

GRANDEZZA PERCEPITA E INDIZI BINOCULARI DI PROFONDITA'

W. Gerbino, G. Cassano & M. Cammaroto

Dipartimento di Psicologia

Università di Trieste

1. La grandezza degli oggetti visivi

Secondo la classificazione di Locke (1690/1959), la grandezza è una qualità primarie: una proprietà costitutiva degli oggetti fisici con un analogo a livello percettivo. A livello fenomenologico la grandezza percepita viene intuitivamente collegata a una proprietà oggettuale, vissuta come permanente e del tutto indipendente dall'atto osservativo. Forse anche per questo motivo le illusioni visive di grandezza hanno sempre attratto molta attenzione. Esse appaiono come palesi violazioni della corrispondenza tra stimoli e percetti normalmente presupposta dalla posizione del realismo ingenuo.

La percezione della grandezza è un aspetto del più ampio problema della rappresentazione visiva delle proprietà spaziali dell'ambiente tridimensionale (Epstein, Park & Casey, 1961). In particolare, essa è stata messa in rapporto con la distanza egocentrica.

Il rapporto fra grandezza visiva e distanza egocentrica è ben illustrato nelle spiegazioni che nel corso della storia della scienza sono state fornite per l'illusione della luna (Gerbino, 1996). Fin dall'antichità la diversa grandezza apparente della luna, all'orizzonte rispetto allo zenith, è stata attribuita all'informazione sulla distanza disponibile all'osservatore. Poiché le informazioni relative alla distanza egocentrica sono molto ricche lungo il terreno e praticamente nulle nel cielo vuoto, la volta celeste appare più lontana all'orizzonte che non allo zenith. Di conseguenza la luna, che appare collocata sulla volta celeste, appare grande (perché più lontana) all'orizzonte e piccola (perché più vicina) allo zenith. Questo approccio spiega gran parte delle osservazioni condotte sia in condizioni naturali sia in laboratorio, anche se rende necessaria la distinzione tra due tipi di distanza egocentrica, quella registrata e quella percepita (Rock, 1984).

Il principio dell'invarianza grandezza/distanza è chiamato spesso *legge di Emmert* (Epstein, 1977), anche se questa fu formulata a proposito di un caso specifico, quello delle immagini consecutive. Si prolunghi la fissazione di una macchia di colore posta lontano; l'immagine consecutiva proiettata alla stessa distanza appare della medesima grandezza dello stimolo primario. Se invece si proietta l'immagine consecutiva su una superficie più vicino agli occhi, si osserva un forte rimpicciolimento. Questo effetto e quello complementare (cioè l'ingrandimento di un'immagine consecutiva proiettata su un piano più lontano di quello dello stimolo primario) sono spiegabili ipotizzando che la distanza automaticamente assegnata all'immagine consecutiva sia quella della superficie di supporto.



Il principio dell'invarianza grandezza/distanza spiegherebbe anche la normale costanza di grandezza degli oggetti visivi. La variazione di grandezza retinica comunemente associata alla variazione di distanza egoriferita risulterebbe compatibile con il mantenimento della grandezza percepita dell'oggetto proprio grazie al funzionamento di un meccanismo compensatorio ispirato a tale principio.

2. Accomodazione, vergenza e distanza egoriferita

Tra gli indizi di profondità egoriferita disponibili al sistema percettivo vi sono la risposta di accomodazione del cristallino per una corretta messa a fuoco sul piano di fissazione e la risposta di vergenza degli occhi sul punto di fissazione. In condizioni normali, le due risposte sono correlate. Per questo motivo si definisce "distanza di accomodazione/vergenza" la distanza del punto di fissazione, corrispondente alla duplice risposta di vergenza ed accomodazione.

In via di principio, la distanza egoriferita del punto di fissazione potrebbe essere determinata, in valore assoluto, sulla base dello sforzo di accomodazione e del grado di convergenza degli assi visivi, entro i limiti di sensibilità del sistema oculomotorio. In realtà, questi due elementi danno piuttosto un'informazione batoscopica di tipo relazionale.

La valutazione della distanza assoluta si discosta dalle aspettative geometriche, in quanto la percezione dello stato corrente della contrazione muscolare è meno accurata della percezione delle variazioni di tensione muscolare. Se si tengono gli occhi chiusi e si prova ad avvicinare il pollice all'indice di una stessa mano fermandosi quando questi sono alla distanza di 1 cm (partendo con la mano aperta), in genere si compie un errore notevole. Si riesce invece a portare a termine il compito in modo più accurato se si parte con i polpastrelli delle due dita uniti, per poi allontanarli gradualmente. In quest'ultima condizione, la posizione delle due dita non è più valutata in base al grado assoluto di contrazione muscolare ma all'ampiezza del movimento eseguito. Allo stesso modo si comportano i muscoli ciliari e i muscoli motori dell'occhio: essi ci forniscono una nozione della distanza di uno stimolo relativamente ad un altro attraverso il cambiamento di accomodazione e di convergenza necessario a portare lo sguardo dal primo al secondo stimolo, mentre ci informano assai grossolanamente sulla posizione assoluta di un unico stimolo in assenza di un termine di confronto.

3. Micropsia/macropsia

Quando i muscoli ciliari vengono indotti a paralisi flaccida mediante atropina gli oggetti presenti nel campo visivo, pur in assenza di cambiamenti della loro grandezza retinica, vengono percepiti come più vicini e anche più piccoli. Questo fenomeno, descritto per prima volta da Aubert (1865), è noto come "micropsia da atropina". Lo sforzo accomodativo, reso inefficiente dalla paralisi, indurrebbe un aumento di convergenza che, a sua volta, segnalerebbe un avvicinamento dell'oggetto visivo. In base al principio all'invarianza grandezza/distanza, tale avvicinamento dell'oggetto fissato porterebbe anche a una rivalutazione percettiva della sua grandezza (Koster, 1896). La vergenza indotta da un cambiamento di accomodazione viene detta "vergenza accomodativa".

Contrariamente all'atropina, l'eserina provoca una paralisi tonica dei muscoli ciliari. Tale effetto provoca macropsia. A parità di grandezza retinica, gli oggetti del campo visivo, dopo somministrazione di eserina, vengono percepiti come più distanti e più grandi. In questo caso



sarebbe la registrazione del rilassamento del cristallino a indurre un cambiamento di vergenza, che verrebbe interpretato come un allontanamento dell'oggetto fissato, e quindi come suo ingrandimento.

E' interessante notare come la convergenza accomodativa non dipenda dalla disparità retinica e quindi possa essere evocata anche da uno stimolo monoculare. Infatti Müller, (1843) che per primo descrisse il fenomeno della vergenza accomodativa, basò le sue considerazioni sulla convergenza oculare sull'osservazione monoculare di uno stimolo in movimento lungo una traiettoria sagittale.

4. Dissociazione di accomodazione e vergenza

La dipendenza della grandezza e distanza percepite dalle risposte di vergenza e accomodazione è chiaramente dimostrata nell'illusione "della carta da parati" (*wallpaper effect*).

Per conseguire quest'effetto si utilizza una matrice di punti omogenei ed equidistanti tra loro disposta su di un piano frontale rispetto all'osservatore.

Quando gli occhi convergono in un punto non appartenente al piano della matrice, i punti vengono visti più vicini e conseguentemente più piccoli. Aumentando l'angolo di convergenza si ha un ulteriore decremento della distanza e della grandezza percepita. I valori dell'angolo di convergenza che portano all'avvicinamento e rimpicciolimento dei punti, coincidono con valori multipli della frequenza spaziale della matrice in modo da mantenere la fusione binoculare delle immagini retiniche.

Ciò che si verifica nella situazione appena descritta è una dissociazione tra la risposta di vergenza e la risposta di accomodazione: l'osservatore converge gli occhi su punti sempre più vicini rispetto al piano su cui giace la matrice di punti, ma all'aumentare della convergenza non segue un riassetto dell'accomodazione. Il fenomeno di micropsia che si verifica nell'illusione "della carta da parati" sarebbe, quindi, interamente a carico della risposta di vergenza ed è per questo che viene detto "micropsia da vergenza".

Lo stereogramma ad immagine singola od "autostereogramma" (Tyler 1983) consiste, originariamente, nell'interazione in senso orizzontale di strisce verticali di moduli a puntini casuali che, se visti con appropriati valori di convergenza/divergenza, danno luogo alla fusione stereoscopica generando così un'immagine tridimensionale. Anche in questo caso, come nell'effetto 'della carta da parati', la sola risposta di vergenza genererebbe piani di profondità a partire da un'immagine bidimensionale inducendo un rimpicciolimento od aumento della grandezza percepita dei suoi elementi. Il senso di profondità risulta completamente invertito passando dalla convergenza alla divergenza rispetto il piano immagine.

Riferimenti bibliografici

Aubert, H. (1865). *Physiologie der Netzhaut*. E. Morgenstern, Breslau.

Epstein, W., Park, J., Casey, A. (1961) *The Current Status of the Size-Distance Hypotheses*. *Psychological Bulletin*, 58, 491-514.

Epstein, W. (1977). *Stability and Constancy in Visual Perception: Mechanisms and Processes*. Wiley series in Behavior. University of Minnesota (ed. Kenneth MacCorquodale).



Gerbino, W. (1996). *Che grande la luna, stasera!* In L. Anolli, W. Gerbino, P. Legrenzi, S. Roncato, *Psicologia generale*. Bologna: Cisalpino.

Koster, W. (1896) *Zur kenntnis der Mikropie und Makropie*. Archiv fur Ophthalmologie, 42, 35-45

Locke (1690). *An Essay Concerning Human Understanding*. New York: Dover.

Müller, J. (1843) *Elements of physiology*. Vol. 2, pp. 1147-8 Trans. By W. Baly. Tayler and Walton, London.

Rock, I. (1984). *Perception*. Scientific American Library, New york.

Tyler, C. W., (1983) "*Sensory Processing of Binocular Disparity* " in *Vergence Eye Movements : Basic and Clinical Aspects*, a cura di C.M. Schor e K.J. Ciuffreda, London, Butterworths.

