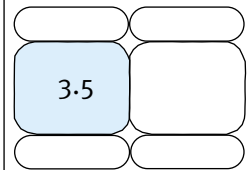


# UOMO E TECNOLOGIA UNA SIMBIOSI PROBLEMATICA



Giuseppe O. Longo

L'importanza della tecnologia nella definizione dell'uomo è sempre più evidente, ma fin dalla sua comparsa la nostra specie si è ibridata con gli strumenti che costruisce: in realtà *homo sapiens* è sempre stato *homo technologicus*, simbiote di uomo e tecnologia in perpetua trasmutazione. Parte dell'umanità sembra destinata ad una profonda trasformazione culturale, epistemologica e perfino fisiologica. Ma la rapidità del cambiamento, favorito in particolare dalla tecnologia dell'informazione, minaccia il nostro equilibrio biologico ed emotivo e lacera le componenti etiche ed estetiche tradizionali.



## 1. INTRODUZIONE

Il carattere essenziale della tecnologia (intesa in senso lato come produttrice di strumenti per la conoscenza e l'azione) nei confronti dell'uomo è rivelato dalla retroazione che le innovazioni tecniche esercitano sugli esseri umani e sulla società. Evoluzione biologica ed evoluzione tecnologica si sono intrecciate in un'evoluzione "biotecnologica" in cui sono all'opera meccanismi darwiniani e meccanismi lamarckiani. Al centro di questa evoluzione vi è una successione di "simbionti", cioè di ibridi biotecnologici, ciascuno dei quali è caratterizzato da dosi sempre più cospicue di tecnologia. La tecnologia è sempre un filtro, in quanto potenzia (o fa addirittura emergere) certe caratteristiche, fisiche o cognitive, e ne indebolisce o annulla altre. In particolare, le tecnologie dell'informazione hanno potenziato le capacità razional-computanti del simbiote uomo-computer a scapito delle facoltà emotive, etiche, estetiche ed espressive. Questo filtraggio provoca nel simbiote uno squilibrio

e un disadattamento crescenti, che sono talora causa di rigetto e di sofferenza. La velocità sempre più elevata dell'innovazione tecnica accentua lo squilibrio e spinge a delegare alle macchine una gamma crescente di azioni, funzioni e perfino decisioni. L'attività cognitiva del simbiote è profondamente influenzata da questa delega, che agevola il passaggio dall'attività scientifica, in cui si privilegia la conoscenza analitica e la capacità di previsione, all'attività tecnica, in cui si privilegia l'intervento pratico e la capacità di azione. Tutto ciò ha forti influenze sul corpo: se da una parte esso subisce una rivalutazione rispetto alle visioni platoniche e cartesiane di un tempo, allo stesso tempo il riduzionismo informazionale favorito dalla tecnologia informatica e dalla genomica tenta di cifrare il corpo in codice, negandogli la tradizionale funzione di depositario ultimo dell'identità personale. In questo panorama in ebollizione è difficile individuare punti di riferimento: l'etica e l'estetica sono continuamente lacerate e non hanno il tempo di con-

solidarsi. Tutto accade troppo in fretta per le capacità di adattamento della parte biologica del simbiote, quindi lo sforzo di analisi, pur necessario per la comprensione delle dinamiche in corso, non è certo sufficiente per indirizzarle. Ciò provoca la sensazione che la marcia della tecnologia sia ineluttabile. Entro questo “destino” s’inscrive il finalismo consapevole ma locale dell’intervento umano. Questo finalismo, per la nostra enorme capacità d’intervento e per la nostra limitata capacità di previsione, rischia di trasformare certe contingenze miopi ed effimere in tendenze a lungo termine potenzialmente devastanti per il sistema complessivo “uomo-più-ambiente”. È opportuno sottolineare che in questo articolo si considerano soprattutto gli effetti delle tecnologie della comunicazione e dell’informazione, ma altri fattori, in particolare le biotecnologie, sono destinate ad avere, a breve e a lungo termine, conseguenze forse ancora più cospicue e difficili da prevedere.

## 2. L’EVOLUZIONE BIOTECNOLOGICA

Quando si riflette sui complessi rapporti tra uomo e tecnologia, si fa spesso la tacita ipotesi che si tratti di due entità distinte e separate, per quanto interagenti e, inoltre, si assume che oggi l’evoluzione dell’uomo sia

lentissima o addirittura ferma, mentre la tecnologia si sviluppa con grande rapidità. A volte non si percepisce che il fenomeno davvero interessante non è tanto la tecnologia in sé, quanto il rapporto uomo-tecnologia. L’attenzione allo sviluppo della tecnologia e gli entusiasmi e i timori che essa suscita fanno spesso trascurare la necessità di una riflessione critica su questi processi nel loro insieme.

Qui le mie premesse sono: primo, tra uomo e tecnologia non esiste distinzione netta, perché da sempre la tecnologia concorre a formare l’*essenza* dell’umano. Secondo, l’evoluzione della tecnologia contribuisce potentemente alla nostra evoluzione, anzi ormai (quasi) *coincide* con essa. Le due evoluzioni, biologica e tecnologica, sono intimamente intrecciate in un’evoluzione “biotecnologica”, al cui centro sta l’unità evolutiva *homo technologicus*, una sorta di ibrido di biologia e tecnologia in via di continua trasformazione. *Homo sapiens* è sempre stato contaminato dalla tecnologia, cioè è sempre stato *homo technologicus* (Immagine 1 - “l’evoluzione biotecnologica”).

In biologia si usa il termine “simbiosi” per indicare uno stretto rapporto di convivenza e di mutuo vantaggio tra due specie diverse. Pur con i limiti di ogni metafora, anche il rapporto tra l’uomo e la tecnologia si può considerare una simbiosi, la cui manifestazione fenotipica, *homo technologicus*, è appunto un *simbionte*. Del resto l’uomo è in simbiosi, da sempre, non solo con i suoi strumenti ma anche con i batteri, i cibi, i medicinali, le piante, gli animali domestici.

In passato l’esistenza e la perpetua trasformazione del *simbionte* biotecnologico erano poco visibili, tanto da autorizzare, in molte filosofie e in molte religioni, una visione *fissista* della natura umana. Oggi, per la velocità e il continuo potenziamento della tecnologia, il fenomeno è diventato piuttosto evidente. Da sempre il corpo umano è stato ampliato da strumenti e apparati che ne hanno esteso e moltiplicato le possibilità d’interazione col mondo, in senso sia conoscitivo sia operativo. Tanto che non è facile stabilire dove termini il corpo: dire che esso è racchiuso nei suoi limiti topologici, segnati dalla pelle, è (sotto il profilo



**IMMAGINE 1**  
Giorgio De Chirico  
“Bagni misteriosi  
con statua”

La *simbiosi* (dal greco: *vita in comune*) è un'associazione stabile e strettamente integrata tra due organismi di cui uno, detto ospite, costituisce l'*habitat* dell'altro: l'insieme dei due si chiama **simbionte**. L'associazione simbiotica porta vantaggi reciproci ai due organismi, che possono essere due vegetali, due animali oppure un vegetale e un animale. Il termine simbiosi fu coniato nel 1879 dal botanico Anton De Bary (1831-1887) a proposito della relazione tra le alghe e i funghi che vivono insieme formando i licheni. Per molto tempo il mutualismo, pur frequentissimo in natura, fu considerato poco più di una curiosità, ma di recente alcune teorie simbiotiche (o simbiotiche) hanno acquisito grande importanza in biologia evolutiva e in ecologia. Di recente si è cominciato a parlare di simbiosi in termini generalissimi, con riferimento all'ibridazione tra biologico, meccanico ed elettronico. In questo senso l'essere umano è un *simbionte* di biologia e di tecnologia. Visti gli sviluppi della tecnologia il termine ha un significato molto più che metaforico.

comunicativo e attivo) arbitrario e sostanzialmente inesatto.

Osserviamo che l'invenzione e l'uso degli strumenti si configura non tanto come l'aggiunta di *protesi*, quanto come una vera e propria *ibridazione*: la protesi supplisce ad un'abilità compromessa o perduta, mentre, innestandosi nell'uomo, ogni nuovo apparato dà luogo ad un'unità evolutiva (un simbionte) di nuovo tipo, in cui possono emergere capacità - percettive, cognitive e attive - inedite e a volte del tutto imprevedute, e di questa evoluzione ibridativa non è possibile indicare i limiti. Come l'uomo fa la tecnologia, così la tecnologia fa l'uomo. Molte delle capacità del simbionte uomo-computer, per esempio, erano affatto imprevedibili e non è improprio dire che l'unità cognitiva "uomo-computer" è essenzialmente diversa dall'unità cognitiva "uomo-senza-computer" (Immagine 2 - "la simbiosi").

### 3. DISADATTAMENTI E SOFFERENZE DEL SIMBIONTE

Se non si può negare l'effetto di retroazione trasformativa delle tecnologie sull'uomo, è anche vero che questo effetto si esercita in modo diverso sulle diverse componenti (cognitiva, emotiva, percettiva, fisiologica, fenotipica, genotipica ecc.) dell'uomo, le quali si evolvono con velocità diversa. Alcune caratteristiche, per esempio quelle emotive ed espressive, manifestano un'evoluzione molto più lenta di altre, per esempio di quelle cognitive. Le caratteristiche più stabili da una parte autorizzano a parlare di "natura umana" come di un dato quasi immutabile, dall'altra tendono a opporsi all'ibridazione tecnologica: ciò causa gravi problemi di disadattamento e acute



*sofferenze* (a questo proposito alcuni affermano che il corpo è obsoleto, e sostengono la necessità di una sua trasformazione ciborganica). Si tratta delle sofferenze che sempre accompagnano la trasmutazione, la nascita, il trapasso, il cambiamento. Evoluzione biologica ed evoluzione biotecnologica sono in certa misura eterogenee e sono eterogenee le due componenti dell'ibrido uomo-macchina. Le sofferenze derivanti da questi disadattamenti andrebbero ad aggiungersi a quelle che abbiamo ereditato dalla nostra natura biologica, anche se la tecnologia è riuscita, per converso, ad attenuare alcune delle sofferenze tradizionali. D'altra parte le sofferenze hanno come contropartita positiva la comparsa di capacità inedite: fare un bilancio quantitativo o almeno qualitativo dei pro e dei contro è ovviamente impossibile e la valutazione è lasciata a ciascuno (Immagine 3 - "l'ibridazione dell'uomo").

Poiché, secondo la mia premessa, la tecnologia, fa parte integrante dell'uomo, l'*homo technologicus* non è "*homo sapiens* più tec-

#### IMMAGINE 2

Arturo Nathan  
"Scoglio incantato"

nologia”, ma è “*homo sapiens* trasformato dalla tecnologia”, dunque è, di volta in volta, un’unità evolutiva nuova, sottoposta ad un nuovo tipo di evoluzione in un ambiente nuovo. Nell’evoluzione biotecnologica sono all’opera sia meccanismi darwiniani (mutazione e selezione) sia meccanismi lamarckiani (eredità dei caratteri acquisiti, per apprendimento e imitazione), in un groviglio difficile da sbrogliare. Inoltre i simbiotici biotecnologici si stanno collegando a rete tra loro per formare una sorta di *creatura planetaria*, la quale potrebbe costituire un nuovo stadio evolutivo di tipo *supersocietario*. Benché sia immerso nel mondo naturale e sia quindi soggetto alle sue leggi, il simbiote vive anche in un ambiente artificiale, fortemente segnato dalle informazioni, dai simboli, dalla comunicazione e, sempre più, dalla *virtualità*.

È vero, si tratta di uno scenario: ma oggi i panorami del presente e le ipotesi sul futuro si costruiscono spesso con questo metodo semiartigianale, visto che le armi della previsione razionale e rigorosa si stanno spuntando contro la complessità crescente del mondo artificiale, gli effetti a volte grandiosi di fluttuazioni anche minime e la velocità dei mutamenti. È interessante notare che di fronte a queste difficoltà di previsione ac-

quistino credito di strumenti le congetture, spesso ispirate all’ottimismo o al pessimismo più che a valutazioni asettiche: si ricorre cioè a una *descrizione narrativa* di futuri possibili che somiglia alquanto alla fantascienza. Queste narrazioni, peraltro, possiedono una certa capacità diagnostica e predittiva, se non altro perché nascono da sensibilità diffuse e rispecchiano quindi tendenze ancora latenti ma prossime alla manifestazione. Ma, come tutte le narrazioni dove scienza e fantasia si legano, anche queste sono intrise di attese eccessive o all’opposto di paure ingiustificate, elementi che si ritrovano anche nelle valutazioni acritiche dell’uomo comune e le cui radici stanno nelle valenze *magiche* della tecnologia. È da questi suoi aspetti magici e pre-razionali che derivano lo stupore miracolistico che essa suscita, le aspettative taumaturgiche (si pensi alle attese suscitate dall’introduzione dell’informatica nelle scuole) e il forte carattere *mitopoietico* della tecnologia: la Rete ci renderebbe onniscienti e quindi onnipotenti, le biotecnologie ci prometterebbero un futuro di immortalità asintotica.

Se la tecnologia e l’uomo sono legati in modo essenziale, non è corretto affermare, come spesso si fa, che la tecnologia disumanizza l’uomo. Queste preoccupazioni derivano dal mito della “purezza” che, anche a proposito della natura umana, come della razza, della lingua e della scienza, è duro a morire. I problemi non derivano tanto da uno scostamento progressivo da un’ipotetica natura umana, primordiale e genuina, da conservare e difendere ad ogni costo, quanto dallo squilibrio crescente tra la parte biologica e la parte tecnologica del simbiote, dall’accelerazione progressiva dello sviluppo tecnologico, dall’impossibilità di assorbire in modo equilibrato le innovazioni e le perturbazioni che esse provocano.

Non si tratta dunque di considerare la tecnologia come un’entità esterna e invasiva, quanto di analizzare i motivi dello squilibrio e proporre i rimedi. Lo squilibrio si manifesta come un vero e proprio disadattamento. Le valenze e le caratteristiche umane più stabili e profonde, quelle emotive, comunicative, espressive, insomma i caratteri atavici, le eredità più legate al corpo, che pe-



**IMMAGINE 3**

Max Ernst  
“La vestizione  
della sposa”

scano negli strati evolutivi più lontani nel tempo e che hanno avuto una parte fondamentale nella sopravvivenza e nello sviluppo culturale della nostra specie, certo non spariscono di colpo solo perché la tecnologia ibrida il nostro corpo e cervello con i suoi dispositivi, che inaugurano o potenziano facoltà più recenti, come quelle di tipo razionale e computante, e tendono a soffocare le altre. L'adattamento richiede periodi lunghi e nel frattempo si manifesta il disadattamento, che può arrivare al *rigetto*.

I disagi e disarmonie dovuti all'incompatibilità, più o meno transitoria, tra uomo e macchina (o meglio tra le diverse componenti del simbiote) sono sotto gli occhi di tutti. Ne sono una prova i molti sforzi che si dedicano alla costruzione di macchine "socievoli" (*user-friendly*), con l'intento di estendere la zona di anestesia in cui possono insinuarsi le componenti artificiali. Insomma, le strutture antiche del corpo si oppongono in qualche misura all'invasione delle più recenti costruzioni della tecnologia e il nostro finalismo cosciente cerca di attenuare questa resistenza con esiti difficili da prevedere ma in ogni caso gravidi di problemi. Se è vero, com'è stato detto, che la tecnologia è un destino, cerchiamo almeno di analizzarlo e, se possibile, di indirizzarlo secondo ciò che riteniamo più saggio e meno traumatico.

#### 4. ETICA ED ESTETICA NEL NUOVO SCENARIO

Qui è importante accennare al problema etico-estetico, che si pone in termini nuovi per il simbiote biotecnologico e per la creatura planetaria in via di formazione. Qual è l'*estetica* del simbiote? Qual è la sua *etica*? Che legame c'è tra la sua estetica e la sua etica? Quale mondo (ri)crea il simbiote? Queste domande sono molto importanti nel caso dell'uomo a scarsa tecnologia, per il quale etica ed estetica sono legate a doppio filo perché entrambe pescano nella storia evolutiva e sono "rispecchiamenti" della vita e dell'evoluzione. In altre parole, l'*estetica*, intesa come sensibilità al bello e più in generale come partecipazione sensibile ed emotiva a ciò che ci sta intorno (esseri umani, animali, paesaggi ecc.), deriva dall'im-

mersione e dal contatto che abbiamo avuto con l'ambiente durante la nostra lunghissima storia evolutiva. Questa storia comune ha prodotto in ciascuno di noi una sensazione di armonia con l'ambiente, sensazione forte ma difficile da definire in modo preciso, tanto che "spiegare" che cosa sia il bello è molto arduo. Potremmo quindi dire che *l'estetica è il sentimento soggettivo dell'immersione armonica nell'ambiente*. D'altra parte, certe nostre condotte sono utili a mantenere quest'armonia e questo reciproco adattamento tra noi e l'ambiente, mentre altre condotte minano e indeboliscono quest'armonia. I comportamenti armonici rientrano nell'*etica*, anzi la costituiscono: si può quindi dire che *l'etica è il sentimento di rispetto e di azione armonica con l'ambiente di cui facciamo parte*. Di conseguenza l'*etica* ci consente di mantenere l'*estetica* e l'*estetica* ci serve da guida nell'operare etico. In un certo senso, quindi, *etica* ed *estetica* coincidono (o sono "isomorfe") perché derivano entrambe dalla forte coimplicazione tra specie e ambiente: sono le due facce della stessa medaglia.

Bisogna aggiungere che l'*etica* e l'*estetica* sono *storiche*, cioè si evolvono, sia a livello di specie sia a livello di individuo: le esperienze fatte in un contesto che varia producono novità etiche ed estetiche, che sembrano trovare il loro corrispettivo fisiologico concreto nell'attivazione di circuiti cerebrali specifici. Per effetto della separazione cartesiana e baconiana tra le componenti dell'uomo e tra uomo e natura e per effetto del pensiero scientifico e della tecnologia, da tempo, e oggi più che mai, l'*etica*, cioè l'insieme dei comportamenti "giusti" per la sopravvivenza dinamica armoniosa, è sottoposta ad una tensione fortissima, e ciò sembra avere conseguenze importanti anche per l'*estetica*. *Etica* ed *estetica* sono modificate anche dal forte *effetto semplificante* che la tecnologia opera sull'immagine del mondo e dell'uomo. Tutto ciò ha portato ad una grave crisi dell'*estetica* cui forse non è estraneo il processo di astrazione e di codifica che è alla base del formalismo scientifico e non solo scientifico: al contrario dei messaggi della natura, i segni e i codici dell'uomo sono *arbitrari*. In musica, in



**IMMAGINE 4**  
René Magritte  
"La vittoria"

architettura nelle arti figurative e in parte anche nella narrativa l'estetica è stata scardinata: all'armonia tra l'uomo e la sua immersione evolutiva nella natura è stata sostituita l'*arbitrarietà segnica e combinatoria*, come dimostrano certe tendenze musicali o pittoriche (Immagine 4 - "l'arbitrarietà del codice").

Con l'estroflessione cognitiva rappresentata dalle macchine informatiche e dalla Rete il problema etico-estetico si pone in termini nuovi: il comportamento etico-estetico ha la sua base nelle connessioni cerebrali, ma con l'ibridazione ciborganica la nozione di connessione cerebrale si allarga a comprendere sia le connessioni biologiche (endocraniche) sia quelle artificiali (esocraniche ma anche endocraniche, ottenute con l'impianto nel cervello di circuiti e piastrine). Allora la domanda diventa: quali connessioni "cerebrali" in senso generalizzato (biologiche e artificiali) sono attivate dalle esperienze e a quali comportamenti etico-estetici porta questa attivazione? Inoltre: come interagiscono questi nuovi collegamenti con il complesso delle connessioni preesistenti? Ecco il significato concreto delle domande poste sopra. Nel caso del simbionte si può parlare di rispecchiamento della "vita"? O di "armo-

nia" o addirittura di "coincidenza" tra etica ed estetica, o di "rispetto" per le esigenze vitali, biologiche o d'altro tipo del sistema globale? Qual è l'evoluzione del simbionte? E in quale "ambiente" o "mondo" avviene questa evoluzione?

Anche se possono sembrare troppo "filosofiche", queste domande sono importanti, perché vanno alla radice del nostro rapporto con le macchine e della nostra evoluzione biotecnologica e gettano nuova luce sull'importanza ineludibile di quel mistero inafferrabile che è il corpo.

## 5. LA CREATURA PLANETARIA

Abbiamo parlato di disadattamenti all'interno del simbionte *homo technologicus*, ma anche nella società si possono osservare fenomeni di squilibrio. Per esempio si osserva un divario tra i Paesi dotati e i Paesi sprovvisti di tecnologie informazionali (*digital divide*), divario che sembra addirittura allargarsi. All'interno di ogni Paese si osservano poi divari di alfabetizzazione tra strati sociali, fasce d'età e via dicendo. C'è poi, a livello diverso, un divario crescente tra le competenze costruttive dei pochi progettisti e le competenze puramente manipolative dei molti utenti. Si osserva anche una forte disparità tra domanda e offerta di tecnologia informatica: mentre per le tecnologie del passato l'offerta seguiva la domanda e di rado si osservava il contrario, oggi l'offerta di macchine e sistemi nuovi è così incalzante da provocare disorientamento e una certa incapacità nell'uso di ciò che esiste. La domanda viene creata dall'offerta. Per esempio, nel caso della didattica, molti insegnanti rifiutano i computer perché non sanno usarli, altri li vogliono, ma non sanno che cosa farsene e li usano in modo improprio, o meglio nei modi propri delle tecnologie precedenti. Si tratta certo di fenomeni transitori, ma non per questo meno degni di attenzione.

Quanto agli aspetti socioeconomici, non bisogna dimenticare che dietro tutto ciò c'è un vasto e potente apparato economico, alimentato dal denaro e intessuto di tecnologia, autoreferenziale, privo di ideologie forti e animato solo da una vaga ma potente ten-

denza, tipica degli organismi biologici, al mantenimento e al rafforzamento delle proprie strutture. I collegamenti a rete sempre più fitti rendono appropriata la metafora della *creatura planetaria* di cui assisteremo ai primi stadi di formazione. Valendosi dell'apparato e della tecnologia e innervandosi nella Rete, questa creatura tenderebbe ad assoggettare a sé tutti i desideri e tutte le aspirazioni individuali, all'insegna di una cieca e acefala volontà di essere (Immagine 5 - "la creatura planetaria").

Questo disegno imperialistico (non deliberato ma non per questo meno preciso), ha come contraltare la presenza di strati di popolazione emarginati, che rifiutano di delegare le proprie prerogative e di farsi egemonizzare dall'economia di mercato e dalle anonime tecnologie che la sostengono. Queste frange sono portate a rovesciare la situazione con azioni di sabotaggio e dopo l'undici settembre sappiamo bene che non si tratta solo di ipotesi teoriche. Il sabotaggio ha buone probabilità di riuscita per la *fragilità* dell'apparato tecnoeconomico, fragilità dovuta alla programmatica carenza di *ridondanza* nelle costruzioni tecnologiche: in questo le strutture artificiali sono molto diverse da quelle naturali, che manifestano una grande robustezza per la presenza di ricche componenti vicarianti e ripetitive.

## 6. LA DELEGA TECNOLOGICA

Nel Novecento la tecnologia, per ragioni economiche e per il suo carattere autocatalizzante, ha subito una forte accelerazione. Ma l'entità del fenomeno non si spiegherebbe senza tener conto di una novità fondamentale: accanto alle tecnologie della materia e dell'energia è sorta la tecnologia dell'informazione, che ha costruito le *macchine della mente*, cioè i sistemi di elaborazione e di trasmissione dei dati, computer e reti. Grazie a questi sistemi, la tecnologia è letteralmente esplosa. D'ora in poi mi soffermerò soprattutto sulla tecnologia dell'informazione e della comunicazione, le cui conseguenze a livello cognitivo, culturale, sociale e tecnico, sono enormi.

Le macchine della mente rendono molto evidente un fenomeno che riguarda tutta la



**IMMAGINE 5**  
Max Ernst  
"Tutta la città"

tecnologia: la *delega*, cioè il trasferimento alle macchine di funzioni, attività, capacità e perfino decisioni che un tempo appartenevano all'uomo. Il fenomeno della delega è presente in ogni società un minimo complessa e si configura come ripartizione dei compiti tra i membri della società. Nascono così le figure professionali, che vanno dal barbiere all'avvocato al medico. Ma oggi, accanto alla delega specialistica, si manifesta sempre più anche la delega tecnologica, operata cioè a favore delle macchine. Questo tipo di delega è ormai obbligato: abbiamo affidato alle macchine tanta parte delle nostre attività che è impensabile riappropriarcene. La delega comporta ovviamente un rassicurante scarico di *responsabilità* anche in ambiti in cui le conseguenze di questa abdicazione potrebbero essere inquietanti (medicina, insegnamento).

A questo proposito è bene ribadire esplicitamente che ogni tecnologia è un *filtro*, nel senso che il simbiote biotecnologico derivante dall'adozione di una data tecnologia sa fare certe cose meglio del simbiote precedente ma fa peggio certe altre cose. Insomma la tecnologia non aumenta le nostre prestazioni e capacità in modo uniforme: se qualcosa si guadagna, qualcosa si perde. La videoscrittura, accanto agli evidenti vantaggi che offre, altera in modo irreversibile lo stile della scrittura e indebolisce molto la nostra capacità di tracciare le parole a mano, con la penna. L'uso delle calcolatrici ha portato al trasferimento (delega) della capacità computante dal bambino alla macchina, per cui solo nella simbiosi (irreversi-

bile) con il suo apparecchietto il bambino può far di conto.

## 7. CONSEGUENZE CULTURALI ED EPISTEMOLOGICHE

Sulla cultura la tecnologia informazionale ha effetti imponenti: essa ridefinisce radicalmente molti concetti importanti. Termini come "libertà", "democrazia", "intelligenza", "realtà", "storia", "tempo", "memoria" hanno oggi significati nuovi e talora irricognoscibili e sorprendenti. E per lo più questi mutamenti di significato sono inavvertiti sia perché sono lenti, quasi impercettibili, sia perché avvengono "durante il gioco": non esistono cioè momenti, in cui l'uso del termine, per esempio "intelligenza", venga sospeso per un certo tempo da un giudice o arbitro esterno il quale spieghi - a quanti hanno fin lì usato questo termine in un'accezione che sembrava chiara a tutti e da tutti era tacitamente accettata - che esso ha ormai assunto un altro significato, in seguito per esempio alle ricerche sull'intelligenza degli animali, sull'intelligenza artificiale o sull'intelligenza emotiva. Non esiste insomma un arbitro che dica: "signori, voi continuate a parlare di "intelligenza" come ne parlavate trent'anni fa, ma bisogna che riconosciate esplicitamente che oggi il termine ha un altro significato: è per questo che non vi capite più". In assenza di questo momento di sospensione, accade che lo slittamento semantico sia percepito da alcuni, più sensibili e informati, e non da altri, meno attenti o più conservatori: nascono così incomprensioni e ambiguità, che durano fino a quando la situazione diventa insostenibile e non si può fare a meno di ridiscutere il termine, cambiandone le regole d'uso.

Cospicue sono poi le conseguenze dell'informatica su alcune discipline particolari. In *matematica* l'introduzione dei calcolatori ha messo in crisi la nozione classica di dimostrazione e ha consentito lo sviluppo di intere branche (la teoria degli automi, i linguaggi formali, la teoria della computazione), che si distinguono da quelle tradizionali per l'importanza attribuita alle risorse (tempo, denaro, potenza di calcolo), ai procedimenti per raggiungere i risultati e alla loro precisione. In *fisica* è stato proprio

grazie al calcolatore che si sono scoperti (o forse riscoperti) gli effetti di complessità che hanno portato ad una profonda revisione concettuale dei sistemi dinamici e alla formulazione teorica del cosiddetto caos deterministico. Il calcolatore ha consentito uno sviluppo straordinario della *simulazione*, influenzando notevolmente la nostra percezione del tempo. L'informatica ha consentito e imposto, un nuovo tipo di analisi grammaticale e strutturale delle lingue, preludio e conseguenza del tentativo (ispirato ad un tipico *mito informazionale*) di costruire il traduttore universale. Con l'avvento dell'intelligenza artificiale ci siamo avventurati verso nuove concezioni sull'apprendimento, sull'epistemologia e sul rapporto mente-corpo. L'intelligenza artificiale ha avviato un'importante ricerca di epistemologia sperimentale improntata al riduzionismo mentalistico (di cui, puntualmente, ha poi scoperto le limitazioni). Inoltre, la realtà virtuale ci promette fantastiche passeggiate in un *cyberspazio* di cui non si conoscono ancora né i confini né il paesaggio.

Infine, si è scoperto che accanto al mondo della materia, studiato da secoli, esiste un universo dell'informazione, della struttura, del significato, dell'ordine. A partire dal secondo dopoguerra è cominciata un'indagine sistematica di questo universo ed è stata formulata una sorta di *teoria generale dell'informazione*, che ha dato risultati molto interessanti. Si è scoperto che nel mondo dell'informazione vigono leggi diverse da quelle cui ci ha abituato la fisica classica e talora sorprendenti. Per esempio non vale un principio di conservazione dell'informazione (la quale si moltiplica e non si divide per il numero degli utenti). L'informazione è costituita da *differenze* rilevabili, interpretabili e sfruttabili per conseguire scopi pratici. Ogni messaggio (o assenza di messaggio) può rinviare ad altri possibili messaggi diversi: possiamo essere consapevoli di *non* ricevere una lettera.

Il significato di un messaggio non sta nel messaggio, ma nell'interazione tra messaggio e destinatario, perché quest'ultimo interpreta l'informazione in base ai suoi interessi, alla sua storia personale, alle sue capacità, al suo rapporto con la sorgente del



messaggio. La stessa energia sonora modulata (la stessa frase) può scatenare reazioni diversissime in ascoltatori diversi. L'assenza di messaggi costituisce un messaggio. Nell'universo dell'informazione ogni cosa può rappresentare qualsiasi altra cosa; nascono così i codici: le lingue naturali, i linguaggi formali, le simbologie settoriali e specialistiche. È davvero un mondo "creato" dall'uomo (e più in generale dagli organismi viventi), il cui studio ha portato alla nascita di discipline nuove, dalla semiologia alla cibernetica, dalla teoria dei sistemi all'intelligenza artificiale alla teoria dei controlli, che si situano all'incrocio di settori un tempo lontani e separati.

### 8. L'ARBITRARIETÀ DEI CODICI E IL CORPO

La "scoperta" dell'informazione ha avuto conseguenze culturali e scientifiche importantissime: da quando si parla di informazione, sembra che tutto sia diventato informazione e che la materia e l'energia siano scomparse nel nulla. Questo *riduzionismo informazionale* da una parte sta alla base del tentativo di ridurre l'essere umano a puro codice (sequenziamento del genoma e prospettive del *postumano disincarnato*) e dall'altra ha sostanziato il tentativo dell'intelligenza artificiale funzionalista di svincolarsi dal corpo. Ma l'informazione ha sempre bisogno di un supporto materiale con il quale ha rapporti che non si possono liquidare considerandoli occasionali e inessenziali. Così la scoperta della *natura arbitraria dei codici*, che tanta parte ha avuto nelle rivoluzioni culturali, artistiche (si pensi al cubismo e alla dodecafonìa) e tecnoscientifiche del Novecento deve fare i conti con l'intimo legame tra un codice e la sua incorporazione fenomenica in un supporto (Immagine 6 - "la pesantezza della materia").

È proprio la natura del supporto a limitare l'arbitrarietà del codice: nel caso dell'ontogenesi umana, per esempio, l'interazione costruttiva del fenotipo con l'ambiente in cui è immerso introduce nello sviluppo dell'organismo una serie di vincoli che non possono essere trasgrediti e, per converso,

una serie di variazioni imprevedibili a priori. È anche questo il motivo del fallimento dell'ambizione dell'intelligenza artificiale funzionalista forte, che vorrebbe replicare l'intelligenza umana su un supporto diverso dal supporto sistemico tradizionale "cervello-nel corpo-nell'ambiente", tanto che la tendenza attuale (rappresentata dalla *robotica*) è quella di aggiungere al cervello artificiale disincarnato un supporto (corpo) artificiale grazie al quale simulare l'interazione storico-evolutiva con l'ambiente.

Torniamo ora all'evoluzione biotecnologica, la quale, come si è detto, rispetto alla lentezza dell'evoluzione biologica, retta dai farraginosi meccanismi darwiniani di mutazione e selezione, è segnata da mutamenti sempre più rapidi e affannosi, come se mancassero retroazioni negative equilibratrici a frenarne la corsa: i lenti processi collaudati della natura, che procede per tentativi ed errori, sono spesso cortocircuitati da meccanismi di attuazione di tipo lamarckiano, grazie ai quali gli adattamenti immediati alle novità tendono a radicarsi subito nella struttura profonda della società. La rapidità di questa evoluzione si accompagna peraltro ad una grande *fragilità*. Tra le due evoluzioni si possono riscontrare continuità e insieme discontinuità, e questi aspetti divengono visibili soprattutto quando si considera il corpo, sempre più mediato e trasformato dalla tecnologia.



**IMMAGINE 6**

Mario Sironi: "Il gasometro"

In particolare sono interessanti gli effetti prodotti dalla *telematica* e dalla realtà *virtuale*, le quali in sostanza operano una diffusione comunicativa e, rispettivamente, percettiva e operativa del corpo. Per esempio con gli strumenti della realtà virtuale, il corpo si estende nello spazio in modi inediti fino ad occupare tutto il globo. La distanza viene annullata e la *sensibilità* viene dislocata, ma in modo paradossale, negandone l'attributo primo, quello della prossimità o della presenza, dunque attraverso l'artificio e la *simulazione*. Con la realtà virtuale, il potenziamento del corpo avviene, in ultima analisi, attraverso il suo opposto, cioè la negazione: si può fare un viaggio lunghissimo senza muoversi dalla poltrona, dunque senza attuare la dislocazione spaziotemporale di cui il corpo ha (aveva) bisogno per percepire, dunque per esistere.

La tele-azione comporta una tele-esistenza e la perdita del mondo *spaziotemporale* della realtà a vantaggio di un mondo *tele-spaziotemporale* manipolabile a volontà. La realtà virtuale ci dona tecniche di sostituzione che preludono all'ubiquità, ma attenuano e alienano (o, secondo alcuni, *uccidono*) la percezione immediata. L'onnipresenza e l'inerzia totale vanno di pari passo. Allo stesso tempo la realtà virtuale ci consente di assumere apparenze stravaganti o chimeriche, presentando agli altri una personalità e un aspetto arbitrari.

Se è vero che oggi il corpo viene rivalutato e non è più soggetto agli anatemi di tutta una tradizione filosofica e religiosa che privilegiava l'anima o la mente, è anche vero che vi è una tendenza a separare il corpo dalle sue funzioni essenziali e questa separazione, che si concreta in un'attenuazione o negazione del corpo ad opera della tecnologia, comporta ancora una volta *sofferenza*. Ecco perché i bambini, ancor più che gli adulti, dovrebbero godere dell'immersione totale, di corporeamente, nell'esperienza vivificante e salubre di essere al mondo e nel mondo. Uno sviluppo ipertrofico della mente, come quello indotto e agevolato dalle macchine dell'informazione a scapito dell'esperienza diretta e dell'interazione fisica con gli altri esseri viventi comporta un appiattimento o addirittura un'atrofia di alcune importanti capacità

umane. La nostra mente vive e si sviluppa nell'interazione con le menti altrui e questa interazione è tanto più efficace e nutriente quanto più passa per la ricchezza e la complessità espressiva del corpo.

La rinuncia al corpo, o la sua repressione, indurrebbe una grave privazione delle capacità comunicative nel senso più ampio, che negli uomini sono così raffinate e sono fonte di tanta soddisfazione. Gli umani hanno una predisposizione originaria alla comunicazione, all'interpretazione dei segni, al gioco linguistico, alla menzogna, al teatro, alla recitazione e così via: siamo frammenti di qualcosa di più ampio, siamo in una simbiosi che non è solo di tipo comunicativo e cognitivo ma anche di tipo fisiopsicologico molto profondo. La comunicazione non è in primo luogo un'esperienza concettuale, bensì un'attività globale della persona intesa come unità di mente e corpo: senza sosta parliamo, raccontiamo le storie, argomentiamo, recitiamo, e questo comunicare diffuso e continuo è basato sulla nostra natura corpo-mentale originaria, costituita dal nostro essere in comunicazione già prima di comunicare esplicitamente.

La tecnologia dell'informazione introduce in questa variegata complessità drastiche mediazioni e semplificazioni che portano ad una sorta di omologazione verso il basso. Ciò agevola la comunicazione tra uomo e macchina e quindi è utile per sfruttare gli strumenti, e inoltre aumenta il raggio comunicativo, consentendoci di entrare in contatto, sia pur mediato, con persone lontanissime. Allo stesso tempo, tuttavia, impoverisce la comunicazione umana: il lessico si riduce, le strutture grammaticali e sintattiche si uniformano a pochi modelli. E il corpo si eclissa: impoverendosi il veicolo, anche l'espressione e la comunicazione rischiano di irrigidirsi in formule stereotipate.

## 9. LA SCIENZA SUPERATA DALLA TECNOLOGIA

Nella seconda metà del Novecento ha avuto luogo un altro fenomeno di enorme portata pratica e concettuale, che descriverei come il sorpasso della scienza da parte della tecnologia. Per i Greci conoscere qualcosa

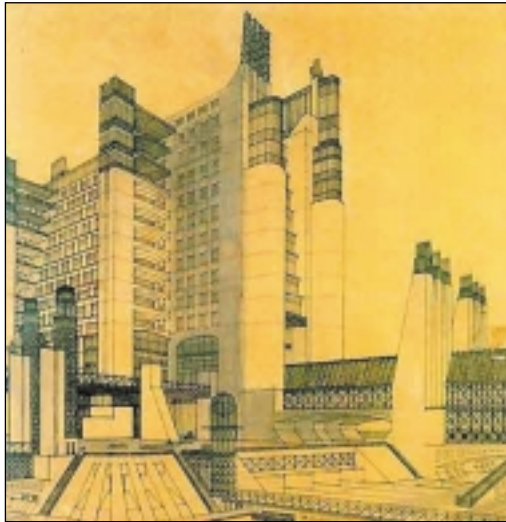
equivaleva a possederne una teoria esplicita ed espressa in termini precisi (oggi diremmo mediante una formula o un algoritmo). L'Occidente ha ereditato questa propensione alla razionalità esplicita e alla precisione teorica e ha sempre reputato l'intelligenza speculativa che costruisce i teoremi della matematica o gli edifici della filosofia teoretica, superiore all'intelligenza pratica, che ci consente di attraversare incolumi una strada o di guidare un'automobile nel traffico cittadino. Inoltre il culmine della scienza occidentale viene raggiunto con il formalismo matematico.

Oggi tuttavia il quadro sta cambiando. La tecnologia, in particolare quella legata all'elaborazione e alla trasmissione dell'informazione, si sviluppa in modo così rapido e tumultuoso che la teoria non riesce più a starle dietro. La velocità e la complessità della tecnologia impediscono spesso alla scienza di tracciarne un quadro esplicativo coerente e completo e di fornire risposte certe ai problemi applicativi: che cosa accadrà se userò il tale farmaco, se devierò il corso di questo fiume, se modificherò il corredo genetico di quella specie? Per entrare sul mercato e nelle nostre case la tecnologia non aspetta più la scienza e le sue patenti di legittimità.

In certa misura è sempre stato così: molte tecniche elementari non hanno mai avuto bisogno di una giustificazione teorica, ma con l'aumentare della complessità, diciamo dalla metà dell'Ottocento in poi, sempre più spesso le applicazioni erano frutto di rigorosi studi scientifici, ed era anzi sembrato necessario ricorrere in ogni caso ad una precisa base teorica.

Non intendo certo sbrogliare l'intricatissimo rapporto tra scienza e tecnologia, ma solo rilevare che oggi, soprattutto grazie all'impiego delle tecnologie informatiche e della simulazione, la nostra capacità di agire ha superato di molto la nostra capacità di prevedere. È interessante anche osservare che, in genere, gli utenti degli strumenti tecnici non si curano affatto di comprenderne il funzionamento. La tecnologia è importante per ciò che ci consente di *fare*, non di *capire*.

Il fatto che oggi molti ritrovati tecnici non abbiano una spiegazione teorica, di tipo



**IMMAGINE 7**

Antonio Sant'Elia  
"Caseggiato"

scientifico, comporta una trasformazione dello statuto epistemologico della tecnologia, che si accompagna ad un'altra profonda trasformazione: la tecnologia tende a produrre non più "macchine" isolate e ben individuabili, come in passato, bensì "complessi" artificiali privi di confini definiti, spesso dotati di una struttura articolata (di tipo quasi organico) ma non sistematica, che s'intersecano in modo frastagliato e quasi caotico con altri prodotti artificiali o naturali. Per esempio i prodotti della biotecnologia s'infiltrano in modo difficile da districare nei prodotti dell'evoluzione naturale. Il caso delle biotecnologie è interessante anche perché manifesta il carattere *incompiuto* che oggi ha assunto in molti casi la progettazione: si costruisce un "embrione tecnologico" e poi lo si lascia sviluppare in un ambiente favorevole, con il quale può interagire in modi imprevedibili e svilupparsi in direzioni talora sorprendenti.

Alla luce di queste considerazioni appare molto appropriato l'uso del termine *bricolage* che alcuni autori hanno proposto per indicare sia i processi sia i prodotti della nuova tecnologia. Così si può dire ad esempio che Internet, il software, molte parti delle biotecnologie e altri settori tecnici molto importanti sono oggetto di *bricolage* più che di programmazione organica e razionale (Immagine 7 - "la progettazione razionale").

Il *bricoleur* recupera materiali, dispositivi, strutture e metodi di seconda mano (cioè

già usati per altri scopi) e li (im)piega alle nuove necessità, quando non può o non vuole usare nulla di più adatto. Il *bricolage* non è solo una forma di progettazione e costruzione alternativa rispetto ai classici principi dell'ingegneria e dell'architettura: per il legame inscindibile tra conoscenza e azione, esso è anche un modo diverso di vedere il mondo: possiede cioè un forte contenuto *epistemologico*. Infatti, costringendoci a ripensare il modello canonico della progettazione, il *bricolage* ci fa scoprire (micro)processi cognitivi tipici della progettazione che vengono di solito occultati dal modello ingegneristico tradizionale.

Mentre la progettazione ingegneristica classica persegue un ordine intrinseco ad un piano intenzionale esplicito e prestabilito, frutto della finalità cosciente, nel *bricolage* l'ordine emerge a posteriori e segue dall'interpretazione di una serie di azioni contingenti e di interventi d'improvvisazione. Intenzioni, piani, azioni e risultati sono legati, ma in modo debole, come debole è il legame tra i metodi e i materiali usati e il risultato. Il progetto è locale, contingente, pronto a riadattarsi alle circostanze nuove che scaturiscono dall'impiego di un materiale, e il materiale è impiegato perché è a portata di mano e quindi è utile ed economico, benché non sia il migliore possibile in assoluto. La centralità cede il passo alla località, l'unità progettuale alla molteplicità coordinata e variabile, la fissità al dinamismo, la rigidità alla flessibilità. Per queste sue caratteristiche, il *bricolage* può essere l'unica strategia d'azione in condizioni di incertezza, quando non si voglia correre un rischio eccessivo o mettere a repentaglio risorse limitate e preziose. Il *bricolage*, privilegiando la località a scapito della centralità del processo progettuale, ne accentua la flessibilità e la disseminazione: ciò corrisponde a una vera e propria *creatività diffusa*, che trova nella Rete il suo modello topologico più adeguato.

Come ho detto, a cominciare dalla metà del Novecento la tecnologia ha assunto una velocità tale da non permettere a volte alla scienza di giustificare e spiegare teoricamente, neppure a posteriori, il funzionamento dei ritrovati tecnologici.

La scienza si è così ridotta a difendere posizioni via via più difficili, tanto più che le radici dell'accelerazione tecnologica non sono da ricercarsi all'interno dello sviluppo scientifico, bensì nell'ambito della tecnologia stessa. Infatti è stata l'informatica che, con il calcolatore, ha fornito all'innovazione uno strumento, o meglio un metastrumento, flessibile e *leggero* che ha impresso un'accelerazione fortissima alle pratiche della progettazione. Anzi, ha indotto una profonda trasformazione di queste pratiche, poiché ha aperto la strada alla *simulazione*, una sorta di progettazione-costruzione virtuale che si pone a metà strada fra la teoria e l'esperimento. La simulazione è facile, rapida, economica, divertente: ce n'è d'avanzo per far dimenticare l'ardua complessità delle argomentazioni e delle esperienze tradizionali.

Il grande sogno dell'Occidente, che da Platone in poi, passando per Cartesio e Leibniz, giunge fino ad Einstein, di spiegare o di ricostruire il mondo per via linguistica, razionale e formale, non si è avverato. Anzi, quando sembrava prossimo all'attuazione, ha cominciato ad allontanarsi sempre più. Questo indebolimento della scienza fisico-matematica ha anche ragioni interne: gli strumenti informatici ci hanno permesso di (o costretto a) scoprire le dosi massicce d'incertezza, di complessità e di disordine che si celano nelle pieghe di una realtà che fino alla metà del Novecento (e nell'immaginario collettivo anche molto dopo) si riteneva invece caratterizzata da un'estrema semplicità soggiacente, che prima o poi sarebbe stata disvelata e riassunta in un'unica formula.

La crisi della scienza occidentale dimostra forse che essa non è, alla fin fine, una conquista irreversibile, ma un evento storico come tanti altri: è caduto l'Impero romano, cadrà, tristemente, anche la scienza che noi conosciamo, come aveva intuito Ortega y Gasset, la scienza occidentale è un fenomeno singolare, una sorta di fluttuazione statistica limitata nel tempo e nello spazio, che non si ripeterà perché è scaturita dalla concomitanza di una miriade di condizioni rare. Invece la tecnologia fa parte dell'essenza dell'uomo, è legata a bisogni primari e

profondi, alla stessa sopravvivenza, è radicata nell'evoluzione che ha portato alla nascita dell'*homo sapiens* e che oggi sta portando all'*homo technologicus*. Ecco perché la tecnologia accompagna da sempre l'uomo e non è un episodio passeggero.

## 10. UN'EPISTEMOLOGIA TECNOLOGICA?

Dall'eventuale declino della scienza nella sua forma attuale non segue naturalmente che debba scomparire l'attività mentale e conoscitiva: essa potrebbe assumere forme inedite e sorprendenti, legate soprattutto allo sviluppo tecnologico. Le conseguenze di questo mutamento di gusto e d'interesse, infatti, comportano, e seguono da, una profonda svolta epistemologica di cui è responsabile in primo luogo proprio la tecnologia. Non è affatto vero che la tecnologia sia "solo" produttrice di strumenti e che gli strumenti non abbiano alcun effetto sui modi e le forme della conoscenza. Anzi il problema epistemologico sembra oggi oscurato dalla velocità dell'innovazione tecnologica e dalle ansie e dagli entusiasmi che essa suscita, ma non si dimentichi che azione e conoscenza sono profondamente intrecciate tra loro: gli strumenti sono sempre catalizzatori e filtri di conoscenza, quindi la tecnologia è matrice di cultura.

Del resto anche il nostro primo strumento, che è il *corpo* nella sua interezza, è portatore di una conoscenza più ampia di quella consapevole che la scienza ha finora estrinsecato: il fatto che siano stati foggiate strumenti matematici capaci di formalizzare, sia pure senza il confortevole sostegno dell'intuizione, anche certe situazioni limite o "patologiche" rispetto alla normalità quotidiana (i paradossi della meccanica quantistica e i fenomeni caotici, che sempre più si rivelano onnipresenti in natura) può essere un segnale che la nostra *struttura biologica* supera, in capacità descrittiva inconsapevole, l'abilità di descrizione e interpretazione che finora siamo riusciti ad esplicitare in forma afferrabile e razionale. Quindi che cosa c'impedisce di pensare che anche gli strumenti che stiamo costruendo, quando superino un certo livello di complessità e di

interazione comunicativa con gli esseri umani, siano in grado di (farci) compiere un balzo cognitivo? Di (farci) scoprire cioè qualcosa di radicalmente nuovo e originale nella natura o nel mondo artificiale che ci stiamo costruendo intorno e di attuare una svolta conoscitiva radicale?

Insomma, il vuoto epistemologico che la scienza minaccia di lasciarsi dietro è via via colmato dalla tecnologia, anche se con materiali molto diversi e in modi inattesi. Per esempio la tecnologia produce sistemi di cui, come ho detto, ci serviamo senza capirne bene il funzionamento, e spesso non c'interessa affatto comprenderlo. Mentre la scienza ha sempre cercato di fare affiorare la complessità soggiacente per ridurla e darne una descrizione semplice attraverso le teorie, la tecnologia tende a nascondere la complessità dei manufatti sotto una superficie o "interfaccia" di grande semplicità ed efficacia operativa: è vero che la semplificazione offerta dalla tecnologia riguarda il mondo artificiale, ma il mondo artificiale si presenta ormai, all'*homo technologicus* che stiamo diventando, come il mondo *tout court*. Così l'indifferenza teorica della tecnologia si unisce alla sua potenza semplificativa e omologante nei confronti della realtà. Siamo indotti ad usare i suoi strumenti con la stessa inconsapevole disinvoltura con cui usiamo gli organi del nostro corpo, ma mentre per il funzionamento intimo di questi ultimi proviamo un grande interesse, per quello dei dispositivi tecnici nessuno. Va bene tutto, purché funzioni.

Insomma, è come se la conoscenza, lasciandosi alle spalle una lunga storia di astrazione progressiva e di formalizzazione, stesse cominciando ad *incorporarsi* nel nuovo *simbionte* uomo-macchina, cioè nell'*homo technologicus*, e nella "creatura planetaria" di cui Internet è il primo nucleo. In questo senso, la tecnologia, specie quella informatica, segna, dopo un lungo viaggio, un ritorno all'unità e alla completezza multimediale della conoscenza, quale forse c'era agli inizi della nostra storia: ma è un ritorno filtrato e mediato da un codice astratto, quello binario, e gli effetti di questo filtro sono tutti da scoprire.

## Bibliografia

- [1] Bateson Gregory: *Verso un'ecologia della mente*. Adelphi, Milano, 1976, II edizione accresciuta, Adelphi, Milano, 2000.
- [2] Caronia Antonio: *Il corpo virtuale*. Muzzio, Padova, 1996
- [3] Collins Harry, Trevor Pinch: *Il golem tecnologico*. Edizioni di Comunità, Torino, 2000.
- [4] Horgan John: Morte della dimostrazione. *Le Scienze*, n. 304, dicembre 1993.
- [5] Lanzara Giovan Francesco: *La logica del bricolage*. Presentato al Convegno "Ingegneria e scienze umane", Bologna, 29 settembre 2000.
- [6] Longo Giuseppe O.: *Il nuovo Golem. Come il computer cambia la nostra cultura*. Laterza, Roma-Bari, 1998.
- [7] Longo Giuseppe O.: *Homo technologicus*. Meltemi, Roma, 2001.
- [8] Longo Giuseppe O.: *Il simbiote: prove di umanità futura*. Meltemi, Roma, 2003.
- [9] Ortega y Gasset José: *La rebelión de las masas*. Espasa, Madrid, 1999.

GIUSEPPE O. LONGO è ordinario di Teoria dell'informazione nella Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Trieste. Si occupa di codifica di sorgente e di codici algebrici. Ha diretto il settore "Linguaggi" del Laboratorio della "International School for Advanced Studies" (Sissa) di Trieste e il Dipartimento di Informazione del "Centre Internationale des Sciences Mécaniques" (Cism) di Udine. Socio di vari Istituti e Accademie, s'interessa di epistemologia, di intelligenza artificiale e del rapporto uomo-tecnologia. È traduttore, collabora con il Corriere della Sera, con Avvenire e con numerose riviste. È autore di romanzi, racconti e opere teatrali tradotti in molte lingue.  
longo@units.it