

# Appendici

## Appendice A • Linguaggi e ambiguità

Una situazione (un messaggio, un concetto, una percezione...) si dice *ambigua* quando se ne possono dare e magari di fatto se ne danno più interpretazioni. L'ambiguità ha dunque a che fare con il *significato* e al pari di questo è difficile da racchiudere in una definizione.

L'ambiguità non è assoluta, ma è relativa all'osservatore, o meglio riguarda il rapporto tra situazione e osservatore o tra messaggio e destinatario: lo stesso messaggio può essere univoco per un destinatario e ambiguo per un altro. Il carattere di relatività rispetto all'osservatore accomuna ambiguità e informazione. Una situazione ambigua per un osservatore può diventare univoca se l'osservatore riceve una certa informazione suppletiva, mentre per un altro osservatore la stessa informazione può non risolvere l'ambiguità.

Nella prassi dialogica gli interlocutori partono spesso da interpretazioni diverse di una situazione o di certi termini per poi convergere via via verso un significato più o meno condiviso che consente un'intesa comunicativa (e anche pragmatica). Talora invece, per vari motivi, la convergenza non ha luogo e la situazione comunicativa resta ambigua.

L'ambiguità può scaturire da un'interazione tra sorgente e destinatario del messaggio: per esempio, la sorgente emette un messaggio parziale, attende l'interpretazione del destinatario, poi emette un prolungamento del messaggio che può confermare l'interpretazione data oppure contraddirla. L'interpretazione consiste, schematicamente, nella costruzione da parte del destinatario di un prolungamento del messaggio o di una regola in base alla quale è possibile costruire il prolungamento. Se il prolunga-



mento fornito in seguito dalla sorgente coincide con quello costruito dal destinatario l'interpretazione si rivela corretta. In caso il prolungamento della sorgente è *ridondante*, altrimenti contiene un'informazione nuova, in base alla quale il destinatario può rivedere l'interpretazione e ricavare un nuovo prolungamento o nuove regole per costruirlo. Il fatto che la parte iniziale del messaggio possa essere prolungata in modi diversi, tutti a priori legittimi, si esprime dicendo che questa parte iniziale del messaggio è *ambigua*.

Si consideri, per esempio, una successione numerica infinita: ogni tratto iniziale (finito) della successione può essere prolungato in infiniti modi, tutti compatibili con quel tratto, il quale dunque è ambiguo. Ogni ulteriore prolungamento della successione via via fornito dalla sorgente elimina alcuni prolungamenti fin lì compatibili, ma ne restano sempre infiniti legittimi.

L'ambiguità contenuta nelle porzioni di messaggio emesse via via dalla sorgente, ambiguità che viene ridotta, ma non sempre eliminata, dai successivi prolungamenti, denota quella che si può chiamare *povertà del messaggio*: ogni messaggio contiene un'informazione finita, che non è in genere sufficiente a individuare la regola con cui costruire l'unico prolungamento del messaggio che poi verrà generato dalla sorgente. Ogni messaggio parziale è compatibile con molti (al limite infiniti) messaggi completi. Si pensi al caso del fisico che riceve messaggi consistenti nei fenomeni osservati e che ne cerca un'interpretazione, cioè una teoria. Alla luce di fenomeni nuovi la teoria può sempre rivelarsi "sbagliata" e va sostituita con una teoria nuova.

In generale (quasi) tutte le situazioni, linguistiche e non linguistiche, hanno più "spiegazioni", dove la spiegazione è un possibile prolungamento o completamento della situazione, cioè la creazione di un *contesto*. Fornire una spiegazione di una situazione, in altri termini, consiste nell'integrare o completare la porzione "visibile" della situazione con parti ipotetiche e nascoste a partire dalla *ridondanza*, che è strettamente legata al significato.

Si pensi a una figura "ovvia" come una circonferenza, di cui si mostri al soggetto osservatore solo una porzione, diciamo una semicirconferenza. Il soggetto è portato a interpretare la semicirconferenza come "parte di una circonferenza" sulla base di considerazioni di *simmetria*, cioè di una particolare forma di ridondanza.

za. In questo completamento l'osservatore si basa sul *significato* ("ho capito: si tratta di una circonferenza in parte nascosta"; la figura "circonferenza", come pure le considerazioni di simmetria, riassumono numerose esperienze precedenti del soggetto, il quale vive in un mondo dove le circonferenze e le figure simmetriche in genere sono frequenti).

Se una situazione o configurazione non contiene ridondanza (per esempio, una successione binaria del tutto casuale, o una figura irregolare), non esiste nessun significato che possa esserne estratto e sfruttato per costruirne un prolungamento. La situazione, non avendo significato, non può essere ambigua: non è interpretabile. Si situa al di qua dell'ambiguità. Si potrebbe anche dire che si tratta di un'ambiguità di livello superiore, che l'osservatore può riassumere ricorrendo a termini come "casuale", "aleatorio" e simili. Ciò potrebbe indicare l'esistenza di una *gerarchia di livelli di ambiguità*.

Nei testi costruiti con le lingue naturali vi sono frasi che, isolate dal loro contesto linguistico ed extralinguistico, risultano ambigue. L'ambiguità è spesso fonte di ridicolo e molte barzellette sono basate su un rimescolamento più o meno radicale dell'interpretazione che l'ascoltatore ha fin lì dato della situazione: questa interpretazione viene all'improvviso confutata a favore di un'altra fin lì trascurata e questo rimescolamento, provocato dalla battuta finale, provoca la reazione emotiva del riso.

Nel *linguaggio scientifico* (in particolare in quello logico-matematico) si cerca di rimuovere al massimo l'ambiguità, anche se questo tentativo può essere attuato solo in parte, dato che non è possibile recidere del tutto il legame tra il linguaggio specializzato e la lingua ordinaria, sempre ambigua, che funge da metalinguaggio.

All'opposto, nel linguaggio narrativo, e ancora più nel linguaggio poetico, la presenza dell'ambiguità (deliberata o inconsapevole) ha una funzione importante, poiché serve a moltiplicare i significati, le metafore, le allusioni implicite ed esplicite. L'ambiguità contribuisce al valore estetico e alla risonanza emotiva dell'opera, consentendone una pluralità di interpretazioni, nessuna delle quali a priori può arrogarsi il titolo di unica corretta. Infatti essendo l'opera letteraria (o figurativa) finita e in sé conclusa, non esiste la possibilità di scartare certe interpretazioni a favore di altre grazie a un "prolungamento" successivo, come invece avviene nel caso della successione numerica infinita sopra



accennata. Da ciò una sorta di impossibilità di principio di un'interpretazione critica unica, corretta e definitiva di un'opera artistica o letteraria. A volte di un'opera esistono interpretazioni condivise che sembrano soddisfare i più, almeno per un certo periodo di tempo, (per quello che può valere in questo campo l'opinione della maggioranza).

Un'osservazione particolare, che si riflette sulle ricerche d'intelligenza artificiale, riguarda la difficoltà di riprodurre in un programma per calcolatore l'uso e la comprensione (e la traduzione) di una lingua naturale. L'impostazione algoritmica, in cui si cerca di dettare regole che prevedano tutti i casi possibili, urta contro la natura ambigua e approssimativa delle lingue naturali. Poiché interagisce continuamente con la parte non linguistica dell'esperienza umana, la lingua risolve spesso le ambiguità per via pragmatica: le definizioni di una lingua naturale sono piene di eccezioni, che a loro volta presentano eccezioni (si pensi alla difficoltà di definire in modo preciso ed esauriente un termine comune, per esempio, "uccello" o "pesce"), senza che ciò costituisca grave impedimento alla comunicazione efficace. In una lingua naturale le definizioni esaurienti e complete sono poche o punte, e riguardano quasi sempre sottolinguaggi specializzati. In un sistema artificiale, che non ha esperienza extralinguistica, il ricorso alla prassi per risolvere le ambiguità è, almeno per il momento, quasi impossibile: la lingua naturale viene trattata dal programma d'intelligenza artificiale come se fosse un sistema chiuso e le residue ambiguità vi restano incapsulate. Ciò sembra confermare il profondo legame tra mondo e lingua, ma allo stesso tempo anche l'impossibilità di tradurre tutto il mondo in una lingua.

Nella prassi le difficoltà comunicative dovute all'ambiguità vengono quasi sempre risolte. Si acquiscono quando si ricercano i casi estremi o quando si vuol fornire una teoria chiusa, priva di contraddizioni e completa, per esempio quando si vuole comunicare solo in termini strettamente linguistici, senza ricorrere a metalinguaggi, all'ostensione, alla mimica e così via. La difficoltà di razionalizzare i procedimenti linguistici naturali si palesa, per esempio, quando uno specialista (un medico, un ingegnere) cerca di esplicitare in termini coerenti e completi i procedimenti che lo portano a una conclusione a partire da certe premesse (a una diagnosi a partire dai sintomi): questa esplicitazione, che serve come

base di partenza per la costruzione di un “sistema esperto,” è un procedimento laborioso, che comprende comunque una forte riduzione o semplificazione delle procedure usate, più o meno inconsapevolmente, dall’esperto umano nelle sue interazioni comunicative ordinarie.

Vorrei ora tornare sul concetto di *ridondanza*, che rappresenta uno degli aspetti più importanti dei fenomeni comunicazionali, come testimonia qualunque testo, parlato o scritto, in qualunque lingua naturale. Di ridondanza si può dare una definizione molto generale. Presentiamo a un soggetto una configurazione (una figura, uno scritto, una successione numerica...) in parte nascosta, in modo che il soggetto possa osservarne solo una porzione. Se dalla parte visibile il soggetto può ricavare indizi (informazioni) sulla parte nascosta, cioè se può congetturare quale sia la configurazione complessiva con esito migliore di quello puramente casuale, allora (per quel soggetto) la parte visibile contiene informazioni su quella nascosta e *nel suo complesso* la configurazione è *ridondante*. Quando la parte nascosta viene scoperta, essa fornisce al soggetto una quantità di informazione (o di “sorpresa”) minore di quanto gliene avrebbe fornita se egli non avesse avuto prima accesso alla parte scoperta.

Al limite, se la parte scoperta consente di risalire univocamente e completamente a quella nascosta, questa, una volta disvelata, non fornisce alcuna informazione che il soggetto già non possedeva. Naturalmente la presenza di ridondanza e la sua entità dipendono ancora una volta dal soggetto particolare, dalle sue capacità di osservazione e di associazione, dalla sua esperienza, dal suo addestramento e così via.

Dal punto di vista comunicativo in genere, e in particolare dal punto di vista tecnico, le implicazioni della ridondanza sono enormi. Per esempio, nel caso di uno scritto la ridondanza conferisce *robustezza* al testo, cioè può consentire di ricostruirlo anche quando ne venga distrutta o distorta una parte. Quindi la ridondanza si oppone validamente ai disturbi e alle interferenze nella comunicazione.

Come ho accennato, la ridondanza è strettamente connessa con il *significato*, anzi ridondanza e significato si possono considerare *sinonimi*: una figura contiene ridondanza quando da una sua parte possiamo risalire con buona probabilità al tutto, cioè



quando osservandone quella parte possiamo dire “ho capito che cosa rappresenta la figura, ne ho colto il significato!”. Se una figura è priva di ridondanza, ogni sua parte ci fornisce una quantità d’informazione che non dipende dalle parti eventualmente già osservate; ma nel suo complesso la figura non ha struttura o significato, non si può “capire”: è una figura aleatoria, come la successione binaria di teste e croci che si ricava lanciando una moneta non truccata. Osservando la parte iniziale di una successione del genere non siamo in grado di fare sulla parte successiva previsioni migliori di quelle che potremmo fare senza osservare il tratto iniziale: testa e croce, a ogni lancio, sono equiprobabili e questo è l’unico dato che possediamo per quanto lunga sia la successione che abbiamo potuto osservare fino a quel momento. Non c’è modo di “capire” una successione binaria aleatoria. Se una successione, o un struttura in genere, sono aleatorie, quindi prive di ridondanza, ogni loro porzione fornisce al soggetto osservatore la massima quantità d’informazione, ma quest’informazione non ha contenuto semantico, è puramente sintattica.

## Appendice B • L’implicito

Verso la metà del Novecento fu data (soprattutto per opera di Claude Shannon) al fenomeno della comunicazione una formulazione matematica improntata a uno schematismo riduzionistico che, se da una parte consentiva di ricavare interessanti teoremi relativi all’entropia (quantità media d’informazione generata da una sorgente) e alla capacità (quantità media d’informazione trasmessa da un canale), dall’altra limitava parecchio la portata del modello.

Lo schema formale rispecchiava in sostanza una situazione di trasmissione *unidirezionale* (dalla sorgente al destinatario) ed era basato sull’ipotesi che entrambi i soggetti condividessero lo stesso codice di comunicazione e possedessero una conoscenza perfetta dei presupposti e dell’universo informazionale entro cui si svolgeva la comunicazione.

In altri termini, nello schema di Shannon la comunicazione si svolgeva mediante una successione (discreta) di messaggi elementari scelti da un repertorio (o dizionario) che rimaneva *immu-*

tato nel corso di tutta la trasmissione e la cui composizione era nota a entrambi i soggetti. Inoltre la *legge statistica* che reggeva le scelte era fissa e nota anch'essa alle due parti.

Queste ipotesi semplificative consentirono lo sviluppo della “teoria matematica dell’informazione” o teoria di Shannon, e forse a causa del successo di questa teoria, le ipotesi su cui essa si basava furono prese sul serio (e quindi estrapolate dallo schema ingegneristico alla variegata realtà comunicativa umana) da parecchi studiosi di linguistica, i quali costruirono modelli rigidi e semplificati della comunicazione umana, modelli piuttosto lontani dalla realtà. Osserviamo ancora che nella teoria di Shannon il *significato* dei messaggi è del tutto ignorato: la teoria riguarda solo quello che Weaver chiamò il *livello sintattico* della comunicazione (l'unico che può interessare l'ingegnere delle trasmissioni).

La comunicazione umana concreta si svolge in modo piuttosto diverso ed è assai più articolata (Appendice D).

In genere

- i due interlocutori si alternano nella funzione di sorgente e destinatario e questo alternarsi non è basato su regole a priori, bensì sulla comunicazione nel suo svolgersi concreto;
- gli interlocutori ignorano non soltanto come si svilupperà la comunicazione che hanno instaurato, ma anche il contenuto esplicito dei messaggi elementari (ammesso che si possa parlare di messaggi elementari) e la consistenza del dizionario: questo dizionario si accresce a misura che la conversazione procede e a seconda delle necessità;
- in genere non è possibile fornire la distribuzione statistica dei messaggi elementari o dei messaggi composti;
- oltre al livello sintattico, rivestono importanza fondamentale il livello *semantico* e il livello *pragmatico* della comunicazione: la comunicazione è un'azione che, incarnandosi nel simbolico verbale, interagisce profondamente con la realtà personale (e totale: sistemica e diacronica) delle parti;
- importanza fondamentale riveste anche l'*ambiente* dove si svolge la comunicazione, inteso non soltanto come ambiente fisico, ma anche come *contesto* informativo: è il contesto che determina il “valore” dei messaggi scambiati, i quali dunque non hanno il valore assoluto che viene loro assegnato dalla teoria di Shannon;



- il *valore contestuale* dei messaggi contribuisce alla variegata complessità della comunicazione umana;
- nella pratica quotidiana la comunicazione tra i due interlocutori avviene quasi sempre in forma di *conversazione* e si basa su una *volontà implicita di cooperazione*, tanto che quando questa volontà viene meno per qualche motivo la comunicazione diventa difficile e può addirittura arrestarsi;
- la volontà di cooperazione si manifesta, tra l'altro, nell'accettazione di un *codice* (sintattico, semantico e pragmatico) condiviso a priori non verificato (e spesso non verificabile): il codice tacitamente condiviso è in un certo senso parte dell'*implicito* su cui si basa la comunicazione;
- la presenza dell'implicito è positiva, poiché consente alla conversazione di procedere anche in presenza di incomprensioni ed equivoci, nella speranza (non sempre delusa) che in seguito gli equivoci si chiariscano e che le ambiguità si risolvano; accade quasi sempre che gli equivoci si chiariscano per uno degli interlocutori (o per entrambi), ma che la chiarificazione resti ancora nella sfera dell'implicito: ciò può portare alla sostituzione di un equivoco con un altro, magari diverso e a livello logico più profondo;
- l'implicito può riguardare l'uso e il significato di termini isolati, l'uso e il significato di locuzioni, il riferimento a eventi o fenomeni del mondo esterno, il significato non letterale (metaforico) che uno degli interlocutori attribuisce a parole, frasi o eventi e così via;
- spesso la dissonanza di significato (ambiguità) è percepita dalle parti, ma esse evitano di procedere a una verifica dei significati, verifica che potrebbe portare alla loro condivisione, per non arrestare la comunicazione (la proposta d'interruzione avrebbe almeno *prima facie* un valore negativo nei confronti del processo cooperativo e quindi costituirebbe una sorta di affronto rispetto all'interlocutore, oppure metterebbe in luce una sua ignoranza che, non essendo stata ammessa subito è sempre più difficile da ammettere senza "perdere la faccia");
- in questo modo l'implicito viene *confermato* e trascinato nel corso della conversazione finendo con l'assumere un carattere stabile: diventa quasi un presupposto della comunicazione,



che, si confida, potrà comunque procedere sulla base della simpatia nei confronti dell'interlocutore e grazie alla volontà di cooperazione: si manifesta qui un lato del carattere pragmatico della comunicazione;

- quando vengano meno i presupposti della conversazione, per esempio quando affiori ostilità, gli *impliciti* sono sentiti come un ostacolo, ma soprattutto come un mezzo efficace per opporsi alla controparte: è allora che l'implicito può distruggere la volontà di cooperazione e con essa la conversazione;
- il contesto comunicativo, cioè i *metamessaggi* che qualificano la comunicazione (“questo è un giuoco”, “questa è una conversazione banale”, “questa è una comunicazione di dati” o “una descrizione di fatti o fenomeni”), opera in maniera incisiva sull'importanza che viene attribuita all'implicito: è molto più facile tollerare l'implicito in una conversazione anodina o in un giuoco (dove anzi una certa dose di implicito è un ingrediente graditissimo, si pensi ai giuochi di società) che in una comunicazione relativa a eventi o fenomeni (per esempio, nella comunicazione scientifica *l'implicito implicito*, cioè l'implicito che viene deliberatamente tenuto nascosto, è in genere bandito perché è considerato segno di disonestà intellettuale, o meglio *l'implicito è accettato solo quando è un implicito esplicitamente condiviso dalle due parti*);
- d'altra parte, come fa intuire l'ultimo esempio, l'implicito è un presupposto fondamentale di ogni comunicazione, in quanto consente un'indispensabile *economia*: non sarebbe possibile esplicitare tutte le premesse di un atto comunicativo per quanto semplice, quindi una certa dose di implicito è sempre presente nella comunicazione; l'implicito diviene ostacolo alla comunicazione quando non è condiviso o meglio quando non è accettato nella stessa misura dalle due parti (spesso per motivi extracomunicativi);
- l'esplicitazione di un implicito fa spostare la frontiera dell'implicito, ma non l'annulla mai: anche lo spostamento della frontiera dell'implicito è talora *un'operazione implicita*, che ha termine quando le due parti si sentono soddisfatte del grado di esplicitazione raggiunto, ovvero quando avvertono che la dose residua di implicito è tollerabile per continuare la conversazione.



## Appendice C • Scienza e teatro

Il rapporto fra scienza e teatro è problematico. Semplificando molto, si può dire che l'uomo conosce in due forme o modi diversi: c'è il modo implicito, inconsapevole, frutto di abitudini, sia di specie sia di individui, consolidate dalla nostra storia evolutiva e personale: è il modo che sta alla base della nostra vita nel mondo. Poi c'è il modo riflesso, consapevole, che nelle sue forme estreme diviene razionale e perfino computante: è il modo tipico della filosofia e poi della scienza ed è alla base della nostra vita intellettuale. La seconda modalità è posteriore, sia nella specie sia nell'individuo.

Si può fare una distinzione parallela anche nell'azione-comunicazione: c'è un'azione-comunicazione spontanea, che si dà mostrandosi e movendosi; poi c'è un'azione-comunicazione riflessa, argomentata, consequenziale. La prima è tipica della vita quotidiana, dei rapporti umani a livello immediato e fondamentale; è legata all'espressione dei sentimenti. La seconda è tipica del rapporto mediato dalla razionalità e si riscontra nelle forme posteriori e più raffinate della vita sociale; è legata alla comunicazione dei concetti.

Ebbene, secondo me, il teatro appartiene alla prima modalità conoscitiva, attiva e comunicativa; alla seconda modalità appartiene invece il discorso scientifico. I discorsi poetico, letterario e saggistico si collocano in posizioni intermedie, per cui, grosso modo, si può tracciare una progressione: teatro, poesia, letteratura, saggistica, scienza. La distinzione di fondo riguarda la presenza del corpo. Solo nel teatro il corpo è presente in prima persona, come soggetto attore concreto, e non come oggetto di discorso o di studio. Nel teatro non si può prescindere dal corpo dell'attore-personaggio, mentre al limite si potrebbe prescindere dalle parole e in particolare dall'argomentazione di tipo logico. Per cui, semplificando: da una parte c'è il teatro, dall'altra tutto il resto.

Che nel teatro non si possa prescindere dal corpo e che il corpo sia parte integrante del linguaggio (della conoscenza-azione-comunicazione) teatrale si riflette sulla differenza tra la scrittura teatrale e la scrittura letteraria: ho sperimentato in prima persona questa differenza in due modi diversi. In primo luogo, quando ricavo un'opera teatrale da un mio racconto,

quasi sempre il risultato contiene un residuo (che avverto distintamente) di pesantezza verbale, di ridondanza appunto “letteraria”, che la presenza corporea degli attori mette in luce come una cartina di tornasole. In secondo luogo, e a conferma, quando scrivo d’acchito per il teatro sento di dover adottare un linguaggio diverso da quello del dialogo contenuto in un racconto, proprio perché la presenza del corpo (che vuol dire creazione-occupazione di spazio, postura, staticità, movimento, sguardi, gesti e via dicendo) condiziona le parole, le battute, e modifica l’interazione tra gli attori, tra gli attori e lo spazio e tra gli attori e il pubblico (non dimentichiamo che a teatro c’è il pubblico, presente e vivo).

Se il teatro e la letteratura presentano queste differenze, ancora maggiori sono le differenze fra il teatro e la scienza, che si collocano ai due estremi della scala di cui ho parlato sopra: di qui nasce la difficoltà del loro incontro. La scienza argomenta, ragiona e deduce, il teatro “mette in scena”. La scienza ha sempre cercato di escludere l’uomo dal proprio quadro: sia come oggetto di studio (perché è troppo complesso) sia, soprattutto, come soggetto di conoscenza. L’uomo va estromesso, se si vuole costruire quel quadro nitido e imperturbato cui la scienza per tradizione aspira. Ma entrambe le forme di esclusione sono temporanee, perché la scienza mira alla globalità: e di fatto l’uomo sta pian piano, e a fatica, rientrando nel quadro, come oggetto e come soggetto di conoscenza.

Così la fisica, per esempio, esclude l’uomo dal suo ambito di studio (pur aspirando a inserirlo in un futuro più o meno lontano, quando il suo metodo avrà assoggettato tutti i campi dello scibile), ma esclude anche il fisico, cioè il soggetto che costruisce la fisica. Il fisico fa parte di quel contorno metascientifico, spesso considerato quasi folcloristico e anedddotico, che pur essendo importante per lo sviluppo storico della fisica non deve, per pudore, lasciare tracce nel trattato che riporta il quadro attuale della disciplina.

Nel teatro, al contrario, in primo piano c’è l’uomo: è la sua vicenda che dà origine e senso alla vicenda teatrale, anzi al teatro come luogo ideale di ogni messa in scena o rappresentazione possibile. La parola “rappresentazione” mi sembra importante: mi chiedo se la scienza “rappresenti” mai qualcosa; forse la scienza

presenta e non rappresenta... In termini più espliciti, la scienza tende a fornire un quadro statico, nascondendo il travaglio della fase creativa e proponendo solo il risultato finale della sistemazione, il teatro rappresenta la dinamica della vita nel suo svolgersi. Dunque teatro e scienza sono agli antipodi: il teatro non ha bisogno della scienza e la scienza non ha bisogno del teatro.

Diverso mi sembra il rapporto tra scienza e narrazione, che sono molto più vicine, anzi credo che la scienza abbia profonde caratteristiche narrative, sia pure con peculiarità di linguaggio e con convenzioni stilistiche sue proprie. Il teatro, ne segue, è molto lontano anche dalla narrazione.

A questo punto sorge la domanda: *ha senso fare del teatro-scienza?*

Come ho detto, il teatro non ha bisogno della scienza, ma ha bisogno dell'anima-corpo dell'uomo. Se il protagonista dell'opera teatrale è per caso uno scienziato va benissimo, purché lo scienziato sia considerato sotto il profilo della sua umanità, dei suoi drammi esistenziali, delle scelte di vita (Longo 2007). Il suo lavoro scientifico è interessante solo se ha aspetti etici, sociali, poetici, spirituali. Insomma il legame fra teatro e scienza passa per l'uomo-scienziato e non per le idee o i concetti della scienza in sé, avulsa dal mondo. Un teatro che volesse mettere in scena i concetti della scienza sarebbe noiosissimo e inefficace (diverso è il caso del cinema, che ha ben altre risorse tecniche di animazione e via dicendo). Il teatro può invece prestarsi benissimo a rappresentare le vicissitudini dello scienziato e le implicazioni sociali, spesso drammatiche, della ricerca scientifica. E, di fatto, molte opere definite di teatro-scienza riguardano i dilemmi personali dei ricercatori, gli effetti sociali e i timori che la scienza provoca o addirittura le tragedie di cui è stata o potrebbe essere responsabile.

Non credo insomma che il teatro possa essere un veicolo per comunicare le idee scientifiche, la cui diffusione avviene oggi in forme stereotipate, molto lontane dall'afflato poetico. La scienza esige precisione e univocità, mentre la poesia, il teatro, il racconto vivono di ambiguità, di trasgressioni continue del tempo e dello spazio. Nel teatro il tempo e lo spazio non sono omogenei e lineari e isotropi come nella scienza. Ciò non significa che ci sia un'impossibilità di principio di fare scienza in forma poetica: si

potrebbe anche pensare a un nuovo poema lucreziano dove esporre i principi della meccanica quantistica, ma sarebbe quanto mai arduo dargli il rigore che oggi è consentito dalla formalizzazione matematica.

Quando tratti argomenti legati alla scienza, il teatro può esercitare un certo richiamo di tipo pedagogico e divulgativo. Ma qui bisogna, al solito, chiarire che c'è una differenza essenziale tra gli aspetti ludici, esornativi e divulgativi della scienza e l'attività scientifica svolta in prima persona.

## Appendice D • La traduzione

Verso la metà del Novecento, la scoperta dell'universo della comunicazione fece emergere il potente sostrato mitopoietico dell'informazione e della parola, rinforzato da una fiducia assoluta (almeno in prospettiva) nelle capacità della macchina. Nascevano così, come corollari alla natura divina della riproduzione macchinica, i miti dell'onniscienza e, per il suo tramite, dell'onnipotenza; i miti della razionalità perfetta e del controllo totale; il mito della spiegabilità algoritmica senza residui del mondo (intelligenza artificiale) e, di conseguenza, il mito della *traducibilità*. Che poi fosse la traducibilità di un testo da una lingua all'altra oppure la traducibilità di una parte del mondo in un'altra o in linguaggio matematico, poco importava.

Il grande mito del *traduttore universale*, che con la pressione di alcuni tasti fornisce la trasposizione perfetta di qualunque testo, fu alimentato dal desiderio di esorcizzare gli aspetti più oscuri e inquietanti della creatività e dell'inventiva e fu autorizzato ancora una volta dall'ipotesi della natura atomica, riducibile e accontuale del mondo e del linguaggio. Ma da tempo ormai quest'ipotesi è stata messa in crisi. È stata cioè messa in crisi una concezione disincarnata e astratta della comunicazione (come dell'intelligenza), ben rappresentata dal modello formale della teoria dell'informazione di Shannon e dalla concezione biologico-innata di Noam Chomsky: in quest'ottica, chi parla lo farebbe in base a un preciso corredo di regole immutabili e universali, indipendenti dall'agire empirico e dai rapporti interpersonali. Il destinatario poi non avrebbe alcuno spessore, o meglio assumerebbe



(come nella teoria di Shannon) la funzione passiva di replicare in sé l'informazione generata dalla sorgente, poiché ne condividerebbe appieno le regole e le strutture linguistiche.

In realtà il fenomeno linguistico e comunicativo in genere è molto più ricco e articolato di quanto non lasci intravedere la teoria formalizzata: in esso si mescolano a vario titolo e con intensità mutevole elementi naturali e convenzionali, sintattici e semantici, pragmatici ed emotivi. Insomma la comunicazione non è un fenomeno meccanico, inscritto in un determinismo dettato dalla comune struttura ereditaria: esso possiede anche un carattere storico e culturale, ed è quindi soggetto alle contingenze e al dinamismo dei rapporti tra gli interlocutori e tra questi e l'ambiente. È un'attività, quella comunicativa, intessuta di metafore, di significati empirici e di ambiguità che screziano e arricchiscono il puro scambio di informazioni, corredandolo di tutta una serie di valenze metacomunicative ed extracomunicative, senza le quali lo scambio si ridurrebbe a poco più di niente.

La comunicazione (in particolare la conversazione) si articola in codici più o meno flessibili, aperti in vario modo a interessi cognitivi, affettivi e collaborativi. Ed è proprio la *volontà di collaborazione* dei parlanti che ne costituisce forse l'aspetto più caratteristico e significativo: grazie a questa volontà e animati da essa, i dialoganti esplicano un controllo e un continuo aggiustamento dell'interazione, che porta alla condivisione di regole sempre diverse e alla costruzione di convergenze mutevoli, di volta in volta adatte agli *scopi* della comunicazione. L'aspetto collaborativo della pratica linguistica si esplica in una continua ridefinizione e reinterpretazione, da parte dei dialoganti, dei dati e delle relazioni (dati e relazioni che non sono solo interni alla lingua, ma anche esterni: per esempio, la relazione *tra gli stessi dialoganti*). Emergono così le componenti extra-grammaticali ed extra-linguistiche della comunicazione, che è fatta non solo di dati scambiati, ma anche di intenzioni e di progetti, di scopi e di aspirazioni che riguardano il mondo dei soggetti, cioè un *contesto* quanto mai ampio e articolato.

Mentre Chomsky cerca (o meglio cercava perché di recente ha modificato le proprie posizioni) nel cervello dell'uomo (o addirittura nel suo corredo genetico) regole e strutture statiche, invariabili, universali, altri, tra cui John Searle, ricercano ciò che si con-

figura via via, concretando intenzioni e progetti, significazioni culturali e interazioni sociali, che trovano i loro esiti finali in una gamma dinamica di eventi e relazioni interpersonali.

Nella visione di Searle, il principio di cooperazione di cui si è detto assume una posizione centrale e l'evento comunicativo per eccellenza è la *conversazione*: è in essa che la dimensione psico-comportamentale dell'uomo emerge in tutta la sua ricchezza di intenzioni, sottintesi, scopi e rimandi. Nella conversazione gli interlocutori sono attivi anche nella fasi di ascolto e partecipano al lavoro *narrativo* della coppia dialogante con battute, sguardi, esclamazioni, gesti di approvazione o disapprovazione, e quando riprendono la parola arricchiscono il loro contributo con allusioni, implicazioni, doppi sensi, giuochi di parole. E tutto ciò mediante un faticoso e divertente aggiustamento reciproco e progressivo verso un traguardo mutevole, nella prospettiva pragmatica e finalistica di dare un *senso* a sé e al mondo. A questa sfaccettata e multiforme attività, i dialoganti partecipano con tutta la loro persona.

Questi pochi cenni fanno intuire la ricchezza della comunicazione umana rispetto all'immagine semplificata (e impoverita) che ne dà la teoria matematica dell'informazione: in particolare mettono in risalto le differenze tra la comunicazione umana e la comunicazione informatica. Quest'ultima sì, si può considerare un mero scambio di informazioni attuato con codici semplici e indeformabili, e potrebbe quindi corrispondere al modello del primo Chomsky. Che modelli del genere siano stati costruiti e presi sul serio per molti anni dovrebbe farci riflettere sulla potenza delle metafore: la metafora del cervello-calcolatore, che non ha ancora esaurito la sua spinta di suggestione, se da una parte ha consentito progressi importanti nella comprensione di certi fenomeni, dall'altra, come spesso accade nella costruzione delle teorie formali, ha costretto la ricchezza dei fatti osservati nella povertà dei modelli.

Se davvero la comunicazione umana fosse ciò che predica la teoria, cioè uno scambio di informazioni all'interno di un contesto linguistico chiuso, inaccessibile e immutabile, sulla base di regole universali e inderogabili, allora forse sarebbe concepibile sostituire le macchine agli uomini in tutti gli atti linguistici, compresa la traduzione.

Di fatto così non è: l'intelligenza umana e il suo rispecchiamento verbale sono fenomeni *contestuali, sistemici e diacronici*.

L'essenzialità del contesto e dei rapporti interpersonali implica, tra l'altro, l'importanza, per l'intelligenza umana, del *corpo*, che è il tramite, e il filtro, attraverso il quale la mente dell'uomo, e quindi il suo linguaggio, entra in contatto con il resto dell'universo. La lingua risulta dunque un fenomeno globale, mentale e corporeo insieme: ogni atto linguistico, a ben guardare, è un atto sistemico del mondo, che si svolge sì sotto la particolare angolatura dell'individuo che compie l'atto, ma che attraverso quell'individuo si collega a tutto il resto. E ogni testo è scritto dal mondo su sé stesso. Chi scrive presta al mondo mente, mano e corpo, consentendogli di scrivere. E così chi parla e chi legge e chi ascolta. Questo punto di vista permette, tra l'altro, di capire e valutare meglio la funzione attiva dell'ascoltatore o del lettore, di chi insomma ricostruisce in sé il testo.

Soltanto rendendosi conto di questa molteplicità e complessità e sistemicità del fenomeno linguistico si può apprezzare la complessità e la globalità dell'attività di *traduzione*. La complessità non deriva solo da quelle ambiguità linguistiche (divertenti, ma tutto sommato banali) o da quei giuochi di parole che costituiscono gran parte dell'aneddotica sulle difficoltà della traduzione: il problema è ben più profondo e articolato. Un testo, ogni testo, è radicato nel mondo e tradurre un testo significa tradurre il mondo (o almeno un pezzo di mondo). Alla luce di queste considerazioni, non è sorprendente che, come argomenta Douglas Hofstadter (Hofstadter 1984), la miglior traduzione inglese di un romanzo di Dostojevski sia, in ultima analisi, un romanzo di Dickens. Cioè: se si vuole che il lettore "medio" inglese abbia, di fronte alla traduzione, un'impressione globale "analoga" (o "simile" o "equivalente": ma che cosa vuol dire?) all'impressione che il lettore "medio" russo ha di fronte all'originale di Dostojevski, allora la cosa migliore è fargli leggere un romanzo di Dickens.

Questa proposta paradossale, ma non infondata, non può che rafforzarci nella sconcertante persuasione che il problema della traduzione sia insolubile (sotto il profilo teorico: perché di fatto poi si traduce). Ma ci dà anche un'indicazione preziosa, benché non nuovissima, cioè che la traduzione sia in realtà una ricreazione dell'opera, o meglio sia la creazione di un'opera *nuova*, anche se in qualche modo legata all'originale. Poiché la difficoltà deriva dalla presenza di questo legame, si tratta di allentarlo fino a ren-



derlo innocuo. In altri termini: la traduzione, di norma, è considerata la trasposizione in una lingua B di un testo scritto in una lingua A. L'ostacolo è costituito dai legami che il testo originale ha con il resto del mondo. La traduzione consiste infatti nel recidere questi legami, nel trasformare l'originale in un testo scritto nella lingua B e, infine, nell'incastonare di nuovo quest'ultimo nel mondo, collegandolo con nuovi legami. È un'operazione di trapianto, con tutti i soliti rischi di rigetto. Meglio allora, infinitamente meglio, ignorare che il testo B è una traduzione, considerarlo dunque come un prodotto originale, slegato dal testo A. Se si accetta questo punto di vista, la proposta di Hofstadter diventa assai plausibile.

Non ho finora menzionato un fatto di eccezionale importanza, cioè che ogni lingua (e ogni linguaggio) costituisce un filtro attraverso il quale il mondo ci appare più o meno distorto e condizionato. Il mondo visto dai Cinesi è diverso da quello visto dagli Eschimesi o dagli Italiani *anche* perché la lingua in (con) cui il mondo viene rappresentato è diversa. Ma queste osservazioni sono elementari e scontate: troppo si è discusso del problema della lingua e della traduzione per potere sperare di dare in poche righe un contributo alla soluzione (che forse, come ho detto, non esiste a livello teorico, ma, come spesso accade, solo a livello pragmatico, grazie, ancora una volta, all'inventiva e alla flessibilità degli esseri umani, su cui mi soffermerò di nuovo in chiusura).

Consideriamo ora in particolare il problema della traduzione automatica, alla luce del quale le difficoltà della traduzione diventano forse più evidenti. Vorrei a questo proposito accennare al fenomeno che chiamerei degli "aloni semantici". In un testo, ogni fonema, sillaba, frase, ogni elemento linguistico insomma, risulta legato in modo più o meno stretto agli altri elementi. Questo complesso di legami presenta aspetti sonori, grammaticali, sintattici e semantici (ne sono esempi l'attrazione verbale, l'allitterazione, la rima ecc.). Se ne consideriamo solo gli aspetti semantici (anche se isolarli dagli altri è in pratica impossibile), ci rendiamo conto che questa sorta di aloni più o meno sfocato di significati che un elemento porta con sé è specifico di ciascuna lingua e di ciascun parlante, perché affonda le sue radici da una parte nella storia e nella cultura di cui la lingua è espressione e componente



essenziale e dall'altra nell'esperienza e nella sensibilità dello scrittore (o lettore o traduttore). L'alone semantico persiste e si evolve nella mente, anzi nella persona, del lettore o traduttore e si modifica via via che l'esame del testo procede. Orbene, per la sua specificità, è impossibile pensare di trasportare compiutamente questo alone, o plesso di legami, da una lingua (cultura) all'altra se non con quell'operazione temeraria e impossibile che consisterebbe nel tradurre ogni volta il mondo in sé stesso. È anche vero che all'alone semantico è legata la molteplicità di interpretazioni e di traduzioni parziali e provvisorie che ciascun traduttore tiene sempre presente in modo più o meno esplicito e che non vengono mai del tutto eliminate da una scelta particolare compiuta a un certo punto dell'operazione. L'alone semantico è una manifestazione della polisemia e dell'ambiguità delle lingue naturali (Appendice A).

Insomma l'alone semantico, che pure costituisce il principale ostacolo alla traduzione, ne permette d'altra parte un perfezionamento continuo, perché consente di non prendere mai decisioni nette e definitive, ma di conservare una certa *ambiguità* salvifica, che può essere sempre sfruttata per migliorare, variare e arricchire la comprensione e la traduzione. È singolare che anche nell'ingegneria delle comunicazioni si sia riconosciuta l'importanza delle decodifiche cosiddette *soft* che, al contrario di quelle *hard*, consentono di conservare una certa informazione collaterale, sfruttabile se sorgono dubbi quanto all'interpretazione già data. La decisione *hard*, viceversa, cristallizza ed elimina l'alone semantico una volta per tutte.

Per poter lavorare come un traduttore umano, il calcolatore, cioè il software, dovrebbe essere in grado di operare con una *logica sfumata* (*fuzzy logic*). Come ho detto, l'alone semantico è legato all'ambiguità: la quale, se è un crimine per il linguaggio asettico e depurato della logica tradizionale, è fonte di ricchezza per i testi scritti in linguaggio ordinario. A riprova di tutto ciò, si sono ottenuti alcuni risultati positivi nella traduzione automatica di testi di matematica o di chimica, nei quali l'alone semantico è molto povero (cioè l'ambiguità è molto scarsa) e per i quali l'operazione di traduzione si riduce a un'applicazione della corrispondenza biunivoca (o quasi) di certi termini e locuzioni nelle due lingue. L'operazione è facilitata anche dal grado molto elevato di

uniformazione di questi testi, in cui la libertà espressiva degli autori è limitata da regole piuttosto rigide sulla stesura e sull'organizzazione dello scritto.

Molto diverso è il caso di un testo narrativo o teatrale, in cui i riferimenti semantici, culturali e, in genere, extratestuali sono solitamente ricchissimi: ricchissimo è l'alone semantico e ricchissima è l'ambiguità. In tal caso la rigidità dei programmi e la scarsa "esperienza" che essi hanno del mondo costituiscono svantaggi incolmabili.

A questo punto, prendendo per buona ed estendendo l'osservazione di Hofstadter, possiamo forse dire che la ragione per cui il calcolatore non sa *tradurre* un romanzo somiglia molto alla ragione per cui esso non sa *scrivere* un romanzo. Non avendo esperienza del mondo umano, non avendo un corpo da curare e difendere, non condividendo le gioie e le pene dell'esistenza, l'esperienza della vita e dell'amore e il timore della morte, non possedendo criteri etici o estetici, il calcolatore non può scrivere (né leggere né tradurre) un romanzo. Potrebbe scrivere o tradurre un "romanzo da calcolatore", che fosse cioè radicato nel suo mondo. Alan Turing, uno dei padri fondatori della scienza dei calcolatori, scrisse che "solo un calcolatore può capire un sonetto scritto da un calcolatore"; ma per noi è molto più interessante l'asserzione inversa: "solo un essere umano può capire un sonetto scritto da un essere umano" (purché, naturalmente, entrambi gli umani condividano esperienze analoghe e abbiano facoltà paragonabili, altrimenti l'incomprensione è, quasi, la stessa che tra uomo e calcolatore). Qui "capire" esprime il radicamento nel mondo (del calcolatore in un caso e dell'uomo nell'altro).

La comprensione umana è ampiamente *condivisa*, tranne che nei casi limite o patologici, perché comune è la nostra natura e comune è, con tutte le importanti differenze individuali, la nostra esperienza. Abbiamo tutti (più o meno) lo stesso corredo genetico, (più o meno) le stesse capacità e (più o meno) la stessa esperienza culturale ed esistenziale: perciò comprendiamo (o *non* comprendiamo) il mondo e noi stessi (più o meno) allo stesso modo. Queste premesse comuni ci consentono (di tentare) il passaggio da una provincia all'altra del nostro regno comunicativo umano, cioè da una lingua all'altra. Ma il calcolatore fa parte di un altro regno, di un altro pianeta.



Perché allora non tentiamo di descrivere compiutamente queste premesse esistenziali, culturali e umane per poi tradurle in un programma di calcolatore? Il fatto è che queste premesse comuni, che potremmo chiamare “nozioni sulla natura e sul funzionamento del mondo e dell’uomo”, sono in buona parte situate a livelli impliciti e profondi, per esempio corporei: sono non esplicitate e forse non esplicitabili se non a rischio di gravi distorsioni; quindi (a parte la loro smisurata vastità) non è facile esprimerle in un programma, cioè mediante un numero finito di istruzioni o algoritmi espliciti. È un po’ quello che accade nella costruzione dei cosiddetti “sistemi esperti”: interrogato dall’ingegnere delle conoscenze, lo specialista (il medico, il chimico e così via) cerca di esplicitare le abilità e le funzioni che mette in atto ogni volta che esercita la sua specialità; cioè ne dà una *descrizione* che l’ingegnere poi traduce in algoritmi. Questa esplicitazione distorce l’oggetto, cioè fa emergere una descrizione dei meccanismi, delle facoltà e dei procedimenti che si discosta in modo più o meno vistoso dai “reali” meccanismi in giuoco quando lo specialista opera, se non altro perché la descrizione esplicita espianta le abilità dal loro contesto originale. Ecco il motivo per cui i sistemi esperti, costruiti sulla base di queste descrizioni, funzionano (e spesso molto bene) nell’ambito ristretto della specialità, ma falliscono in modo vistoso quando ci si avvicina ai confini del campo di applicazione, dove più si fa sentire l’assenza, nel programma, dei legami con il contesto globale.

In fondo un programma per la traduzione (o per la *stesura*) di un romanzo potrebbe essere assimilato a un immenso sistema esperto, o meglio a una complessa combinazione di moltissimi sistemi esperti: non solo dunque risentirebbe delle limitazioni di ciascun sistema componente, ma anche delle limitazioni dovute alla problematica fusione e integrazione tra i vari sistemi.

# Bibliografia

Antonello, Pierpaolo, *Il Ménage a quattro: scienza, filosofia, tecnica nella letteratura italiana del Novecento*, Le Monnier, Firenze, 2005

Bateson, Gregory, *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1976, 2<sup>a</sup>ediz. 2000

Bateson, Gregory e Mary Catherine Bateson, *Dove gli angeli esitano*, Adelphi, Milano, 1989

Bateson, Gregory, *Una sacra unità*, Adelphi, Milano, 1997

Bichsel, Peter, *Il lettore, il narrare*, Marcos y Marcos, Milano, 1989

Biuso, Alberto Giovanni, *Cyborgsofia*, Il Pozzo di Giacobbe, Trapani, 2004

Biuso, Alberto Giovanni, *Decifrare il tempo: corpo e temporalità*, Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Vol. 163 (2004-2005) - fasc. I, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, 2005

Bocchi, Gianluca e Mauro Ceruti (a cura di), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, 1985

Bocchi, Gianluca e Mauro Ceruti, *Origini di storie*, Feltrinelli, Milano, 1993; e, per un commento, Giuseppe O. Longo, *Ordine nel caos*, La Rivista dei Libri, n. 2, febbraio 1994

Bonomi, Aldo e Enzo Rullani, *Il capitalismo personale*, Einaudi, Torino, 2005

Calligaro, Renato, *Tempo fermo*, Tempo fermo, I, n. 1, 2003



- Capucci, Pier Luigi (a cura di), *Il corpo tecnologico*, Baskerville, Bologna, 1994
- Carmagnola, Fulvio, *Del raccontare*, FOR, ottobre 1993
- Caronia, Antonio, *Il corpo virtuale*, Muzzio, Padova, 1996
- Cecchetti, Maurizio, *I cerchi delle betulle*, Medusa Edizioni, Milano, 2007
- Chatwin, Bruce, *Le vie dei canti*, Adelphi, Milano, 1988
- Cini, Marcello, *La trama che connette*, Plurimondi, I, 1, 1999
- Cini, Marcello, *Il supermarket di Prometeo*, Codice Edizioni, Torino, 2006
- Collins, Paul, *Né giusto né sbagliato*, Adelphi, Milano, 2005
- Conti, Lino, *L'infalsificabile libro della natura: alle radici della scienza*, Edizioni Porziuncola, Assisi, 2005
- Dapor Maurizio, *L'intelligenza della vita. Dal caos all'uomo*. Springer-Verlag Italia, Milano, 2002
- Decandia, Lidia, *La città è cambiata, cambiate la città*, in *L'esilio del tempo*, a cura di Giuseppe Ardrizzo, Meltemi, Roma, 2003
- De Meo, Nives, *Identità e indeterminazione*, nel sito [www.provincia.venezia.it/nemus/sm\\_2a.htm](http://www.provincia.venezia.it/nemus/sm_2a.htm), 2001
- Dreyfus, Hubert L. e Stuart E. Dreyfus, *Ricostruire la mente o progettare modelli del cervello? L'intelligenza artificiale torna al bivio*, in *Capire l'artificiale*, a cura di Massimo Negrotti, Bollati Boringhieri, Torino, 1990
- Einstein, Albert, lettera a Michele Besso del 21 marzo 1955, in A. Einstein, M. Besso, *Correspondence 1903-1955*, Hermann, Paris, 1972
- Foerster, Heinz von, *Sistemi che osservano*, Astrolabio, Roma, 1987
- Fukuyama, Francis, *L'uomo oltre l'uomo*, Mondadori, Milano, 2002

- Gàbici, Franco, *Gadda. Il dolore della cognizione*, Simonelli Editore, Milano, 2002
- Gandolfi, Alberto, *Formicai, imperi, cervelli. Introduzione alla scienza della complessità*, Casagrande, Bellinzona e Bollati Boringhieri, Torino, 1999
- Gerosa, Mario, *Second Life*, Meltemi, Roma, 2007
- Ghirardi, GianCarlo e Francesco de Stefano, *Il mondo quantistico: una realtà ambigua*, in *Ambiguità*, a cura di G. O. Longo e C. Magris, Moretti e Vitali, Bergamo, 1996
- Guaraldo, Olivia, *Politica e racconto*, Meltemi, Roma, 2003
- Hofstadter, Douglas R., *Gödel Escher Bach. Un'eterna ghirlanda brillante*, Adelphi, Milano, 1984
- Hofstadter, Douglas R. e Daniel C. Dennett, *L'io della mente*, Adelphi, Milano, 1985
- Jaynes, Julian, *Il crollo della mente bicamerale e l'origine della coscienza*, Adelphi, Milano, 1984
- Kundera, Milan, *L'arte del romanzo*, Adelphi, Milano, 1988
- La Porta, Filippo, *L'autoreverse dell'esperienza*, Bollati Boringhieri, Torino, 2004
- Le Bon, Gustave, *Psicologia delle folle*, TEA, Milano, 2004
- Legrenzi, Paolo, *Come funziona la mente*, Laterza, Roma-Bari, 1998
- Longo, Giuseppe O., *Il sogno della macchina*, in *Intelligenza Artificiale*, a cura di G. O. Longo, Le Scienze Quaderni, n. 25, 1985
- Longo, Giuseppe O., *Mente e informazione in Bateson*, KOS, n. 75, 1991
- Longo, Giuseppe O., *Matematica e arte*, La Rivista dei Libri, n. 11, novembre 1992
- Longo, Giuseppe O., *L'ambiguità tra scienza e filosofia*, Nuova Civiltà delle Macchine, IX, n. 3/4, 1993



- Longo, Giuseppe O., *Remarks on Information and Mind*, in *Bridging the Gap: Philosophy, Mathematics, and Physics*, G. Corsi, M.L. Dalla Chiara, G.C. Ghirardi, eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London, 1993
- Longo, Giuseppe O., *La simulazione tra uomo e macchina*, in *La simulazione*, a cura di E. Kermol, Proxima Scientific Press, Trieste, 1994
- Longo, Giuseppe O., *Il sé tra ambiguità e narrazione*, *Atque*, n. 9, 1994
- Longo, Giuseppe O., *Dal Golem a Gödel e ritorno*, *Nuova Civiltà delle Macchine*, XII, n. 4 (48), 1994, ristampato in *Macchine e automi*, a cura di S. Valusso e S. Cerrato, CUEN, Napoli, 1995
- Longo, Giuseppe O., *Informazione e organismi viventi*, voce dell'*Enciclopedia delle Scienze Fisiche*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Roma, 1995
- Longo, Giuseppe O. e Claudio Magris (a cura di), *Ambiguità*, op. cit.
- Longo, Giuseppe O., *Introduzione*, in *Ambiguità*, op. cit.
- Longo, Giuseppe O., *L'enigma del corpo*, *Pluriverso*, n. 4, set 1996
- Longo, Giuseppe O., *Tautologia e informazione in matematica*, in *Matematica e Cultura*, a cura di Michele Emmer, suppl. a Lettera Matematica Pristem, 27-28, Springer Verlag, Milano, 1998
- Longo, Giuseppe O., *Può il computer tradurre un romanzo?*, *Pluriverso*, anno III, n. 4, dic 1998
- Longo, Giuseppe O., *Il nuovo Golem. Come il computer cambia la nostra cultura*, Laterza, Roma-Bari, 1998
- Longo, Giuseppe O., *Mente e tecnologia*, *Pluriverso*, anno IV n. 4 e V n. 1, ott. 1999-marzo 2000
- Longo, Giuseppe O., *Homo technologicus*, Meltemi, Roma, 2001, 2a ed. 2005



- Longo, Giuseppe O., *Corpo e tecnologia: continuità o frattura?*, in *Corpo futuro - Il corpo umano tra tecnologie, comunicazione e moda*, a cura di L. Fortunati, J. Katz e R. Riccini, Franco Angeli, Milano, 2002
- Longo, Giuseppe O., *Il simbiote: prove di umanità futura*, Meltemi, Roma, 2003
- Longo, Giuseppe O., *Le orme del sapere, La scienza va a teatro*, Libretto di sala, La Triennale di Milano, maggio 2007
- Lovecraft, Howard Phillips, *L'orrore della realtà*, a cura di G. de Turrís e S. Fusco, Edizioni Mediterranee, Roma, 2007
- Maffei, Lamberto, *Il mondo del cervello*, Laterza, Roma-Bari, 1998
- McCulloch, Warren, *Embodiments of Mind*, The MIT Press, Cambridge-London, 1970
- Monod, Jacques, *Il caso e la necessità*, Mondadori, Milano, 1970
- Moravia, Sergio, *L'enigma dell'esistenza*, Feltrinelli, Milano, 1996
- Morin, Edgar, *Introduzione al pensiero complesso*, Sperling & Kupfer, Milano, 1993
- Negrotti, Massimo, *La terza realtà*, Dedalo, Bari, 1997
- Prigogine, Ilya e Isabelle Stengers, *La nuova alleanza*, Einaudi, Torino, 1981
- Prigogine, Ilya, *Le leggi del caos*, Lezioni italiane, Fondazione Sigma-Tau, Laterza, Roma-Bari, 1993
- Rizzolatti, Giacomo e Corrado Sinigaglia, *So quel che fai: il cervello che agisce e i neuroni specchio*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 2006
- Rossi, Emilio, *L'undecima musa*, Rubbettino, Soveria Mannelli, 2001
- Sabato, Ernesto, *Lo scrittore e i suoi fantasmi*, Meltemi, Roma, 2000
- Schiavo, Flavia, *Parigi, Barcellona, Firenze: forma e racconto*, Sellerio, Palermo, 2004



- Schiavo, Flavia, *La città raccontata tra immaginazione letteraria e rappresentazione urbanistica. Percorsi intorno alla narrazione come sapere innovativo per la conoscenza della città e del territorio*, CRU, Critica della Razionalità Urbanistica, n. 18, 2° semestre 2005, Alinea editrice, Firenze
- Searle, John, *La riscoperta della mente*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994
- Sontag, Susan, *Contro l'interpretazione*, Mondadori, Milano, 1967
- Steiner, George, *La nostalgia dell'assoluto*, Bruno Mondadori, Milano, 2000
- Varela, Francisco J., *Un know-how per l'etica*, Lezioni Italiane n. 3, Fondazione Sigma-Tau, Laterza, Roma-Bari, 1992
- Varela, Francisco J., *Il reincanto del concreto*, in *Il corpo tecnologico*, a cura di Pier Luigi Capucci, Baskerville, Bologna, 1994
- Waldrop, Morris Mitchell, *Complessità*, Instar Libri, Torino, 1995
- Woolley, Benjamin, *Mondi virtuali*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993
- Zanarini, Gianni, *L'emozione di pensare*, CLUP-CLUED, Milano, 1985
- Zanarini, Gianni, *Diario di viaggio*, Guerini e Associati, Milano, 1990
- Zanarini, Gianni, *Il senso del tempo: la prospettiva temporale nella scienza*, Cultura e Scuola, n. 127, 1993
- Zanarini, Gianni, *L'ambigua scienza*, *Ambiguità*, op. cit.
- Žižek, Slavoj, *Benvenuti nel deserto del reale*, Meltemi, Roma, 2002

## Opere letterarie dell'autore citate nel testo

*Il fuoco completo* (racconti), Studio Tesi, Pordenone, 1986; 2a ediz., Mobydick, Faenza, 2000

*Di alcune orme sopra la neve* (romanzo), Campanotto, Udine, 1990; 2a ediz., Mobydick, Faenza, 2007

*L'acrobata* (romanzo), Einaudi, Torino, 1994

*Congetture sull'inferno* (racconti), Mobydick, Faenza, 1995

*I giorni del vento* (racconti), Mobydick, Faenza, 1997

*La gerarchia di Ackermann* (romanzo), Mobydick, Faenza, 1998

*Trieste: ritratto con figure* (racconti), Mobydick, Faenza, 2004

*Avvisi ai naviganti* (racconti), Mobydick, Faenza, 2001

*La camera d'ascolto* (racconti), Mobydick, Faenza, 2006

# **i blu**

## **Passione per Trilli**

### ***Alcune idee dalla matematica***

R. Lucchetti

2007, XIV, pp. 154

ISBN: 978-88-470-0628-7

## **Tigri e Teoremi**

### ***Scrivere teatro e scienza***

M.R. Menzio

2007, XII, pp. 256

ISBN 978-88-470-0641-6

## **Vite matematiche**

### ***Protagonisti del '900 da Hilbert a Wiles***

C. Bartocci, R. Betti, A. Guerraggio, R. Lucchetti (a cura di)

2007, XII pp. 352

ISBN 978-88-470-0639-3

## **Tutti i numeri sono uguali a cinque**

S. Sandrelli, D. Gouthier, R. Ghattas (a cura di)

2007, XIV pp. 290

ISBN 978-88-470-0711-6

## **Il cielo sopra Roma**

### ***I luoghi dell'astronomia***

R. Buonanno

2007, X pp. 186 + 4 pp. a colori

ISBN 978-88-470-0671-3

## **Buchi neri nel mio bagno di schiuma ovvero L'enigma di Einstein**

C.V. Vishveshwara

2007, XIV pp. 438

ISBN 978-88-470-0673-7

## **Il senso e la narrazione**

G. O. Longo

2008, XVIII pp. 214

ISBN 978-88-470-0778-9

## **Di prossima pubblicazione**

### **Il mondo bizzarro dei quanti**

S. Arroyo

### **Il solito Albert e la piccola Dolly**

*La scienza dei bambini e dei ragazzi*

D. Gouthier, F. Manzoli

### **Storie di cose semplici**

V. Marchis

Finito di stampare nel mese di marzo 2008

ISBN 978-88-470-0778-9  
€ 20,00