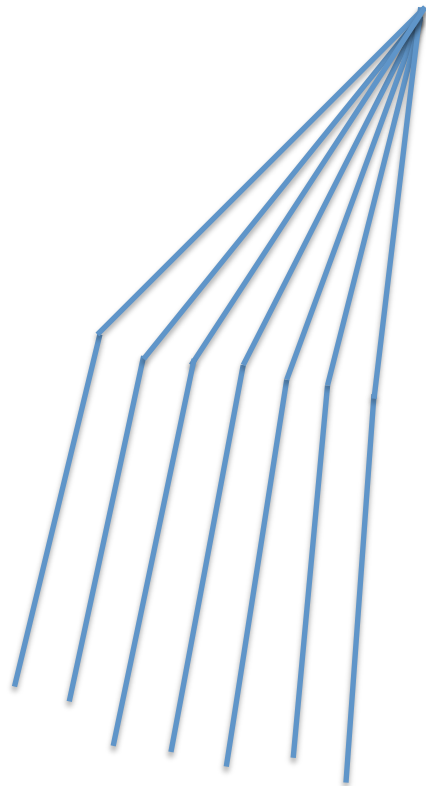


FIG. 1.92.

FIG. 1.92. Un mutamento improvviso nel gradiente genera l'impressione di una piegatura o angolo [Gibson 1950]

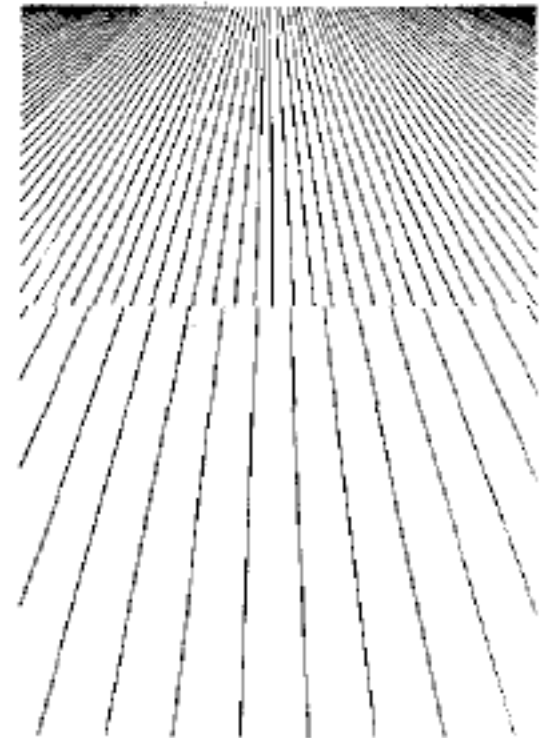


FIG. 1.93.

FIG. 1.93. Un mutamento improvviso di densità, ma non di gradiente, genera l'impressione di un dislivello di altezza tra due superfici [Gibson 1950]

- Le variazioni e i mutamenti nella densità microstrutturale dell'immagine retinica possono dunque essere i correlati specifici **delle facce e delle curve di un oggetto solido**, con i loro vari gradi di inclinazione, come pure degli spigoli e dei margini che **separano l'oggetto dallo sfondo**.

Discontinuità nel chiaroscuro: gradienti di luce e ombra

- L'impressione di corporeità è correlata anche alla distribuzione dell'illuminazione sulle superfici di un corpo (chiaroscuro).
- Le parti di un corpo solido **rivolte verso una sorgente luminosa** riflettono più luce di quelle che sono illuminate solo indirettamente, perciò le parti illuminate e quelle in ombra **producono nell'immagine retinica aree adiacenti stimulate con diversa intensità**, e **la direzione di questo gradiente** può contribuire all'impressione di rilievo.

- Quando le impressioni di convessità e di concavità sono ottenute in un disegno bidimensionale mediante la luce e ombra oppure con il contributo delle variazioni nei gradienti tissurali si verifica una trasformazione delle protuberanze in rientranze e viceversa, se, capovolgendo il disegno, si inverte l'ordine luce ombra (figure 1.94 e 1.95).

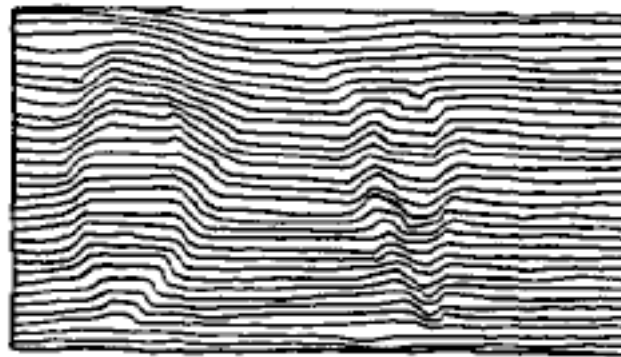


FIG. 1.95. Invertendo la direzione dei gradienti, le concavità diventano convessità e viceversa (capovolgere)



Prospettiva aerea

- Un altro gradiente della illuminazione legato all'impressione della distanza è la cosiddetta «prospettiva aerea». Le montagne lontane tendono ad assumere una tonalità azzurra e in genere le proiezioni retiniche di oggetti distanti sono meno nitide e meno intense per colore di quelle di oggetti vicini. Ciò è dovuto al fatto che le radiazioni devono attraversare strati di atmosfera di spessore molto diverso in funzione della distanza da cui provengono e di conseguenza vengono diversamente modificate a seconda degli indici di rifrazione e di assorbimento dello strato d'aria attraversato.
- Non è certo che questo tipo di distribuzione della luminosità sia un vero correlato primario, e non invece un indizio appreso, della visione tridimensionale, poiché molto raramente esso è disgiunto da altri fattori diretti della percezione della distanza, quali la prospettiva lineare e i gradienti di densità tissurale.

Sovrapposizione

- Quando un oggetto nasconde alla vista un altro oggetto, quest'ultimo è percepito come più lontano dall'osservatore del primo.

La *sovrapposizione* (o *copertura* o *occlusione*) è sempre stata considerata un forte indizio «empirico» di distanza.

La profondità non sarebbe cioè qualcosa di direttamente percepito, ma il frutto di un'inferenza basata sull'interpretazione di un indizio appreso.

Ma la dislocazione su due piani a differente profondità si ha pure con oggetti o forme prive di significato (figura 1.97).

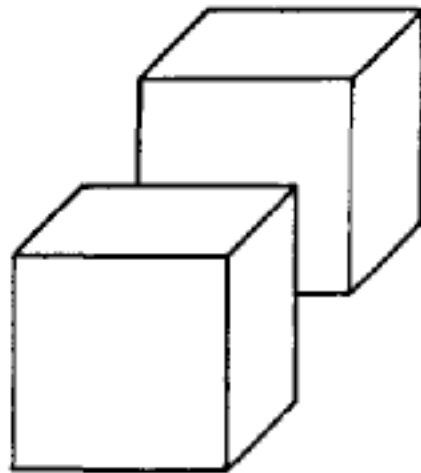


FIG. 1.96. L'indizio della sovrapposizione



FIG. 1.97. La parte coperta è vista più lontana

- Il fattore che determina la soluzione percettiva di sovrapposizione è la tendenza che hanno i margini ad evitare per quanto possibile di assumere una *doppia funzione*.

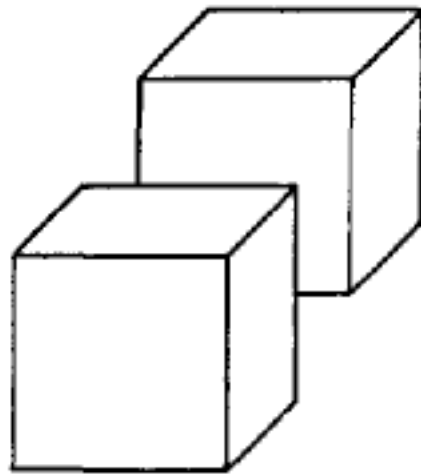


FIG. 1.96. L'indizio della sovrapposizione



FIG. 1.97. La parte coperta è vista più lontana

- Quando più linee s'incontrano in modo da determinare topograficamente due regioni chiuse aventi un tratto di contorno in comune, si possono avere fenomenicamente tre rendimenti diversi: una figura attraversata da una linea; due figure giustapposte giacenti nello stesso piano, con un contorno in comune; due figure dislocate su due piani diversi, una delle quali è parzialmente coperta dall' altra.

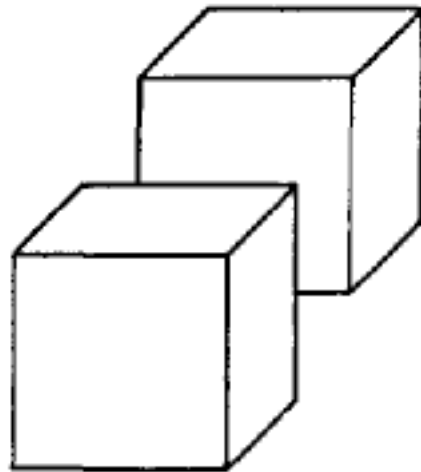
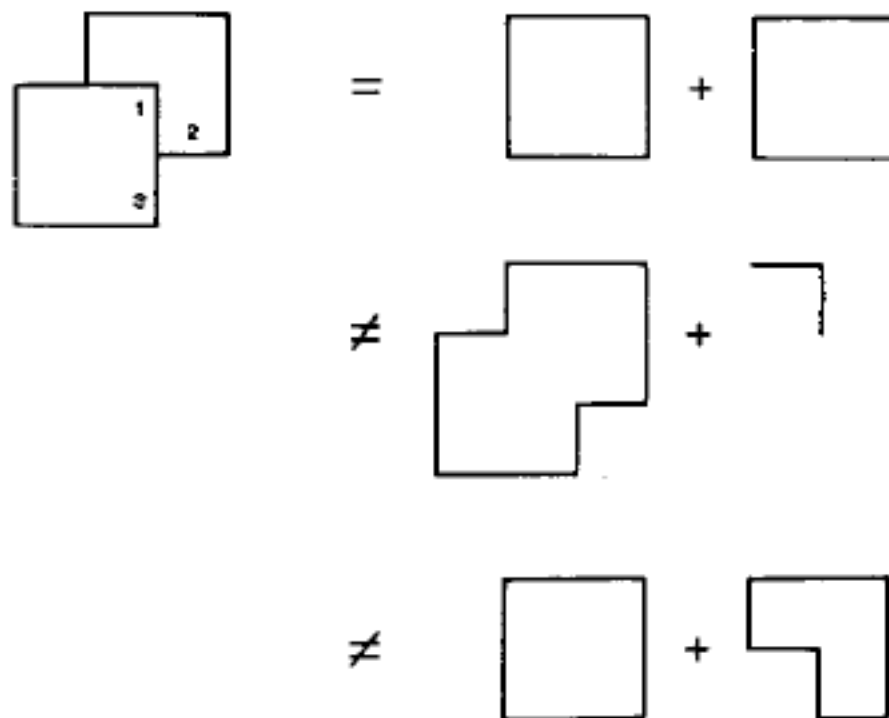


FIG. 1.96. L'indizio della sovrapposizione



FIG. 1.97. La parte coperta è vista più lontana

Quale di queste soluzioni percettive si verificherà effettivamente dipende dal modo in cui s'incontrano i margini.



Continuità di direzione +
Evitamento doppia funzione
del margine

FIG. 1.98. La dislocazione delle figure su due piani diversi evita che un margine abbia una doppia funzione

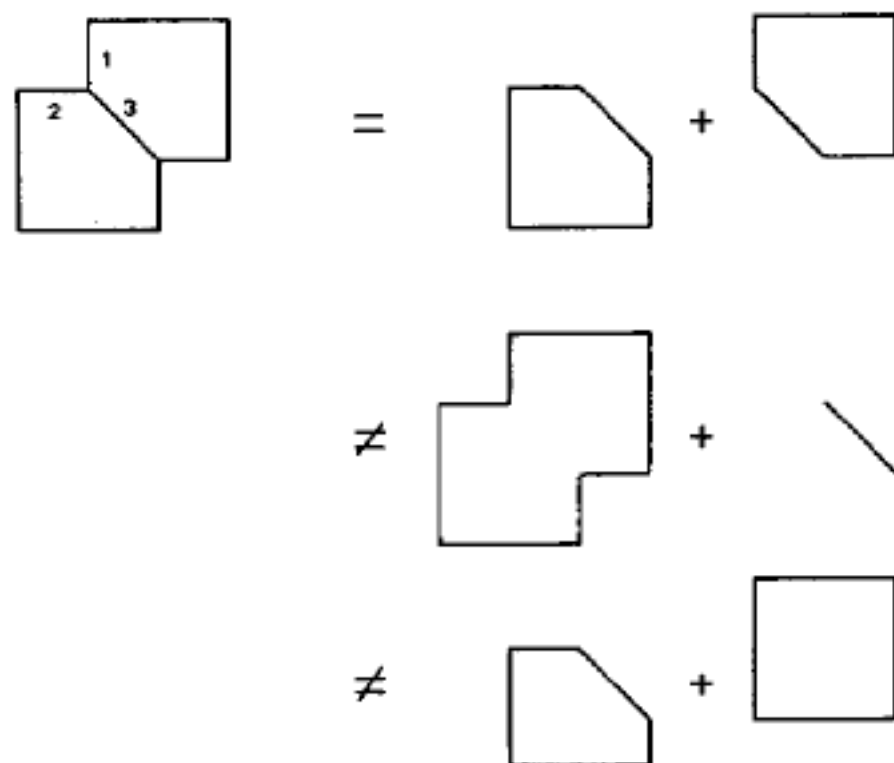


FIG. 1.99. Due figure giustapposte

- Finora abbiamo esaminato le caratteristiche della stimolazione che possono essere considerate correlate con la percezione immediata della tridimensionalità, in condizioni di immobilità sia dell'osservatore che del mondo esterno. Abbiamo cioè considerato le informazioni che sulla distanza ci possono venir date da immagini che non si spostano sulla retina.
- Ma queste condizioni sono puramente ipotetiche, in quanto normalmente le immagini retiniche si muovono e si trasformano di continuo per effetto dei movimenti nostri e di quelli degli oggetti.

- Questi mutamenti delle posizioni apparenti degli oggetti sono dovuti a corrispondenti mutamenti delle loro proiezioni nell'immagine retinica e il fenomeno, noto con il nome di *parallasse di movimento* è un importante indizio per la visione della distanza

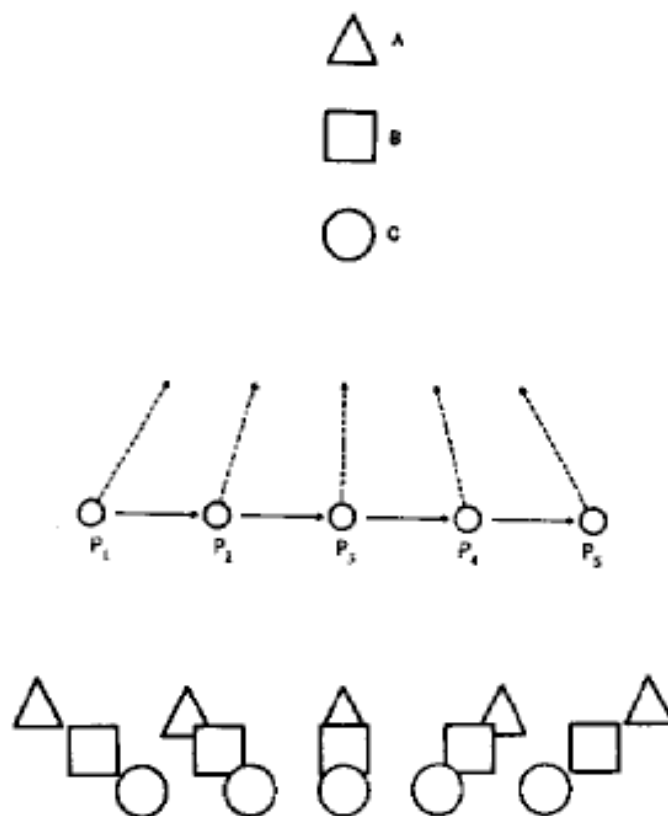


FIG. 1.100. Gli indizi forniti dalla parallasse di movimento. Nella riga inferiore sono riprodotte le proiezioni retiniche degli oggetti A, B e C nelle posizioni $P_1 \dots P_5$ dell'osservatore