

Realtà virtuale

Simulazione all'elaboratore di una situazione reale con la quale il soggetto umano può interagire, a volte per mezzo di interfacce non convenzionali, estremamente sofisticate, quali occhiali e caschi su cui viene rappresentata la scena e vengono riprodotti i suoni, e guanti (dataglove) dotati di sensori per simulare stimoli tattili e per tradurre i movimenti in istruzioni per il software. Simili tecniche sono usate, tra l'altro, nei videogiochi, nell'addestramento militare dei piloti e nella modellistica di sistemi microscopici, per es. nello studio delle proprietà delle biomolecole. Il fine della realtà virtuale è simulare un ambiente reale per mezzo di tecnologie elettroniche, sino a dare a chi la sperimenta l'impressione di trovarsi realmente immerso in quell'ambiente. Oggi la locuzione ha assunto anche un significato più allargato e indica tutte quelle simulazioni che consentono un qualche grado di interazione con l'ambiente descritto, così come avviene per es. nei videogiochi, anche quando la simulazione non è totale, ma coinvolge solo alcuni sensi. La realtà virtuale è un programma di ricerca e sviluppo volto a creare la tecnologia che permetta a un essere umano di trovarsi in un ambiente simulato – costruito, cioè, al computer – tale che la sua impressione soggettiva di presenza sia, tendenzialmente, indistinguibile da quella che si prova in un ambiente reale. Benché in corso da oltre quarant'anni, il programma è ancora lontano dalla realizzazione del suo ambizioso obiettivo. Tuttavia, grazie alle nuove disponibilità della tecnologia, decisi passi avanti sono stati fatti a partire dalla fine degli anni Ottanta, inizio anni Novanta del secolo scorso, passi avanti che hanno fatto uscire la realtà virtuale dallo stadio di pura idea teorica o primitiva sperimentazione prototipale per portarla a limitate ma concrete realizzazioni.

La difficoltà principale che questo programma deve affrontare è costituita dal fatto che il mondo esterno, l'ambiente, interagisce con l'essere umano attraverso molteplici canali sensoriali – vista, tatto, udito, odorato ecc. – e se il mondo simulato deve essere indistinguibile dal mondo reale esso deve fornire ai nostri sensi le stesse impressioni che fornirebbe quest'ultimo. Bisogna quindi essere in grado di ricostruire al computer tutte le caratteristiche visive, tattili, uditive, ecc. del mondo così come appaiono ai nostri sensi: un compito immane.

Poiché la vista è il nostro senso più importante, il punto di partenza è stato il tentativo di simulare proprio il mondo visivo. È in questo ambito che si sono avuti gli sviluppi più notevoli, e se ancora si è lontani dal poter liberamente passeggiare in un mondo simulato – un mondo virtuale, appunto – ricevendo le stesse impressioni visive del mondo reale, tuttavia si può dire che qui la tecnologia è in posizione: si tratta solo di continuarne il normale sviluppo quantitativo e qualitativo e, in un tempo più o meno lungo, l'obiettivo potrà essere raggiunto. Non così per gli altri sensi, dove si è molto più indietro. Meno per l'udito, dove la tecnologia ha lavorato per oltre un secolo alla riproduzione accurata – o 'fedele' – dei suoni e i progressi compiuti per fare in modo che gli stimoli acustici sembrino reali sono piuttosto consistenti. La ricerca specifica su cui si è concentrato il programma di realtà virtuale in questo settore è, più che altro, quella della localizzazione spaziale del suono: la capacità di percepire da dove proviene il suono e, più limitatamente, da che distanza. I passi avanti compiuti nel riprodurre la prima di queste caratteristiche sono sotto gli occhi di tutti: dalla stereofonia al recente surround, all'audio multicanale. La realtà virtuale vi ha aggiunto una caratteristica, che è però, come vedremo, del tutto generale nel programma: rendere queste sensazioni completamente relative alle posizioni e ai movimenti del soggetto che percepisce. Dunque dal punto di vista del canale auditivo, la situazione è abbastanza soddisfacente. Odorato e gusto sono decisamente trascurabili, dal punto di vista del contributo alla 'illusione di realtà', anche se qualche passo iniziale nella simulazione si è fatto anche in questi campi.

Il vero problema, invece, è costituito dalla simulazione del mondo così come lo percepiamo attraverso il tatto e più in generale attraverso il corpo. Benché non sia facile rendersene conto, la percezione attraverso il corpo rappresenta di gran lunga il canale più importante dopo la vista. Un semplice esempio sarà sufficiente a illustrarlo. Si considerino le sensazioni che si provano quando, per esempio, si sta usando un mouse: il tocco delle dita sulla superficie denuncia un oggetto solido (e non molle, liquido, elastico ecc.), questa percezione è prodotta da specifiche e complesse reazioni esercitate sulle dita della mano; lo spostamento del mouse nelle varie direzioni viene percepito come uno 'slittamento' (anziché uno 'sfregamento' o altro) dalle reazioni all'azione dei muscoli della mano (e eventualmente dell'avambraccio), reazioni registrate da sensori interni ai muscoli stessi. Il peso dell'oggetto – percepito, per esempio, quando lo si solleva – viene 'sentito' dall'intera muscolatura del braccio, e, nel caso di oggetti più pesanti, anche da altre fasce muscolari dell'intero corpo. Una simulazione realistica deve essere capace di far provare, riproducendole, tutte queste sensazioni tattilo-corporee: solo queste, infatti, fanno diventare (letteralmente) 'solido' il mondo virtuale, che altrimenti resta confinato a immagini incorporee e intangibili. Si tratta di un compito enorme, poiché a differenza dei campi visivi e auditivi, dove la ricerca sulla riproduzione data da tempo (a volte, come nel caso della visione, da secoli), in questo campo ben poco è stato fatto precedentemente, al punto da poter affermare che è stato inaugurato proprio dal programma di realtà virtuale.

Dal teatro al computer

L'idea della creazione di ambienti artificiali non è di per sé legata al computer. Fu infatti sperimentata per la prima volta nel 1962 con il Sensorama, un apparecchio meccanico ideato da M. Heilig che mirava a coinvolgere non solo la vista e l'udito, ma anche l'olfatto e il tatto di uno spettatore che osservava i filmati appositamente realizzati per quella macchina: oltre a proiettare immagini, l'apparecchio trasmetteva allo spettatore vibrazioni, produceva vento ed emetteva addirittura odori. Una sorta di cinema per tutti e cinque i sensi. La moderna realtà virtuale nasce però solo con il computer e con la possibilità di creare scenari e paesaggi tridimensionali all'interno dei quali un soggetto ha l'impressione di muoversi. È proprio lo stesso linguaggio dei computer, strutturato come una serie di scelte da cui conseguono certe risposte (se... allora...), a consentire di tradurre le diverse scelte operate da chi si trova nello scenario virtuale in modificazioni di quello stesso scenario, ossia di rendere l'esperienza interattiva e quindi credibile. Realizzare un ambiente virtuale non è però facile e richiede tempo, ricerca e investimenti. Un ruolo importante nella crescita di questo settore lo hanno avuto i videogiochi, che hanno creato un enorme mercato agendo da volano per lo sviluppo tecnologico.

Il virtuale a servizio del reale

Per quanto siano state ottenute rappresentazioni estremamente verosimili, grazie all'evoluzione della grafica computerizzata e all'aumento costante della potenza di calcolo dei computer, ancora oggi gli ambienti proposti dalle applicazioni di realtà virtuale sono ben lontani dal riprodurre davvero quelli reali. Tuttavia, già oggi i sistemi di realtà virtuale hanno molte applicazioni pratiche. I piloti di aereo, per es., imparano a volare anche sui simulatori di volo, che riproducono perfettamente tutte le situazioni che accadono al comando di un apparecchio, comprese le diverse piste di decollo e atterraggio, le condizioni meteorologiche o le anomalie meccaniche. Si può ipotizzare che una sempre maggiore verosimiglianza consentirà di utilizzare la realtà virtuale per analizzare le reazioni di un individuo di fronte a determinate condizioni, anche estreme. In questo modo, per esempio, si potrà valutare

l'efficienza dei dispositivi e delle uscite di sicurezza di un palazzo simulando un incendio e verificando il comportamento di chi vi si trovasse coinvolto. O anche semplicemente progettare la migliore disposizione delle merci all'interno di un grande magazzino analizzando le reazioni dei consumatori di fronte ai diversi stimoli di un ambiente virtuale che riproduce gli scaffali.

Da due a cinque sensi

Fino a oggi la realtà virtuale ha privilegiato soprattutto la vista e l'udito. Utilizzando questi due sensi è comunque possibile ottenere situazioni di immersione quasi totale, per es. servendosi di caschi speciali che permettono a chi li indossa di ricevere esclusivamente gli stimoli del simulatore. Allo stesso modo, esistono guanti e tute speciali che danno all'utente stimoli tattili, o forniscono al computer informazioni sulla posizione del corpo dell'utente stesso. Così una mano può 'accarezzare' virtualmente un oggetto, o il computer può sapere se chi indossa la tuta è sdraiato o seduto. Questi stessi strumenti possono essere adattati per aiutare i chirurghi a operare in situazioni difficili, effettuando interventi a distanza (telemedicina). Se guanti e tute speciali sono in grado di offrire sensazioni tattili, l'olfatto e il gusto sono ancora poco presenti nei simulatori di realtà virtuale. Fino a oggi non si è trovato un sistema per produrre profumi 'realistici' a comando. Le soluzioni fino a ora proposte si basano sul rilascio di alcune essenze o di loro combinazioni, presenti in appositi contenitori già installati sul computer, ma offrono solo una combinazione limitata di possibilità. La logica è in fondo simile a quella di alcuni vecchi film sperimentali, dove lo spettatore doveva grattare a comando un cartoncino per avvertire gli odori. Allo stesso modo oggi appare insormontabile l'ostacolo di riprodurre sapori attraverso il computer. Qualcuno ipotizza però che in un futuro le percezioni sensoriali potranno essere ottenute stimolando direttamente particolari aree cerebrali. In questo modo la verosimiglianza sarebbe perfetta, in quanto il cervello potrebbe ricevere esattamente gli stessi stimoli prodotti dalle sensazioni reali. Si tratta però di una prospettiva remota: al di là dei problemi tecnologici, la stessa conoscenza dei meccanismi cerebrali delle percezioni è ancora molto lontana da questo obiettivo.

Socialità virtuale

Un aspetto importante della realtà virtuale è che permette l'interazione di più persone che si muovono all'interno di un unico ambiente virtuale, pur trovandosi in realtà a decine di migliaia di chilometri di distanza. È quanto accade in 'mondi virtuali' presenti su Internet, come Second Life, che riproducono ambienti e situazioni sociali di ogni genere, consentendo agli utenti (o meglio alle loro identità virtuali, dette avatar) di incontrarsi, interagire e addirittura effettuare transazioni economiche. Questi sistemi rappresentano oggi forse la frontiera più avanzata della realtà virtuale, ed è prevedibile che si diffondano anche in ambito lavorativo. Se oggi si utilizzano teleconferenze o conference call per far 'incontrare' persone che lavorano a molti chilometri di distanza, presto queste conferenze potrebbero essere realizzate in ambienti virtuali creati dalle reti informatiche, permettendo un'interazione molto più realistica tra i partecipanti.

L'AZIONE NEL MONDO SIMULATO

Il joystick è l'emblema di quella che è a tutt'oggi l'applicazione più diffusa e probabilmente più importante (almeno in termini economici) della realtà virtuale: i videogiochi. Qualunque videogioco di quelli che in linguaggio cinematografico si possono chiamare 'in soggettiva', dove cioè si vede il mondo e ci si muove 'in prima persona', contiene infatti quello che abbiamo visto essere l'elemento costitutivo centrale della realtà virtuale: la costruzione del mondo simulato in funzione di un punto di vista libero di muoversi a piacere 'in tempo reale'.

Ciò in cui i videogiochi tendono a differire da altre tipiche applicazioni della realtà virtuale sono proprio le modalità di controllo del movimento e di display del punto di vista.

Si può dire che il videogioco ha rinunciato a ottenere l'immersività spingendo sul versante della percezione visiva. Ha rinunciato, quindi, a sistemi di display immersivi, tipo i caschi, e alla visione stereoscopica, contentandosi di ciò che si vede su un qualunque schermo televisivo (anche per scelta commerciale: gran parte dei dispositivi di hardware e software per i videogiochi sono fatti per funzionare attaccati alle normali televisioni), e ha adottato, di conseguenza, quella che abbiamo chiamato la 'metafora del veicolo': tutti i movimenti avvengono tramite il joystick, anche quelli della persona (dove si può anche arrivare a uno sdoppiamento: muovere una proiezione di se stessi, rappresentata da una figura, nel mondo virtuale: il cosiddetto 'avatar'). Spesso, comunque, non si tratta di una metafora ma di un veicolo vero e proprio: molti dei giochi più popolari consistono nel pilotare un'automobile o una moto per gareggiare, o un aereo o un mezzo militare in battaglia, o simili; in questo caso il joystick può anche prendere la forma specializzata di un volante (eventualmente con pedaliera) o di un manubrio o di una cloche, come avviene spesso nei giochi di questo tipo in versione arcade, nelle versioni che si trovano, cioè, nelle sale-giochi. Qui si può avere un certo recupero dell'immersività tramite meccanismi diversi: per ovviare alla ristrettezza del campo visivo offerto dallo schermo si isola l'utente dall'ambiente circostante in qualche specie di guscio chiuso dalle pareti oscurate, nel quale è visibile solo lo schermo, ma soprattutto si utilizza uno speciale sedile, parte integrante del guscio, capace di offrire sensazioni corporee appropriate al movimento che viene impresso al veicolo e che viene mostrato dallo schermo. Cessa, cioè, proprio quell'assenza di feedback corporeo che, come abbiamo visto, rende la metafora del veicolo debole dal punto di vista dell'immersività. Tale risultato viene ottenuto con degli attuatori idraulici capaci di imprimere potenti accelerazioni in diverse direzioni – anche se per brevissimi periodi – al sedile che poggia su di essi. Siccome il nostro sistema percettivo è particolarmente sensibile alla variazione e ben poco agli stimoli costanti, è sufficiente accennare, per così dire, all'effetto del movimento perché esso sembri assolutamente reale. Così, appena il joystick viene mosso verso destra e il veicolo comincia a curvare, l'attuatore idraulico, comandato anch'esso dal sistema, spinge con un rapido impulso il sedile verso sinistra, il che dà subito la sensazione che si è cominciato a percorrere una curva a destra: è questa sensazione di inizio che è cruciale, non il persistere dell'accelerazione.

Il sistema del feedback corporeo di questo tipo è alla base di tutti i simulatori professionali di veicoli, velivoli e natanti che costituiscono l'altra grande applicazione della realtà virtuale. Particolarmente importante sono i simulatori di volo per il training dei piloti. In essi viene fisicamente riprodotta la cabina di pilotaggio dell'aereo che si deve apprendere a pilotare con tutti i suoi comandi. La proiezione del mondo simulato avviene sul parabrezza in modo solidale a esso e l'intera cabina è montata su potenti attuatori idraulici capaci di imprimerle movimenti acceleratori istantanei in qualunque direzione. Altrettanto sofisticati e sostanzialmente dello stesso tipo sono i simulatori di veicoli militari. Qui si aggiungono spesso simulatori d'arma, dispositivi, cioè che vanno azionati dal soggetto e producono effetti sul mondo simulato.

Produrre effetti sul mondo simulato è un'altro degli elementi cruciali per avere la sensazione di 'esserci dentro' e dunque per l'illusione di realtà. Questo elemento è molto sviluppato nei videogiochi, ed è utile a compensare la loro scarsa immersività sul versante della percezione visiva. Come il movimento, che può essere diretto – cioè, della persona che cammina – o indiretto – a bordo di un veicolo –, così anche l'azione del soggetto può essere diretta – sollevare un oggetto o spingerlo con le proprie mani – o indiretta – sparare a un bersaglio con un'arma. È naturalmente molto più facile simulare il secondo tipo di azione, dato che ci si può

limitare agli effetti visivi che l'azione produce. La simulazione dell'azione diretta richiede, invece, che si produca la sensazione che l'azione produrrebbe sulla mano, sul braccio, e in generale sul corpo. Nel caso dell'azione indiretta, è sufficiente un normale meccanismo di attuazione come il joystick o dei pulsanti, dato che anche nel mondo reale quest'azione viene ottenuta agendo su congegni che provocano effetti del tutto non proporzionali all'azione meccanica che si compie su di essi: tipico è il grilletto di un'arma, il cui azionamento fisico è paragonabile a quello di un joystick, o il servosterzo di un'auto, dove lo sforzo percepito è quasi solo quello di far ruotare la leva del volante, ma non le ruote con il peso dell'auto.

Un dispositivo più sofisticato per l'azione indiretta, particolarmente popolare negli ambienti classici di realtà virtuale, è il cosiddetto data glove, il guanto. E, un guanto innervato di fibre ottiche e incorporante un tracciatore di posizione come quello degli HMD. Il tracciatore di posizione permette la collocazione della mano nell'ambiente virtuale a seconda dei movimenti del soggetto che indossa il guanto. Le fibre ottiche permettono di determinare – essenzialmente attraverso la variazione della quantità di luce che fluisce in funzione delle curve – gli angoli che si formano alle giunture delle dita e tra le dita. In questo modo posizione e articolazione precisa della mano possono essere proiettate nell'ambiente virtuale e viste dal soggetto, che può allora muovere e guidare la mano nell'ambiente virtuale e farle azionare pulsanti, leve e comandi di ogni tipo simulati anch'essi nel mondo virtuale. In questa condizione, però, il soggetto non avrà alcun feedback alla sua azione: se toccherà un oggetto solido non si accorgerà di averlo fatto, se sposterà una leva non percepirà alcuno sforzo, nemmeno minimo, sulle dita o sulla mano; l'unica indicazione dell'aver, di fatto, toccato l'oggetto verrà dagli effetti visivi che la sua azione produce: vedrà l'oggetto o la leva spostarsi. Se si vuole invece che il mondo virtuale diventi 'solido', bisogna adottare, come si diceva all'inizio, tutt'altro approccio e tutt'altro dispositivo. Innanzitutto, bisogna modellare il mondo simulato in base agli effetti che producono sul corpo gli oggetti quando vengono toccati e manipolati. Effetti tattili sulle dita (come, per es., la rugosità) e effetti cinestetici su muscoli e tendini della mano, del braccio, della spalla, ecc. a seconda della loro natura (dimensioni, forma, peso) e della natura dell'azione che si compie (sollevare, spingere ecc.), detti in gergo 'ritorni di forza' (force feedback). È necessario, cioè, costruire il mondo come 'appare' non alla vista ma all'azione motoria. Bisogna, poi, costruire dispositivi che siano in grado di generare questi effetti artificialmente nella simulazione. Questo viene ottenuto tramite attuatori (di solito, serviti da motori elettrici) capaci di esercitare pressione, spingere o tirare le varie articolazioni. Gli attuatori sono montati in una struttura, simile come concezione al guanto descritto precedentemente, che viene indossata dal soggetto. A seconda del livello di sensazioni generabili, questo apparato può riguardare le sole dita, la mano e il polso, includere l'avambraccio o anche l'intero braccio e la spalla, tendendo a diventare via via un vero e proprio esoscheletro. Naturalmente tutti questi dispositivi devono incorporare anche tracciatori di posizione e di articolazione delle varie parti corporee interessate, indispensabili per comunicare costantemente la loro posizione e configurazione nel mondo simulato e determinare quindi correttamente il tipo di stimolazione cui vanno sottoposte. Come è facile intuire, il campo si complica notevolmente e numerose diventano le soluzioni tecnologiche concepibili e sperimentabili. Per questo si tratta del settore dove ci si possono aspettare i più grossi passi avanti nel prossimo futuro e altrettanto notevoli miglioramenti della sensazione soggettiva di presenza nel mondo simulato.

Realtà virtuale

In informatica, la locuzione realtà virtuale (virtual reality, conio linguistico, negli anni Ottanta del 20° secolo, dello statunitense J. Lanier) sta a indicare la simulazione all'elaboratore di situazioni reali, oppure create ex novo, con le quali il soggetto umano può interagire, 'entrando' nel modello di ambiente simulato e operando, quindi, in una condizione virtuale sempre più prossima alla realtà mimata. Lo sviluppo delle tecnologie e quello dei sistemi informatici hanno consentito la diffusione di attività di tipo virtuale in vari ambiti: aziendale, finanziario, militare, medico, cinematografico.

L'innovazione semantica della locuzione realtà virtuale emerge dall'analisi dei due termini che la compongono, ambedue derivati dal latino medievale della Scolastica: la novità scaturisce dall'aver congiunto due significati fino a questo momento disgiunti, realizzandone un terzo prima inesistente. Dal punto di vista della costruzione linguistica, realtà virtuale corrisponde a un ossimoro, figura retorica che consiste nell'accostare parole che esprimono concetti opposti, trasformando una contrapposizione terminologica in analogia concettuale. Alla locuzione corrisponde una nuova prospettiva logica e semantica nella nostra considerazione del mondo. La logica classica, di derivazione aristotelica, è basata sul cosiddetto principio del terzo escluso: 'o A o non-A', non c'è una terza alternativa possibile (*tertium non datur*). Questo equivale ad affermare nel medesimo istante l'esistenza di qualcosa e l'inesistenza del suo opposto, e da ciò deriva anche il principio di identità ('A è A'). Dunque, se a una realtà, cioè a una qualsiasi cosa esistente, si dà l'attributo di virtuale, ossia gli si attribuisce un'esistenza possibile ma non attuale, si finisce con l'asserire l'attualità di qualcosa che ancora non c'è. La realtà virtuale attesterebbe qualcosa che c'è e non c'è nello stesso tempo: in questo modo essa costituirebbe la terza alternativa esclusa, invece, dal principio della logica aristotelica. Ciò implica un potente cambiamento degli schemi logici del nostro conoscere: che cosa vuol dire affermare contemporaneamente 'A e non-A', asserire la consistenza 'di A e di non-A'? Per rispondere a questo quesito è inevitabile compiere un passo indietro metodologico e considerare il significato di costruzione di una realtà. Costruire una realtà significa adoperare la fisiologia che abbiamo in comune con tutto il mondo animale e che è formata da un insieme di organi sensoriali organizzati da un sistema nervoso.

Nell'organismo umano i sistemi sensoriali che realizzano il rapporto interno/esterno in un insieme ordinato sono: il tatto, l'udito, la vista, l'odorato e il gusto; la funzionalità fisiologica dei cinque sensi opera con modalità diversificate che poi vengono coordinate dal cervello in un complesso unitario di sensazioni, secondo un meccanismo fisiologico messo a punto dalla selezione naturale delle specie. Ciò che importa sottolineare è l'esistenza di organi sensoriali, ossia l'esistenza di 'soglie di passaggio' dello stimolo nervoso dall'interno all'esterno del corpo di ciascun organismo animale. Senza un tale portello di comunicazione fisiologica non esiste organo sensoriale, ed è la presenza e la funzionalità di questo tipo di organi che fondamentalmente contraddistingue il mondo del vivente da quello del non vivente. Infatti, anche nelle piante, che non hanno un sistema nervoso, esiste però una soglia di scambio interno/esterno tra i tessuti vegetali e gli elementi fisico-chimici dell'ambiente naturale circostante. Tale rapporto si può schematicamente chiamare circuito stimolo-risposta. Per quanto riguarda la fisiologia animale si può dire che la sensazione si organizza in un circuito stimolo-risposta di passaggio dell'impulso nervoso, da (e per) l'interno dell'organismo animale (v. nervoso, sistema). Oltre a questo primo livello di organizzazione dell'esistente, ve ne è un secondo, quello della percezione (v.). Al contrario della sensazione, che esprime un contatto immediato tra l'organo di senso e l'ambiente esterno, la percezione presuppone una mediazione nel rapporto con il mondo esterno. La preponderanza della percezione visiva nell'organizzazione cognitiva dell'essere umano ha probabilmente la sua ragione nella

maggiore distanza che tale sensorialità pone tra l'organo di senso e l'ambiente a esso esterno. Il circuito stimolo-risposta nel caso della sensazione visiva esige un'elaborazione maggiore e meno immediata per impadronirsi degli oggetti di senso rispetto al percorso operato dal tatto, dal gusto e dall'olfatto: tutte, in definitiva, forme dell'essere tattile. La tattilità, infatti, è la modalità sensoriale primaria dell'organismo animale già allo stato fetale, ed è quindi quella più immediata, mentre la modalità visuale sopravviene in un secondo tempo, a individuo nato, ed è perciò più mediata. La percezione, essendo mediata dal lasso di tempo maggiore nell'elaborazione del circuito sensoriale stimolo-risposta, necessita dell'intervento di un circuito ulteriore rispetto a quello strettamente individuale dello stimolo-risposta, che è il circuito comunicazionale della trasmissione di un messaggio informativo sociale. Lo schema stimolo-risposta si trasforma nello schema domanda-risposta quando la relazione individuo/ambiente viene mediata da altri individui e diventa la relazione individuo/individuo+ambiente.

La percezione implica un messaggio, una codificazione sociale dell'informazione sensoriale: nella percezione interviene una serialità ordinata di organizzazione circuitale stimolo-risposta, nel senso che, per avere un comportamento comunicativo sociale di risposta a un comportamento comunicativo sociale di domanda, risulta necessario mettere in ordine ciò che si vuole esprimere. In rapporto alle funzioni corticali superiori dell'essere umano, cui va di necessità ascritto il fenomeno della realtà virtuale, è opportuno fare riferimento a ciò che I.P. Pavlov e A.R. Lurija chiamano il primo sistema di segnalazione dell'attività organizzata e finalizzata, che richiede il mantenimento di un livello ottimale del tono corticale cerebrale, essenziale, appunto, allo sviluppo organizzato dell'attività mentale. Le strutture che mantengono e regolano il tono corticale stanno al di sotto della corteccia, nei nuclei sottocorticali e nel tronco cerebrale. Diversamente dalla corteccia, questa formazione non consiste di neuroni isolati, capaci di inviare impulsi singoli e, operando in accordo con la legge del 'tutto o niente', 'aperto o chiuso', 'sì o no', di generare scariche elettriche e condurre all'innervazione dei muscoli. Tale formazione ha la struttura di una rete nervosa, detta formazione reticolare, che trasmette in andata gli impulsi nervosi dalla corteccia alla periferia del corpo e li riceve di ritorno con una modalità graduale, non discreta, cambiando il suo assetto un po' alla volta e modulando così lo stato di tutto il sistema nervoso. La formazione reticolare è lo strumento fisiologico con il quale si articola il primo sistema di segnalazione cui si ritiene faccia capo l'organizzazione sensoriale nel suo complesso. Invece, per l'organizzazione percettiva si pensa sia necessario l'intervento di quello che viene denominato secondo sistema di segnalazione, ossia del sistema del linguaggio verbale, la cui struttura si origina nello scambio della comunicazione sociale e la cui funzione cerebrale è operata dalla globale sinergia dei sistemi funzionali della corteccia. Ovvero, se la funzionalità primaria del cervello risponde alla necessità di mantenere in vita l'intero organismo animale, la funzionalità cerebrale secondaria è quella di organizzare un codice comunicativo tra differenti individualità biologiche separate: il primo sistema di segnalazione coordina la sopravvivenza e l'adattamento organico mediante un codice biochimico interno; il secondo sistema di segnalazione coordina la sopravvivenza e l'adattamento sociale mediante un codice simbolico esterno all'organismo.

La codificazione fisiologica dà forma al primo sistema di segnalazione del nostro cervello e la codificazione linguistica al secondo. L'operare continuamente intrecciato di questi due sistemi produce l'adattatività biosociale della specie umana, che nel corso dell'evoluzione si è conformata in un 'soma' anatomofisiologico, in una psiche sensoriale-percettiva e in una mente prettamente simbolica di raccordo tra soma e psiche. La speciazione dell'essere umano passa cioè attraverso la simbolizzazione linguistica sia del codice fisiologico della sensorialità somatica sia del codice sociale della percettività psichica. Da una plurimillenaria storia di

evoluzione biologica e culturale si è giunti all'invenzione totalmente simbolica di un macchinario estensivo dei nostri organi di senso come il video o il computer, che rappresenta per il momento l'ultima tappa dell'esteriorizzazione della comunicabilità del messaggio percettivo. Si pone a questo proposito il problema del rapporto tra mappa e territorio: l'epistemologia di G. Bateson (1979) sottolinea come la mappa non sia il territorio, così come il nome non è la cosa, e afferma che le nostre mappe cognitive contengono termini linguistici e non oggetti materiali. Ma - si può aggiungere - perché sia possibile costruire una mappa nominale occorre transitare per l'esperienza concreta sensoriale dell'interazione con la materialità empirica e dell'interazione sociale con la verbalità. Pertanto, il territorio è di pertinenza della sensazione e la mappa è di pertinenza della percezione: il territorio è relativo all'agire dell'organismo nello spazio circostante e all'organizzazione sensoriale di questo suo agire per la sopravvivenza; la mappa pertiene invece alla comunicabilità dell'esperienza del territorio ad altri e pertanto alla conoscenza. Ciò equivale a dire che la mappa è l'immagine percettiva del territorio. Per definire meglio il concetto di 'mappa cognitiva' è utile fare ancora una distinzione tra l'immagine percettiva e quella sensoriale. L'immagine sensoriale è lo schema disposizionale dei neuroni che rispondono simultaneamente in una certa configurazione a una certa stimolazione fisiologica: essa dunque è una strutturazione spaziotemporale dell'impulso nervoso. L'immagine percettiva è propriamente una mappa, cioè una simbolizzazione linguistico-sintattica della nostra pratica sensitiva: con essa si passa da un livello esperienziale del territorio-sensazione a un livello cognitivo della mappa-percezione. La cognizione è guadagnata unicamente dalla presenza di un sistema simbolico sintatticamente ordinato come è quello linguistico; di contro, l'immagine sensoriale realizza l'esperienza del territorio, senza conoscerla. La formulazione ultima di un sistema simbolico è costituita dal linguaggio altamente matematico che sta a fondamento del computer, del video e del complesso della tecnologia contemporanea. Tutte le macchine, fin dai primordi della storia umana, sono state costruite sulla base di una logica matematica e tanto più lo sono le macchine contemporanee, che costituiscono l'espressione più evidentemente sintattica della nostra capacità di simbolizzare. Paradossalmente attraverso questa massima astrazione sintattica, si è riguadagnata la possibilità di riflettere sul primo livello costituito dal circuito stimolo-risposta di tipo fisiologico, che con la matematica non ha nulla a che fare. La nostra fisiologia non funziona con modalità matematiche, a differenza della nostra percezione che procede da una matematica basilare, com'è quella della sintassi linguistica, a una matematica complessa com'è quella della tecnologia, intendendo con il termine matematica un sistema di logica simbolica coerente e lineare, ossia un sistema in cui ogni elemento è inserito in una successione in modo ordinato, definito e consequenziale. Su una tale modalità di correlare elementi discreti si fonda la realtà virtuale, che è un'immagine totalmente simbolica, e quindi percettivo-cognitiva, che imita il processo fisiologico della sensazione proponendone una rappresentazione oggettivata e manipolabile.

È possibile compiere questa operazione rendendo esplicita la formazione stereoscopica della visione binoculare dei nostri occhi. Sappiamo che nella normale percezione visiva sulle retine dei due occhi le immagini figurali sono leggermente diverse l'una dall'altra: è l'attività neuronale del cervello a sovrapporle e a comporle in un'immagine singola, in modo tale che noi vediamo un contorno figurale unitario. La tecnologia della realtà virtuale ripropone questo processo attraverso due microtelevisioni fissati sul casco visore in corrispondenza degli occhi del soggetto che lo indossa, il quale quindi vede su due piccolissimi monitor il formarsi di un'immagine percettiva fatta secondo algoritmi che rieffettuano la minima diversità fra occhio destro e occhio sinistro. L'applicazione più recente sostituisce ai due microtelevisioni due microproiettori laser che inviano le due immagini computerizzate direttamente sulle retine, e quindi questa volta è il nostro cervello, non un computer centrale, a elaborare gli

impulsi laser, che sono, però, comunque già strutturati da un programma computerizzato. Nel primo caso la differenza percettiva tra occhio destro e occhio sinistro viene ricomposta dal computer centrale (esterno al casco visore), che unifica le due diverse immagini per dare al fruitore della realtà virtuale un'immagine unitaria che prende forma sul virtuale unico monitor, mentre egli, di fatto, ne ha due dinanzi agli occhi. Nel secondo caso si sfrutta la naturale capacità compositiva del nostro sistema nervoso centrale per unificare le due diverse figure, che tuttavia in entrambe le modalità tecniche sono ottenute da una sintesi matematica predefinita. Un simile artefatto evidenzia la distanza procedurale tra la formazione e la percezione dell'immagine visiva, consentendoci di rilevare uno scarto concettuale tra immagine e rappresentazione, tra la formazione di un contorno unitario e la proposizione ultimata di un siffatto contorno: la rappresentazione consiste nel riproporre l'immagine una seconda volta, nel ripresentarla, per l'appunto. Dunque, la rappresentazione è la possibilità di memorizzare un'immagine, di renderla oggetto indipendente dalla sua momentanea sensazione-percezione e, quindi, di manipolarla come oggetto, distaccandola dall'esperienza immediata per farla diventare un'esperienza mediata di memorizzazione. Realizziamo, in questo modo, un'"immagine figurale unitaria" che in termini contemporanei, in contrapposizione all'immagine del computer, digitale, viene chiamata immagine analogica e la cui definizione attiene a tutte e cinque le tipologie di senso. Quindi la nostra fisiologia procede con modalità di composizione continua degli stimoli-risposte, mediante la quale realizziamo, formiamo in senso letterale, perimetriamo un insieme di stimoli-risposte sensoriali strutturandoli in un'immagine sensoriale (visiva, tattile, olfattiva o gustativa), che è l'unità della sensazione: percettivamente non possiamo frantumarla in elementi primi o secondi per ricomporla preventivamente, nella fisiologia, in un altro modo. È però possibile raggiungere questo risultato con un sistema di scansione e di formazione della rappresentazione dell'immagine che non sia continuo, analogico, ma che sia discontinuo, discreto, ovvero composto di parti minime componibili: per la scansione di tipo digitale, articolata numericamente e quindi linguisticamente, la composizione dell'immagine 'percettuale' è ottenuta dalla giustapposizione successiva seriale di elementi minimi in numero finito.

Avendo reso descrittivamente numerica, digitale, l'immagine fisiologica, analogica, con la tecnologia del computer è stato possibile 'mimare', simulare il nostro meccanismo sensoriale-percettivo con la scansione in elementi primi di quello che fisiologicamente non si può fare. In definitiva, il meccanismo della realtà virtuale rende linguistica, e quindi comunicabile, un'immagine sensoriale che non lo è: l'operazione determinante è la trasformazione della configurazione neuronale in rappresentazione percettiva tramite la fissazione dell'insieme delle relazioni fisiologiche corrispondenti alle singole sensazioni. La fissazione degli insiemi sensoriali può avvenire solo con l'intervento di un codice di memorizzazione relativo all'azione dell'organismo individuale nell'ambiente esterno e con altri individui, relativo, cioè, a rapporti non di stretta fisiologia ma di scambio comunicativo: al trasferimento di informazione biochimica si aggiunge quello di informazione ambientale e sociale, attraverso un sistema di indici codificati.

2. Una nuova prospettiva logica

Da quanto si è detto e tornando al quesito iniziale, perché la rappresentazione della realtà virtuale modificherebbe lo schema logico-concettuale del terzo escluso? Perché la realtà virtuale trasformerebbe 'A o non-A' in 'A e non-A'? Ciò avviene perché, attuando una simulazione linguistico-numerica del meccanismo fisiologico della sensazione-percezione, si è

prodotta una situazione nella quale si ha contemporaneamente A (ossia il processo percettivo dell'immagine sensoriale) e non-A (ossia la rappresentazione-memorizzazione dell'immagine del processo percettivo). Nel medesimo stato d'esperienza si realizza cioè una doppia immagine: quella del processo percettivo, che è simulato, e quella dell'oggetto di sensazione, che è pura apparenza, mero ricordo simbolizzato. Essendo la realtà fatta dalla strutturazione dei nostri meccanismi percettivi, ed essendo l'immagine fatta non da tale strutturazione ma dalla proposta di rendere comunicativa la percezione, nel momento in cui con l'apparecchiatura della realtà virtuale si può contemporaneamente costruire l'immagine e agirla, non ci si trova più davanti alle immagini, bensì dentro al fare immagini. Con una differita quasi immediata si realizzano il farsi e il fatto sensoriale-percettivo, che danno la possibilità di costruire l'immagine e di agirla nello stesso tempo. Una tale realtà si dice virtuale perché, appunto, non è formata dalle sensazioni ma dalle immagini simboliche di queste: non si agiscono oggetti ma discorsi. Ci si muove solo sulla mappa, prescindendo completamente dal territorio, perché il computer non può conoscere il territorio che invece appartiene all'attività degli organi di senso.

Certamente si può fare una simulazione degli organi di senso, ma in quanto tale è sempre una mappa. Fare una simulazione significa rendere comunicabile la sensazione, perché la simulazione appartiene all'immagine compiuta e al suo uso, non appartiene all'uso della corporeità fisiologica operante nelle sensazioni. La simulazione ci rende avvertiti del primo gradino nella composizione del mondo, cioè quello della registrazione di differenze. Il circuito stimolo-risposta della sensazione indica la registrazione di una differenza di struttura materiale rispetto a un'altra. Il primo approccio con l'esterno è questa soglia minimale di registrazione di differenze. Restando nel campo della visione, si può dire che la funzionalità sensoriale dell'occhio è filogeneticamente predisposta a registrare le differenze di lunghezza d'onda della luce, che dal nostro meccanismo fisiologico sono recepite come bande di colore senza forma né confini. Il sovrapporsi di una specificazione sociale e linguistica provvede di contorni la luce nominandola, e la frastaglia in arcobaleno. Solo quando interviene la frammentazione linguistica si crea una mappa e, solo allora, si definisce il limite tra un insieme di differenze sensoriali e un altro, mettendo in reciproca contrapposizione diversi tipi di relazioni tra gli oggetti sensoriali. Solo costruendo una mappa spaziotemporale di movimento nel territorio e di aggiustamento percettivo di comunicabilità di questo movimento sul territorio, si opera la trasformazione della sensazione in percezione, fino alle sue estreme conseguenze, quelle della realtà virtuale, che assurdamente propongono una percezione assoluta come simulazione di sensazione empirica. In conclusione, dunque, la realtà virtuale è un'opportunità per riflettere sui modi di conoscere il mondo e, quindi, su come costruiamo la realtà e, ancora, su come strumentalizzare al meglio il video e il computer - arnesi di indagine cognitiva, potenti quanto pochi possono esserlo - per aumentare le capacità di apprendimento. Fare idealmente a pezzi un macchinario di simulazione di realtà da noi stessi inventato dà la possibilità d'impadronirsi dei meccanismi che mettono in relazione le parti in modo da definire un tutto coerente e organizzato; significa potersi guardare allo specchio e intervenire sulla costituzione stessa dell'immagine, quasi si trattasse di una superficie riflettente il processo immaginativo e non solo il prodotto dell'immaginazione.

Si può forse affermare che la realtà virtuale è la macrometafora per operare un controllo del procedimento cognitivo della simbolizzazione, così da non cadere né in deleterie confusioni né in svianti separatezze tra immagine e oggetto, tra corporeità e intellettività, tra territorio e mappa, tra cosa e nome; per evitare estremismi distruttivi, in quanto incomprensivi, di una Body art irrispettosa, fino alla demenza patologica, del senso del limite sancito dalla selezione naturale, e di una realtà virtuale veicolata come delirio di onnipotenza, irrispettosa del senso

del limite posto dalla forma del pensiero linguistico. Alla realtà dell'uomo appartengono cose e nomi, materie e pensieri, ma la nostra conoscenza non può farsi che nella reciprocità dello scambio comunicativo: nulla esiste fuori dall'effettivo rapporto materico tra le cose e comunicazionale tra i nomi. Occorre fondare l'analogia per poterne distinguere le componenti, poiché la similarità può porsi solamente attraverso la differenziazione. Questo è il fondamento del pensiero e della conoscenza, e, quindi, di qualsiasi forma di realtà da essi formulabile.

bibliografia

F. ALFANO MIGLIETTI, *Identità mutanti. Dalla piaga alla piega: esseri delle contaminazioni contemporanee*, Genova, Costa & Nolan, 1997.

G. BATESON, *Mind and nature. A necessary unity*, New York, Dutton, 1979 (trad. it. Milano, Adelphi, 1984).

P.L. CAPUCCI, *Il corpo tecnologico*, Bologna, Baskerville, 1994.

A. CARONIA, *Il corpo virtuale*, Padova, Muzzio, 1996.

ID., *Il cyborg. Saggio sull'uomo artificiale*, Roma-Napoli, Theoria, 1991.

L. GALLINO, *Mente, comportamento e intelligenza artificiale*, Milano, Comunità, 1984.

A. LUDOVICO, *Realtà virtuale*, in *Enciclopedia Italiana*, Appendice V, 4° vol., Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 1994, pp. 409-10.

ID., *Che tipo di immagine è la Realtà Virtuale*, in *Videoarte & arte. Tracce per una storia*, ed. S. Bordini, Roma, Lithos, 1995, pp. 129-39.

ID., *Cervello e computer, o metodo per utilizzare tecnologia e ragione*, Roma, Lithos, 1997.

A.R. LURIJA, *The working brain. An introduction in neuropsychology*, Harmondsworth, Penguin Books, 1976 (trad. it. *Come lavora il cervello*, Bologna, Il Mulino, 1997).

id., *Neuropsicologia e neurolinguistica*, ed. it., Roma, Editori Riuniti, 1974.

F. MANGILI, G. MUSSO, *La sensorialità delle macchine*, Milano, McGraw-Hill, 1992.

M. MCLUHAN, *Understanding media. The extension of man*, New York, McGraw-Hill, 1965 (trad. it. *Strumenti del comunicare*, Milano, Garzanti, 1974).

K. PIMENTEL, K. TEIXEIRA, *Virtual reality. Through the new looking glass*, New York, McGraw-Hill, 1993.

Robotics, ed. M. Minsky, Garden City (NY), Anchor Press/Doubleday, 1985 (trad. it. Milano, Longanesi, 1987).

T.A. RYAN, *Interrelations of sensory systems in perception*, "Psychological Bulletin", 1940, 37, pp. 654-98.