

Realtà virtuali

Insieme alla meraviglia, un'angoscia sottile ci prende quando all'improvviso ci sentiamo precipitati nella vertigine degli spazi intergalattici e in lotta con mostri o alieni, o quando si lanciano verso di noi le gambe pirottanti delle ballerine di un corpo di danza, o cadiamo sui binari di un treno che avanza minaccioso, dinanzi (ma forse sarebbe meglio dire dentro) film come *Avatar*, *Pina* o *Hugo Cabret*. Il successo di questo tipo di performance visive sta portando negli anni recenti ad un rinnovato interesse per la stereoscopia, la tecnica che permette di simulare su uno schermo piatto le tre dimensioni dello spazio, facendo sì che attori e oggetti della scena si proiettino contro di noi o, viceversa, si allontanino verso una profondità insussistente, ma che, nonostante tutto, continuiamo a percepire. Nuovi film di questo tipo appaiono nelle sale cinematografiche, si producono programmi televisivi in 3D, vecchi film vengono digitalizzati e poi – con tecniche di postproduzione – trasformati in modo da simulare la terza dimensione di cui le pellicole originali erano sprovviste. Verrà il tempo in cui i programmi sportivi verranno trasmessi con queste nuove tecniche e chi, come noi, è appassionato di Formula1 si figura già il brivido che ci attraverserà (almeno all'inizio) quando la Ferrari di Alonso o la McLaren di Hamilton passeranno sulle nostre teste.

In qualcuno la reazione potrebbe essere però anche il rifiuto della tecnologia e la nostalgia per i vecchi film, quelli in bianco e nero della nostra giovinezza. Se questo accadrà, dovremo comunque riflettere sul fatto che tentativi di film 3D vennero fatti già nell'Ottocento, subito dopo la nascita della settima arte. Poi – dopo un primo suc-

cesso negli anni Venti, questa tecnica si affermò negli anni Cinquanta del Novecento. Si dovrebbe pensare infine che, se la storia della stereoscopia è antica di circa due secoli, i suoi antefatti potrebbero risalire addirittura a molti secoli fa, all'epoca in cui si cominciò a considerare con attenzione i meccanismi visivi, la loro complessità ed elusività. In effetti noi possiamo percepire lo spazio a tre dimensioni sulla superficie piatta di uno schermo bidimensionale perché i nostri centri nervosi sono programmati per combinare le immagini provenienti dai due occhi in modo tale da ricreare in noi uno spazio visivo tridimensionale.

In qualche modo dunque la stereoscopia inizia quando, in animali provvisti di due occhi i cui campi visivi si sovrappongono, l'evoluzione comincia a sfruttare le piccole differenze delle immagini monoculari per ricostruire percettivamente la terza dimensione. Facile immaginarsi l'importanza, diciamo, per un uccello che si sta posando su un ramo di prevederne accuratamente la posizione attraverso la percezione della profondità. La stereoscopia è fondata infatti su piccole differenze nelle immagini del mondo esterno proiettate su ciascun occhio, che il cervello ricomponendo creando l'impressione visiva della profondità.

Di solito i film 3D vengono prodotti utilizzando due telecamere per la ripresa. Le immagini risultanti possono essere percepite separatamente da ciascun occhio mediante speciali occhiali (a vetri colorati o polarizzati o con metodiche più moderne basate sulla tecnologia dei cristalli liquidi) e quindi combinate insieme dai meccanismi neurali della visione.

Un modo semplice per verificare le differenze nelle immagini di ciascun oc-

chio è guardare a un oggetto vicino (per esempio il nostro dito a 15 cm di distanza) e chiudere poi alternativamente l'uno o l'altro occhio. Vi renderete subito conto che ciascuno dei due occhi percepisce una immagine diversa di ciò che si trova sullo sfondo (poniamo, la pagina di questo articolo che state leggendo) e anche in parte del dito fissato. Un esperimento di questo tipo fu realizzato già da Leonardo da Vinci e quindi non si tratta certo di una novità. Dopo Leonardo ci vollero comunque circa tre secoli prima che il fisico inglese Charles Wheatstone (1802-1875) dimostrasse come, dalla fusione di immagini leggermente diverse, il sistema visivo arrivasse a elaborare la terza dimensione. Lo fece inventando uno strumento in grado di combinare immagini artificiali caratterizzate da piccole disparità visive, lo stereoscopio. La storia di questa scoperta affonda le radici nel passato e nelle opere di pensatori illustri: da Euclide, a Leon Battista Alberti, passando per Piero della Francesca e Leonardo.

Leonardo concepiva l'occhio come "finestra dell'anima" ma sapeva poco di come l'anima si "illuminasse" attraverso la finestra fisica del globo oculare. Alla sua epoca non era noto infatti il meccanismo ottico con cui l'immagine si forma nell'occhio. Nonostante avesse assimilato quest'organo a una *camera oscura*, egli faceva infatti ricorso a una doppia inversione dell'immagine per poter giustificare il fatto che gli oggetti non ci appaiono capovolti.

Egli distingueva tra prospettiva naturale e prospettiva artificiale – tra percezione e rappresentazione pittorica. Prima di lui, una distinzione analoga era stata introdotta da Piero della Francesca, che ragionava in termini di immagine prospettica, focalizzando il suo interesse

sulla rappresentazione figurativa. La prospettiva veniva da lui perseguita con precisione matematico-geometrica e i suoi dipinti sembrano davvero catturare la tridimensionalità dello spazio visivo.

Piero e Leonardo si ponevano interrogativi di fondamentale importanza sia per l'arte che per la visione. Come comprimere le tre dimensioni dello spazio nella bidimensionalità della superficie

pittorica? Nella tecnologia moderna del cinema e della televisione a tre dimensioni ci si pone una domanda in qualche modo opposta: come le due dimensioni possono essere espanse a tre? Entrambi gli artisti attingevano le loro conoscenze dalla scienza dell'ottica così come era stata concepita da Euclide. Nella sua *Ottica* il matematico greco affrontava gli aspetti sia fisici che psicologici della visione. Descriveva lo spazio in termini di angoli visivi in modo da poterlo analizzare geometricamente. Il problema era però che l'angolo visivo sotteso da un oggetto diminuisce mano a mano che l'oggetto si allontana e quindi oggetti di dimensioni diverse, posti a differenti distanze, possono sottendere lo stesso angolo. Le conoscenze che Euclide aveva sul reale funzionamento dell'occhio erano piuttosto limitate. Egli accettava l'idea, sostenuta prima di lui da altri studiosi, e in particolare da Platone, che responsabili della visione fossero i raggi che escono dall'occhio e non la luce che vi entra (teoria extramissiva).

L'ottica di Euclide riuscì comunque a definire alcuni principi fondamentali che servirono in seguito a sviluppare la prospettiva geometrica. Non meraviglia quindi che la sua opera sia stata ampiamente sfruttata da Piero e da Leonardo. Quest'ultimo si rendeva però conto che la "prospettiva natu-

rale" (cioè la percezione) non può essere risolta in modo semplice in termini di soli angoli visivi. Allontanando un oggetto da noi non lo vediamo in-

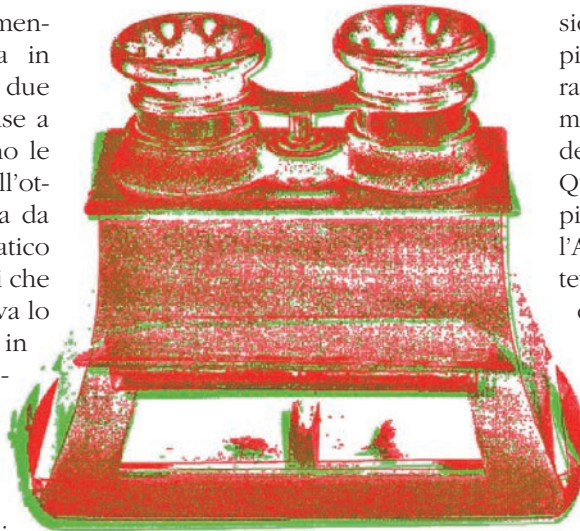
fatti rimpicciolire in modo proporzionale alla riduzione dell'angolo visivo che esso sottende. Inoltre egli era conscio dell'inimitabilità della visione del reale da

e ombre riusciva a riprodurre il rapporto tra gli oggetti nella terza dimensione dello spazio quale è percepito guardando con i due occhi la scena naturale.

Il problema derivava dal fatto che la prospettiva artificiale si basa sull'immagine osservata da un solo punto di vista, mentre la percezione naturale dipende dalla visione binoculare.

A lungo Leonardo si sforzò di capire in che cosa

differisse questo tipo di visione dalla visione monoculare. Per rendere nel dipinto gli aspetti geometrici della raffigurazione visiva si serviva degli insegnamenti di un altro grande artista italiano del Rinascimento, Leon Battista Alberti. Quando però confrontava la scena dipinta mediante l'uso della "finestra dell'Alberti" con la scena naturale non poteva fare a meno di prendere atto della differenza. Ritornava al problema che lo tormentava rimirando un piccolo oggetto vicino di forma sferica contro un determinato sfondo. Appariva chiaro che la visione dello sfondo differiva tra i due occhi, ma Leonardo si rendeva conto dell'impossibilità di rappresentare simultaneamente sulla superficie del dipinto le due diverse immagini. A inficiare i suoi sforzi era, innanzitutto, l'utilizzo di una sferetta nei suoi esperimenti di visione con i due occhi. La procedura, nelle sue linee essenziali, risaliva ad Euclide e Leonardo vi aveva aggiunto l'elemento dello sfondo dietro l'oggetto. Tuttavia, la sfera ha la particolare caratteristica di apparire perfettamente circolare da qualsiasi punto la si guardi: la sua sagoma non cambia in base all'angolo di visione. Tre secoli dopo Leonardo, Wheatstone, riconoscendo al tempo stesso la sagacia del genio italiano ma anche il fallimento del suo tentativo di comprendere i meccanismi della visione tridimensionale, scriveva: «Se, per illustrare il fenomeno, Leonardo avesse usato,



"Stereoscopio stereoscopico" di Nicholas Wade. In alto, le due coppie di immagini stereoscopiche di uno stereoscopio del tipo Brewster. Osservate attraverso questo tipo di strumento le due immagini simulano l'aspetto tridimensionale dello stereoscopio. Sotto, una percezione analoga si può realizzare attraverso la procedura dell'anaglifo, cioè combinando le due immagini colorate con colori complementari rosso-verde e, osservandole con visori adatti a lenti colorate. Si notino in ogni caso le disparità delle immagini particolarmente evidenti nell'anaglifo in basso.

parte della rappresentazione pittorica. «Impossibile è che la pittura», scriveva, «imitata con somma perfezione di lineamenti, ombre, lume, e colore, possa parere del medesimo rilievo qual pare esso naturale». Neppure la prospettiva geometrica più precisa, né il gioco di colore



Lo stereoscopio di Charles Wheatstone (1802-1875).

invece di una sfera, una forma meno semplice, per esempio un cubo, non solo egli avrebbe osservato che l'oggetto oscurava per ogni occhio una parte diversa del campo visivo lontano, ma gli sarebbe forse quasi necessariamente occorso di notare che l'oggetto stesso presentava a ciascun occhio un aspetto differente. Egli non riuscì in questo, e nessuno dopo di lui è riuscito, per quanto ne so, a supplire a questa omissione».

Ci pensò Wheatstone a supplire all'«omissione» di Leonardo, inventando lo stereoscopio, un apparato che permette di presentare un'immagine differente a ciascuno dei due occhi. Se le due immagini corrispondono a quelle viste dall'uno e dall'altro occhio dinanzi a una scena tridimensionale, allora il nostro sistema visivo percepisce la profondità. Ci sono modi diversi di realizzare la presentazione stereoscopica delle due immagini ai due occhi. Lo stereoscopio di Wheatstone si basava

sull'uso di due specchi piani, posti ad angolo retto l'uno rispetto all'altro in modo tale da riflettere in maniera appropriata le immagini montate sui bracci laterali dell'apparecchio, ma subito dopo, un collega – e rivale – di Wheatstone, David Brewster (1781-1868), ideò un sistema in cui la fusione delle immagini era realizzata con un prisma invece che con gli specchi.

Wheatstone fu quindi in grado di fondere insieme i messaggi visivi binoculari e creare così una realtà virtuale che – possiamo ben dirlo – avrebbe soddisfatto l'ambizione di Leonardo: ottenere una perfetta imitazione della visione naturale. Egli riuscì anche a mettere a punto un dispositivo in grado di ottenere con tecnica fotografica la coppia di immagini stereoscopiche da combinare con il suo strumento, che divenne così un dispositivo molto popolare di moderna «magia naturale».

La «finestra dell'anima» rappresentò per Leonardo un modo singolare di visione

del mondo, che fu però per lui alla fonte di molte frustrazioni. Perché la prospettiva artificiale non riusciva a imitare la percezione? La risposta a questa domanda che angosciava Leonardo avrebbe atteso molto tempo, ma quando arrivò, cambiò la nostra comprensione del processo visivo. È giusto dire che oltre a mutare il modo in cui noi possiamo vedere le immagini, Wheatstone cambiò anche la nostra immagine del processo visivo. Con lui la terza dimensione, la profondità, entrò di prepotenza tra i meccanismi percettivi analizzabili in termini fisico-percettivi. L'angolo visivo, concezione utile per definire il funzionamento dell'occhio in termini di ottica geometrica, perdeva il suo rilievo come elemento centrale della fisiologia percettiva. E il concetto di «inferenza visiva», a cui avevano fatto ricorso i filosofi e gli scienziati dell'antichità, riprese il suo posto nella comprensione del processo della visione.

Il matematico romano Paolo Volpicelli, che fu per lunghi anni segretario dell'Accademia dei Lincei, scrivendo nel 1876 sulla rivista inglese *Nature* il necrologio di Wheatstone (membro dell'Accademia italiana dal 1850) ricordava come «negli anni attorno al 1500 il nostro connazionale Leonardo da Vinci si pose il problema e giunse per primo alla conclusione che dalla pittura non era possibile ottenere l'effetto del rilievo. Ma nel 1838, Wheatstone riflettendo profondamente sulla fisiologia visiva inventò lo stereoscopio, con il quale trovò filosoficamente la soluzione della produzione ottica e virtuale del rilievo». Grazie a Wheatstone ora sappiamo un po' di più su come le due «finestre» del nostro sistema percettivo lavorano insieme per consegnarci una visione del mondo che è qualcosa di ben diverso da una semplice rappresentazione geometrico-prospettica. ●

BIBLIOGRAFIA

PICCOLINO M., WADE N.J., *Insegne ambigue: percorsi obliqui tra storia, scienza e arte da Galileo a Magritte*, ETS, Pisa 2007.

Marco Piccolino
è professore di Fisiologia Generale e di Storia
della Scienza all'Università di Ferrara.

Nicholas J. Wade
è professore di Psicologia Visiva
all'Università di Dundee, in Scozia.