

CHE COS' È LA REALTÀ VIRTUALE

Nello
Balossino
e
Simona
Siracusa

Una domanda che sicuramente vi siete posti anche voi suona in questo modo: il mondo in cui viviamo è l'unico possibile? Le risposte sono le più disparate e vanno dalla convinzione che sia veramente unico, a quella in cui ne esistono altri simili da qualche parte nell'universo. Qualcuno più sognatore potrebbe però asserire che esiste una versione del mondo diversa per ognuno di noi, forgiata dall'esperienza e dall'interpretazione personale, colorata dalla fantasia e dagli stimoli recepiti dai nostri sensi. Il mondo reale deve dunque essere interpretato come mondo di base, di livello zero e su questo se ne possono costruire altri personalizzati a livello superiore. Questa teoria, fino a ieri dibattuta da filosofi e sociologi, può oggi essere sperimentata direttamente con strumenti computerizzati basati su una raffinata tecnologia: la realtà virtuale.

Un mondo virtuale è una rappresentazione della fantasia che coinvolge i canali sensoriali, un mondo inventato che ha vita solo all'interno di un computer e che può richiedere l'introduzione delle scienze fisiche e biologiche e naturalmente la presenza di soggetti ed oggetti.

La grafica interattiva tridimensionale non è ancora realtà virtuale. È importante infatti sottolineare la differenza fra due termini tipici della grafica computerizzata: animazione e simulazione. Mentre la prima è un'illusione preconfezionata, la seconda è una sintesi basata su regole fisico-matematiche. Realtà virtuale è dunque simulazione.

Una definizione esaustiva e univocamente riconosciuta di realtà virtuale è pressochè impossibile, ma si possono individuare alcune importanti caratteristiche che la contraddistinguono e la differenziano da qualsiasi altra forma di utilizzo del computer e cioè:

- Il tempo reale: a differenza di un'immagine statica, il mondo virtuale è generato da dati non precalcola-

ti, ma elaborati dall'hardware in tempo reale. Il navigatore del mondo virtuale si trova immerso in un ambiente sintetico tridimensionale che viene continuamente aggiornato per rispondere ai suoi eventuali movimenti.

- L'interattività: l'utente non è un semplice spettatore passivo, bensì un attore; vengono infatti superate le barriere delle interfacce convenzionali legando movimento e interazione, per analogia, all'azione fisica effettiva. Potenzialmente l'utente si muove senza nessun tipo di limitazione prestabilita; ciò non accade per esempio negli ambienti multimediali dove la rete dei collegamenti, per quanto vasta è comunque stabilita a priori.

- La rappresentazione della scena, ovvero una buona scenografia: in un mondo simulato è importante il modo in cui gli oggetti vengono disposti. Una scena ben strutturata, con una chiara logica interna, facilita l'interazione. Nel caso in cui gli oggetti rappresentati corrispondano a oggetti fisici, la collocazione dovrebbe essere conforme a quella dell'oggetto equivalente nel mondo quotidiano suggerendo così, grazie alla logica familiare e al senso comune, la struttura con cui interpretare la scena.

- L'immersione: il senso di presenza fisica nel mondo simulato è condizione indispensabile per poter parlare di realtà virtuale. Il coinvolgimento dell'utente sarà alto quando verrà completamente isolato dall'ambiente reale circostante e gli sarà sostituito ogni stimolo sensoriale naturale con quelli indotti. Attraverso un sistema grafico computerizzato, gli verranno forniti segnali di input per rappresentare il nuovo ambiente sintetico. La tecnologia ha ovviamente un ruolo primario nella determinazione del senso di immersione, ma deve essere chiaro che sono i contenuti degli ambienti di sintesi e la qualità e la ricchezza dell'interazione a determinare il coinvolgimento degli esploratori. È però la risposta emo-

tiva, l'immaginazione che fa compiere il salto "attraverso lo specchio" e non solo la qualità delle risorse tecnologiche utilizzate. Una nota negativa che suona quasi paradossale è che per l'immersione in un mondo virtuale senza limiti e barriere si è costretti ad indossare, come novelli astronauti, ingombranti protesi (occhiali, auricolari, data glove, tute) per poter godere della completa libertà di movimento e di espressione nello spazio simulato.

Tipi di realtà virtuale

Si possono distinguere varie forme di realtà virtuale che differiscono in base alla qualità e al livello di interazione permessa, nonché al grado di realizzazione dell'effetto immersivo:

- **Realtà virtuale immersiva:** è la forma più spettacolare; l'utente è isolato completamente dall'ambiente reale che viene sostituito dagli stimoli generati dalla simulazione al computer. Il sistema deve proporsi all'utente coinvolgendo i sensi che egli usa quotidianamente nella percezione della realtà. Questo processo di sostituzione sensoriale che induce la sensazione di completa presenza nel mondo virtuale è possibile grazie all'utilizzo di interfacce fisiche sofisticate.
- **Realtà aumentata:** con l'aiuto di visori trasparenti sui quali vengono proiettati dati, si mantiene un contatto visivo con il mondo fisico, mentre, nello stesso tempo, si osservano oggetti virtuali.
- **Realtà virtuale a proiezione:** viene mostrata all'utente una sua immagine immersa nel mondo simulato e generata elettronicamente, per mezzo di telecamere e di algoritmi di trattamento delle immagini. L'utente è dunque modellizzato nell'ambiente virtuale e ivi riconosciuto come un'entità interattiva.
- **Telepresenza:** questa tecnologia collega sensori remoti, localizzati per esempio in un robot, ai sensi di un operatore umano. Sistemi di telepresenza sono utilizzati per operare in condizioni pericolose o disagiati (pompieri, artificieri, chimici che maneggiano sostanze tossiche, vulcanologi).
- **Realtà virtuale a simulazione:** l'utente è posto all'interno di un'imitazione di veicolo con comandi, generalmente montato su piattaforme mobili per dare l'illusione del movimento. All'interno i monitor offrono finestre su un mondo virtuale bidimensionale (tipico esempio sono i simulatori di volo).
- **Realtà virtuale da "scrivania" (o Desktop VR):** consente una primitiva immersione in ambienti di sintesi, senza l'ausilio di interfacce fisiche particolari.





Viene spesso indicata con l'acronimo WoW (Window on a World), per sottolineare il fatto che l'interazione col mondo virtuale avviene attraverso un monitor che funge da vera e propria finestra sul mondo simulato. Non viene quindi a cadere quella netta separazione tra reale e virtuale ed è pertanto richiesta all'utente una ricca immaginazione e una forte partecipazione emotiva volontaria.

Hardware per la realtà virtuale

Per compiere la funzione di motore di realtà virtuale, il computer elabora simulazioni tridimensionali interattive; i mondi virtuali e gli oggetti in essi contenuti, sono descritti mediante modelli memorizzati sotto forma di database numerici e alfanumerici. Il computer converte materiale inerte (numeri e lettere) in un prodotto finito (il mondo virtuale) secondo specifiche di simulazione definite dall'utente.

Tre sono gli attributi richiesti al motore: velocità, capacità e versatilità.

Gli studi sulla realtà virtuale hanno mostrato che è meglio sacrificare la qualità delle simulazioni a vantaggio di una più elevata velocità di movimento definita sulla base dalla velocità di aggiornamento delle immagini. Un ambiente virtuale formato da n oggetti, ognuno dei quali costituito a sua volta da m poligoni, deve essere in grado di trasformare circa $25 \cdot n \cdot m$ poligoni al secondo, (dove 25 è lo standard europeo di frame al secondo per dare all'osservatore l'effetto di continuità nelle immagini in movimento).

Il computer

Le operazioni per simulare la realtà virtuale richiedono complessi calcoli matematici e occorre quindi tener conto dei seguenti fattori.

- Il computer deve avere un processore di potenza relativamente elevata.
- La velocità alla quale il computer visualizza un mondo virtuale dipende dalla parte più lenta del sistema. Un collo di bottiglia in una qualsiasi parte del processo incide sui risultati in modo determinante. Uno dei fattori limitanti potrebbe essere il flusso dei dati tra la CPU e la scheda grafica.
- È molto utile la presenza di un coprocessore matematico.

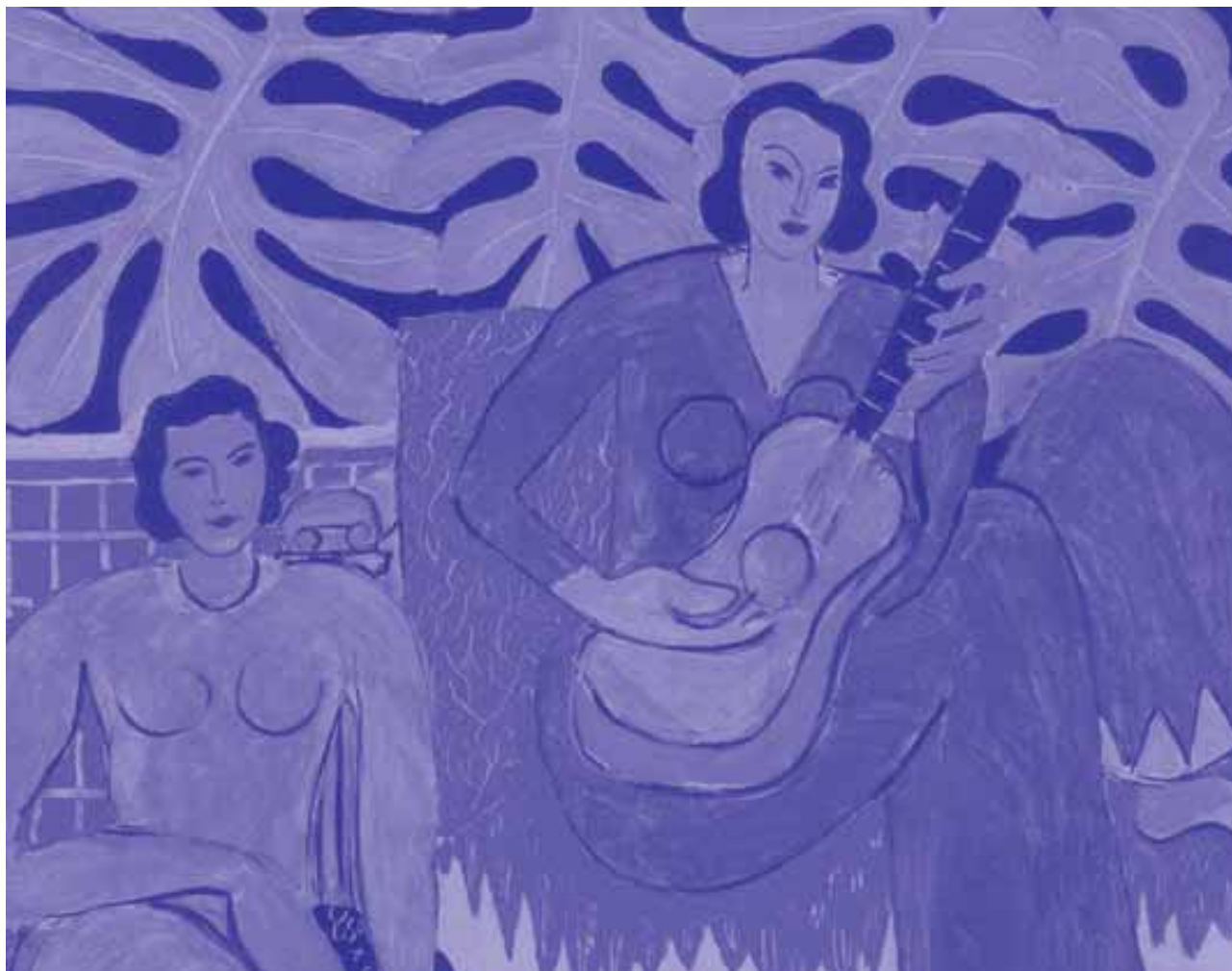
Dispositivi di uscita

Dispositivo di uscita è il termine tecnologico con cui viene definita una finestra sul mondo virtuale.

Per ottenere l'effetto immersivo è necessario isolare completamente l'utente dal mondo esterno; ciò è realizzato per esempio mediante l'utilizzo del casco virtuale, costituito da due schermi televisivi e da un sistema ottico che mette a fuoco immagini vicine agli occhi. Chi possiede una vista normale ha un campo visivo di 150 gradi in verticale e circa 180 gradi in orizzontale, (in effetti l'occhio potrebbe vedere 180 gradi anche in verticale, ma le sopraciglia e le guance riducono questa estensione).

Alcuni dispositivi si basano invece sull'utilizzo di immagini stereoscopiche; è utile chiarire la differenza fra rappresentazione tridimensionale e stereoscopica.

La grafica computerizzata tridimensionale usa per la visualizzazione una superficie bidimensionale, fornendo l'illusione della profondità mediante svariati meccanismi quali per esempio la trasformazione di proiezione. È possibile ruotare gli oggetti grafici tridimensionali per osservarne tutte le superfici o muoverli per vedere cosa si trova dietro. La pro-



La soglia di immersione inizia a circa 80-85 gradi in entrambe le direzioni. Un casco virtuale di medio livello offre un campo visivo da 90 gradi fino a 140 con risoluzione di circa 360 pixel in orizzontale e 240 in verticale, molto bassa rispetto a quella di un comune monitor da computer (800 x 600, 1024 x 768...); dunque la qualità delle immagini offerte da un casco è scadente.

spettiva, gli effetti di luce e ombra, vengono calcolati dal computer.

Le immagini stereoscopiche sono bidimensionali, ma sembrano fuoriuscire dalla superficie su cui sono visualizzate; l'utente ha così l'illusione di poterle raggiungere e toccare. Tale effetto si basa sul fatto che, per la posizione occupata sul viso, ognuno degli occhi vede un'immagine lievemente differen-

te. Il cervello combina le due immagini che riceve e crea l'effetto stereoscopico. I dispositivi che vengono utilizzati per realizzare l'effetto stereoscopico sono generalmente occhiali basati su tre differenti tecnologie: lenti rosso/blu (l'immagine sorgente contiene versioni blu e rosse sovrapposte della scena inviate singolarmente a ciascun occhio), lenti polarizzate (si basano sulla polarizzazione della luce, filtrando la luce opportunamente e lasciando passare solo le immagini appropriate per ciascun occhio), ad otturatore (in cui ogni lente ha un otturatore che blocca alternativamente la visuale).

Un problema inerente la stereoscopia elettronica riguarda il fatto che questo effetto richiede una notevole potenza di calcolo. Per visualizzare immagini diverse per l'occhio sinistro e per quello destro occorre il doppio della potenza. Tenendo anche conto del fatto che dal 10 al 20 per cento della popolazione umana non percepisce l'effetto stereoscopico, è meglio sacrificare la stereoscopia per una migliore risoluzione, per una più alta velocità di aggiornamento oppure per un campo visivo più esteso.

Il dispositivo di uscita più conveniente è comunque rappresentato dal normale monitor che permette la visualizzazione di immagini nitide senza dover indossare scomodi caschi o altri dispositivi. Va detto infatti che l'utilizzo di caschi e occhiali non può protrarsi per tempi molto lunghi in quanto subentrano fenomeni di intolleranza da parte dell'utente.

Dispositivi di ingresso

L'interazione con un mondo virtuale esige il controllo della posizione e dell'orientamento dell'utente all'interno della simulazione; ciò richiede la determinazione di tre misure per la posizione (coordinate x, y e z), di tre misure per l'orientamento (rotazione laterale, inclinazione orizzontale e verticale) per un totale di sei parametri ovvero sei gradi di libertà.

I dispositivi d'ingresso più sofisticati possono controllare tutti e sei i gradi di libertà. Il guanto digitale è il dispositivo di ingresso di elezione per la realtà virtuale, poichè consente una manipolazione diretta degli oggetti e un controllo intuitivo del movimento. Il sistema traduce attraverso sensori l'attività della mano e delle dita in segnali elettronici utilizzati dal computer per il tracciamento della posizione e il controllo dell'ingresso. Applicando gli stessi principi utilizzati per i guanti, sono state realizzate tute che, disponendo di sensori dislocati in varie

parti del corpo, permettono di catturare i movimenti anatomici nella loro completezza.

Tecnologie di tracciamento

La tecnologia di tracciamento rileva la posizione o l'orientamento della mano e della testa dell'utente, convertendo le informazioni in forma digitale e inviando i dati al computer che li utilizza per tradurre tali movimenti in quelli corrispondenti degli oggetti e per cambiare il punto di vista nel mondo virtuale. Nella vita di ogni giorno si utilizzano applicazioni della tecnologia di tracciamento (costituiscono un esempio le porte che si aprono automaticamente quando ci si avvicina).

I sistemi di tracciamento sono basati su diversi tipi di tecnologia e cioè :

- elettromagnetica: è la più utilizzata, richiedendo poco spazio e non obbligando a lavorare entro un raggio di azione ristretto. Limite di questi rilevatori è l'alto ritardo per le misurazioni e le successive elaborazioni.
- inerziale meccanica: misura l'angolo relativo e la posizione dell'utente. I dispositivi basati su questo principio, pur essendo piccoli ed abbastanza precisi, forniscono spesso solo le misure di rotazione e sono insensibili ai lenti cambiamenti di posizione.
- ottica: sfrutta la trasmissione e la ricezione di fasci di luce ad infrarossi. Questa tecnica è costosa, richiede calcoli complessi e funziona solo quando il sensore e l'emettitore si trovano all'interno di un raggio di azione limitato.
- ad ultrasuoni: genera frequenze sonore non udibili e impiega metodi di triangolazione per calcolare la posizione valutando il ritardo di ricezione di opportuni ricettori del segnale emesso da diverse emittenti. Gli svantaggi degli ultrasuoni sono la bassa risoluzione, i lunghi tempi di ritardo e le probabili interferenze di altri rumori ambientali.

Suono spaziale

Il suono spaziale è utilizzato per aumentare la sensazione di presenza nei mondi di sintesi, dando un'ulteriore informazione sull'ambiente e sugli oggetti in esso presenti: gli effetti sonori e la musica possono aiutare a compensare la bassa qualità della grafica.

Esiste una limitazione fondamentale all'introduzione del suono nei mondi virtuali: la riproduzione audio deve avvenire a velocità fissa, cosa che non accade per la visualizzazione delle immagini in cui

la frequenza dei fotogrammi varia a seconda dei cambiamenti del punto di vista. Se si accelera o si rallenta la riproduzione il suono risulta distorto.

Per questo motivo i file di suono non possono essere sincronizzati alla frequenza di visualizzazione dei fotogrammi ed è necessario ideare suoni indipendenti dalla simulazione. Ciò significa che i suoni nei mondi virtuali devono essere collegati a specifici oggetti ed eventi. Si può riconoscere, per esempio, l'oggetto che produce un particolare rumore, o capire se un oggetto è duro o morbido facendolo cadere su una superficie dura ed ascoltando il rumore prodotto, ma anche ottenere informazioni sulle qualità fisiche del terreno attraverso il rumore prodotto calpestandolo.

La stereofonia induce un senso di spazialità. Un sistema stereo standard a due vie emette un insieme di suoni diversi per ciascun diffusore; in questo modo è possibile identificare i suoni dei vari elementi componenti. Nello studio di registrazione di normale stereofonia, gli elementi musicali vengono disposti lungo una linea immaginaria piatta, come un "campo sonoro" orizzontale. I nuovi sistemi audio tridimensionali vanno oltre: le registrazioni di suono tridimensionale si basano su un procedimento di manipolazione audio che consente, a chi controlla la registrazione, di posizionare i suoni nello spazio.

Quando si ascolta una registrazione di suono tridimensionale su un sistema stereo, si percepiscono i suoni come se provenissero da diversi punti intorno a se: da sopra, da sotto, dai lati, da qualche punto molto lontano. Raramente i suoni sembrano provenire direttamente dai diffusori.

Tutti i sistemi audio tridimensionali pur funzionando in modi diversi hanno il medesimo scopo: ingannare il cervello dell'ascoltatore. Essi cercano infatti di fare in modo che l'ascoltatore percepisca il suono come se provenisse da una posizione diversa da quella dei diffusori.

Principali campi di applicazione della realtà virtuale

Analizziamo brevemente quali sono i campi di applicazione attuali della realtà virtuale:

- **Architettura.** Benchè gli architetti siano bravi ad immaginare le strutture tridimensionali a partire da semplici piante bidimensionali, lo stesso non si può dire dei loro clienti. La realtà virtuale offre dunque la possibilità di passeggiare attraverso edifici anco-

ra non realizzati. Può anche essere utile, sfruttando modelli virtuali, testare la resistenza delle strutture architettoniche a eventuali tensioni statiche o sollecitazioni quali quelle telluriche o eoliche. L'orientamento di un edificio può essere inoltre variato dopo aver sperimentato virtualmente l'esposizione alla luce e al calore del sole. Il problema degli ambienti virtuali per le simulazioni architettoniche è la complessità inevitabile delle scene che richiede enormi risorse di calcolo.

- **Educazione.** L'uso più diffuso di realtà virtuale è nel training e nella simulazione di ciò che altrimenti sarebbe troppo costoso o pericoloso sperimentare. L'insegnamento tradizionale implica testi, presentazioni orali e su schermo o lavagna, che non usano che una parte della capacità umana di apprendimento. La realtà virtuale permette, invece completa interazione con l'informazione: non si leggerà solo più di paesi stranieri, ma li si potrà esplorare direttamente, come sarà possibile visitare mondi del passato ed addirittura viaggiare all'interno del corpo umano. La realtà virtuale offre coinvolgenti esperienze di apprendimento dando una motivazione all'apprendimento.

- **Disabilità.** Un'importante applicazione della realtà virtuale è rivolta all'assistenza ai disabili. Occorre sottolineare che attualmente la maggior parte delle applicazioni della realtà virtuale alla disabilità, si rivolge al recupero di soggetti rimasti vittime di lesioni in seguito a incidenti o malattie. Per la crescita psichica e creativa di un portatore di handicap, soprattutto se dalla nascita, è importante prendere decisioni e scegliere fra differenti alternative; ciò consente di mettere in relazione le sue scelte con le relative conseguenze e di sperimentare il fatto che scelte diverse generano conseguenze diverse. Con l'ausilio di mondi virtuali, azioni difficoltose, pericolose o ispirate dalla fantasia possono essere sperimentate e apprese.

- **Medicina.** La realtà virtuale può essere utilizzata efficacemente come strumento di indagine e addestramento in campo medico: simulazione di interventi chirurgici, esplorazioni del corpo umano, creazione di "pazienti modello" virtuali. Queste applicazioni sfruttano la possibilità offerta dalle immagini di sintesi, di simulare gli organi a partire da modelli che ne riproducono non soltanto l'aspetto estero-

re, ma anche la struttura interna e le regole di comportamento. La realtà virtuale si rivela quindi uno strumento ideale sia per la simulazione di interventi chirurgici, sia per lo studio delle reazioni degli organi alle azioni terapeutiche.

- **Divertimento.** L'utilizzo più naturale di mondi simulati è proprio quello dell'intrattenimento. L'attuale approccio ai giochi di realtà virtuale è basato su scontri e battaglie o simulazioni di velocità e di volo. È auspicabile che nel prossimo futuro si sviluppino applicazioni caratterizzate da magia, fantasia, mistero.

- **Arte.** Secondo il pensiero per cui la vera arte ha il potere di rapire l'uomo dal mondo terreno e di renderlo parte dell'arte stessa, la realtà virtuale è il mezzo per compiere questo salto, eliminando le barriere tra lo spettatore passivo e l'oggetto artistico. La realtà virtuale può essere un mezzo per creare nuove forme d'arte interattiva o per guidare gli utenti alla scoperta della realtà tradizionale esistente, attraverso visite dei principali musei o gallerie.

- **Scienza.** La formulazione di nuove teorie si basa su dati raccolti quotidianamente dagli scienziati. Poiché il mondo reale è tridimensionale, la maggior parte delle informazioni raccolte deriva da eventi intrinsecamente tridimensionali. La realtà virtuale può essere un nuovo strumento di visualizzazione di dati tridimensionali, ma anche un mezzo per creare simulazioni interattive dei fenomeni scientifici. Esistono così laboratori fisici virtuali nei quali i ricercatori sono in grado di condurre esperimenti non possibili nel mondo reale, o laboratori chimici in cui si possono verificare direttamente le interazioni tra molecole visualizzate come oggetti 3D.

Questa breve panoramica sulla realtà virtuale si è posta lo scopo di offrire al lettore uno spunto di interesse per indurlo ad abbracciare o per lo meno a comprendere, questa disciplina che gli può permettere la navigazione in mondi costruiti secondo i suoi desideri.

