

IISF

ISTITUTO ITALIANO PER GLI STUDI FILOSOFICI  
CIRCOLO "GEORGES SADOUL"

KOSMOS. ARTE E SCIENZA ALLO SPECCHIO

KOSMOS  
ARTE E SCIENZA ALLO SPECCHIO

*a cura di*  
PIETRO GRECO



NAPOLI MMXIX  
NELLA SEDE DELL'ISTITUTO

## La coppa di Nestore

Questa collana, che nel titolo richiama la suggestione di un passato insieme mitico e storico comune alle varie sponde del golfo di Napoli, è segno del rinnovato fervore di cultura in quelle terre di cui l'hegeliano Theodor Sträter ripeteva con Herder: «Queste splendide sponde sono da tempo immemorabile sede di un pensiero libero». Nuova manifestazione del fecondo, pluriennale sodalizio fra il Circolo Georges Sadoul di Ischia e l'Istituto Italiano per gli Studi Filosofici di Napoli, la collana presenta frutti delle attività di seminari e convegni dell'Istituto di Napoli ovvero di iniziative e progetti in comune col Circolo ischitano.

Nella collana:

1. Paolo Alatri, *La crisi dello stato liberale da Giolitti a Mussolini.*
2. AA.VV, *Giuseppe Baretti letterato e viaggiatore*
3. Aridreas Kamp, *La teoria politica di Aristotele. Presupposti e temi principali.*
4. Gaetano Amalfi, *Cento canti del popolo di Serrara d'Ischia.*
5. AA.VV, *Romanticismo europeo e traduzione.*
6. Conrad Haller (Un Ultramontain) *L'isola d'Ischia.*
7. Edoardo Malagoli, *La tradizione culturale ed artistica dell'isola d'Ischia.*
8. Pietro Greco, *Kosmos, arte e scienza allo specchio.*

di prossima pubblicazione:

9. Luigi Stendardo, *La traccia e la memoria.*



## LA COPPA DI NESTORE

8



ISTITUTO ITALIANO PER GLI STUDI FILOSOFICI  
CIRCOLO "GEORGES SADOUL"

## La coppa di Nestore

Si tratta del reperto archeologico piú importante dell'isola d'Ischia (725 a.C.), emerso dagli scavi della necropoli di Lacco Ameno: è una coppa potoria che reca un'iscrizione in versi in cui l'ignoto ma colto incisore celebra le virtù del proprio vaso e lo confronta con la coppa dell'eroe omerico Nestore. La suggestione che promana da quella iscrizione giustifica l'assunzione di tale manufatto a sigla di una collana di libri editi ad Ischia.

KOSMOS  
ARTE E SCIENZA ALLO SPECCHIO

*a cura di*  
PIETRO GRECO



NAPOLI MMXIX  
NELLA SEDE DELL'ISTITUTO

© 2009 Istituto Italiano per gli Studi Filosofici  
Palazzo Serra di Cassano  
Via Monte di Dio 14, Napoli  
[www.iisf.it](http://www.iisf.it)

ISBN 978-88-89946-51-0

## NOTA INTRODUTTIVA

La scienza è una delle forme di cultura piú dinamiche del nostro tempo.

Meno di cinque secoli dopo Copernico e Galileo, vediamo che nessun'altra forma di cultura ha modificato piú in profondità la percezione che l'uomo ha dell'universo che lo circonda.

Un secolo e mezzo dopo Charles Darwin, constatiamo che nessun'altra forma di cultura ha modificato piú in profondità la percezione che l'uomo ha di se stesso.

Eppure molti stentano a riconoscere nella scienza una manifestazione della cultura umana. Molti tendono a relegarla tra i saperi tecnici, riconoscendola al piú come "cultura del fare".

Questa sottovalutazione del portato culturale della scienza ha prodotto una separazione tra scienza e cultura umanistica. Ha prodotto quelle che Snow chiamava le "due culture".

In realtà questa separazione è del tutto artificiosa. La scienza, la filosofia, l'arte sono manifestazioni diverse di un'unica cultura. Anzi, di un unico ordito culturale: la cultura dell'uomo.

Il ciclo di conferenze *Kosmos: arte e scienza allo specchio*, che propone a Ischia il Circolo "G. Sadoul", vuole essere

un piccolo tentativo nella direzione di ricomporre l'unità del sapere, mettendo a confronto le due culture che nell'immaginario di molte persone sembrano agli antipodi: la scienza e l'arte.

Il ciclo non può e non vuole essere un discorso organico sul rapporto tra arte e scienza. Vuole però aprire alcune finestre significative su questo rapporto. Speriamo di esserci riusciti.

Una prima finestra, proposta da chi scrive, non vuole essere altro che una panoramica a volo di uccello tra le molteplici e mutevoli facce del rapporto tra arte e scienza. Giuseppe O. Longo approfondisce il rapporto tra scienza e letteratura. Gaspare Polizzi si sofferma sulla vocazione profonda delle letterature italiana, la filosofia naturale, e su quella straordinaria cuspide che questa vocazione ha raggiunto con Giacomo Leopardi. Gianni Zanarini ci propone il rapporto tra la scienza, la tecnica e il cinema. Telmo Pievani, infine, non ci propone il rapporto arte e scienza, ma ci propone un contesto, quello evolutivo, in cui questo rapporto può essere meglio compreso.

Pietro Greco

PIETRO GRECO

## KOSMOS: ARTE E SCIENZA ALLO SPECCHIO

Fece molto rumore, tra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 del secolo scorso, il libro con cui l'inglese Charles Percy Snow denunciava l'avvenuta separazione tra le "due culture", quella scientifica e quella umanistica. Snow sosteneva con forza l'idea che bisognasse recuperarla quella scissione. E, tuttavia, dava per scontato che la rottura si fosse ormai consumata.

Molti intellettuali, in Italia e fuori dall'Italia, furono colpiti dalla provocazione di Sir Charles Percy Snow. E reagirono. Primo Levi, per esempio, scrisse che se davvero esiste una "schisi" tra scienza e arte, si tratta di una "schisi innaturale": perché questa separazione non la conoscevano né Dante, né Galileo e neppure «Empedocle, Leonardo, Cartesio, Goethe, Einstein, né gli anonimi costruttori delle cattedrali gotiche, né Michelangelo; né la conoscono i buoni artigiani d'oggi, né i fisici esitanti sull'orlo dell'inconoscibile».

Ancora oggi, forse oggi più che mai, siamo costretti a misurarci con la provocazione di Snow. Perché ancora oggi la rottura tra le "due culture" non è sanata. Tuttavia anche oggi, anzi oggi più che mai, posti di fronte alla divaricazione è utile e necessario assumere l'approccio di Primo Levi. Se c'è una "schisi" tra cultura umanistica e cultura scientifica, se c'è una separazione tra arte e scienza, questa è una

“schisi innaturale”. Perché le “due culture” sono in realtà una sola.

L'approccio di Levi al problema sollevato da Snow – la separazione tra le due culture può esistere, ma è innaturale – è davvero importante. Perché ci dice, riguardo ai temi che vogliamo affrontare in questo convegno, che l'arte e la scienza sono manifestazioni diverse, ma profondamente interpenetrate, di un'unica cultura, la cultura umana. Arte e scienza si intrecciano e quindi si influenzano reciprocamente: molto più di quanto, in prima battuta, siamo portati a credere. E i luoghi significativi del loro intreccio e della loro reciproca influenza sono innumerevoli, impossibili anche solo da riassumere in un breve discorso.

Come persona che si occupa di comunicazione della scienza e della costruzione degli immaginari scientifici, sono interessato ad almeno tre dimensioni del rapporto fitto, articolato e complesso tra arte e scienza:

1. L'arte e la scienza come prodotti dell'evoluzione biologica.
2. L'arte e la scienza come fonte reciproca di ispirazione.
3. L'arte come canale significativo della comunicazione della scienza.

## 1. ARTE E SCIENZA, PRODOTTI DELL'EVOLUZIONE BIOLOGICA

### 1. a. *Un'origine comune*

La ricerca ormai piuttosto solida sull'origine dell'arte e della scienza in una prospettiva evuzionistica ci consente di rintracciare, con buona probabilità, una loro origine comune nel corso della storia, evolutiva, della specie umana. L'arte e la scienza sono espressione, infatti, delle nuove ca-

pacità acquisite dalla specie *Homo sapiens* di formulare un pensiero astratto e di utilizzare queste capacità per elaborare una rappresentazione complessa del mondo.

Cosa sono i graffiti dipinti ad Altamira circa 40.000 anni fa se non una delle prime manifestazioni delle capacità artistiche di *Homo sapiens* e, nel medesimo tempo, una delle prime (e convincenti) manifestazioni delle sue capacità di elaborare un pensiero astratto? L'uomo di Cro Magnon ha raggiunto livelli di raffinatezza sconosciuti agli altri ominidi e agli altri animali nella capacità evolutiva (e quindi adattativa) di elaborare modelli astratti del mondo in cui vive. E l'arte rupestre ne è la plastica dimostrazione.

### *1. b. L'origine evolutiva del senso estetico*

Tutto questo ci rimanda a un'altra dimensione della nostra ricerca: l'origine evolutiva del senso estetico. Tema che va oltre l'uomo e la sua storia evolutiva. È possibile infatti dimostrare che anche altre specie, più o meno vicine filogeneticamente all'uomo, posseggono un senso estetico e lo esprimono. L'osservazione di un simpatico scimpanzé, chiamato Congo, sembra aver dimostrato, per esempio, che i nostri cugini possono acquisire una certa dimestichezza con la pittura astratta. Quando a Congo sono stati offerti dei pennelli e dei colori, lui li ha utilizzati per comporre delle figure astratte che secondo alcuni critici hanno una qualche valenza artistica. Inoltre Congo sembra avere il senso della compiutezza dell'opera. Quando ha finito di dipingere depona i pennelli e non si cura più dell'opera prodotta. Quando ritiene di non aver completato il suo lavoro artistico, continua imperterrito e reagisce male se qualcuno cerca di portargli via i pennelli o i colori.

Anche gli uccelli, quando cantano, sembrano esprimere un notevole senso estetico. È nota la storia di Mozart, che il 27 maggio del 1784 ascolta il canto dello storno che ha in casa e ne trascrive la melodia. Sulla base di quella partitura musicale il grande compositore scrive un concerto per piano, il numero 17. Mozart ha colto nel canto dello storno un che di artistico. Qualcosa di significativo dal punto di vista estetico. Così significativo da meritare di essere ripreso e riproposto.

D'altra parte non mostra, forse, un notevole senso estetico l'uccello giardiniere quando costruisce i suoi nidi? Si badi bene, un senso estetico che viene percepito non solo dagli umani, ma anche dalle femmine della sua specie: le quali scelgono come partner i maschi capaci di costruire i nidi più belli (che anche a occhio umano appaiono i più belli). Il senso estetico dell'uccello giardiniere non è la lettura antropica di una sua capacità che ha altri significati biologici. Il senso estetico dell'uccello giardiniere emerge in modo inequivocabile attraverso una vera e propria opera di selezione biologica.

Quello del senso estetico e del suo significato evolutivo, d'altra parte, è un problema presente allo stesso Charles Darwin, il quale si è interrogato a lungo, per esempio, sul ruolo adattativo della coda del pavone. Il pavone maschio ha infatti quella sua coda bellissima che dal punto di vista strettamente biologico (o meglio, adattativo) rappresenta un handicap. Una coda molto lunga e ingombrante, infatti, non aiuta certo nella lotta per la sopravvivenza. Dovrebbe essere un carattere cassato via dalla selezione naturale. Perché allora il pavone ha quella sua magnifica e ingombrante coda? Per rispondere a questa domanda Darwin immaginò l'esistenza di un altro tipo di evoluzione, diversa dalla selezione naturale del più adatto. La chiamò selezione sessuale.

Un processo che si basa proprio sul senso estetico. In questo caso sul senso estetico delle femmine di pavone, che scelgono i loro partner sulla base della bellezza della coda anche se è ingombrante e poco adatta alla lotta per la sopravvivenza.

Tutto questo per dire che il senso estetico è qualcosa che, probabilmente, va ben oltre la specie umana. E appartiene a una parte cospicua del mondo dei viventi. Comprendere la sua origine e la sua funzione nell'evoluzione biologica è importante anche per l'uomo. Anche per il rapporto tra l'arte e la scienza dell'uomo.

Il senso estetico, infatti, ha avuto un ruolo profondo anche nell'evoluzione della scienza. Il concetto di elegante e di armonioso attraversa l'intera storia della scienza. Non diceva, forse, Norbert Wiener, il padre della cibernetica, che la matematica è una forma d'arte? E non rileva, forse, lo storico della fisica Gerald Holton come la *seduzione ionica* ha guidato molti fisici nella loro ricerca, convinti – proprio come i filosofi dell'antica Ionia – che con «la potenza della ragione» è possibile cogliere l'intima unità del *cosmo*: del tutto *armoniosamente* ordinato?

### 1. c. *Le basi comuni della creatività*

Un'altra importante dimensione del rapporto tra arte e scienza in un'ottica evolucionistica riguarda la psicologia della ricerca e, in particolare, la creatività. Anche in questo caso, tra scienziati e artisti, vi sono molti caratteri comuni.

Tra le persone che si sono occupate della psicologia della ricerca e dei meccanismi mentali che portano gli scienziati a indagare la natura e a realizzare le loro scoperte, vi è un grande matematico francese, Jacques Hadamard, tra i padri delle cosiddette “teorie del caos”.

Ebbene, Hadamard, all'inizio del Novecento, individuò due modelli attraverso cui si esercita la creatività degli scienziati: uno di carattere intuitivo, l'altro di carattere analitico. Quello intuitivo è sostanzialmente analogo al modello creativo degli artisti. Si nutre di analogie, di metafore, di immagini, di esperimenti mentali. Quello analitico è, all'opposto, fondato sulla rigida applicazione di una logica formale, spesso della logica matematica, che lascia (semberebbe lasciare) poco spazio all'intuizione.

Ma, sostiene Jacques Hadamard, persino nella più rigorosa adesione al modello analitico di creatività scientifica c'è, all'origine, un'intuizione.

Il più grande fisico teorico del Novecento – e forse di ogni tempo –, Albert Einstein, ha riflettuto sulla sua personale psicologia della ricerca. E ha riconosciuto che l'intuizione era la molla scatenante della sua straordinaria creatività. Il primo passaggio nella costruzione delle sue teorie consisteva sempre nell'immaginare la realtà fisica che voleva descrivere. E solo dopo averla intuita Einstein dava il necessario corpo formale a una nuova teoria. Einstein è un classico esempio di come funziona il modello intuitivo della creatività scientifica.

Al contrario, un altro grande fisico teorico del Novecento, Paul Dirac, è giunto a elaborare la teoria quantistica dell'elettrone e a scoprire la realtà fisica dell'antimateria per via puramente analitica, sviluppando dimostrazioni matematiche. Dirac è un classico esempio di come funziona il modello analitico della creatività scientifica. E, tuttavia, occorre ricordare che anche Dirac si è convinto della bontà della sua elaborazione quando ha potuto osservare la semplice ed elegante "bellezza" delle sue equazioni. Dirac, a conclusione del suo lavoro teorico, ha concesso qualcosa, per sua stessa ammissione, al suo senso estetico. E prima, se

ha ragione Hadamard, ha concesso qualcosa, magari senza riconoscerlo, alla sua intuizione.

L'intuizione è, naturalmente, il motore della creatività artistica. Tuttavia, nei meccanismi mentali che sottendono il lavoro degli artisti e degli scienziati possiamo trovare qualcosa di piú che una marcata analogia tra scienza e arte. Possiamo trovare forse il relitto della loro una comune origine: la necessità e l'acquisita capacità da parte di *Homo sapiens* di elaborare pensiero astratto e rappresentazioni sofisticate del mondo.

## 2. ARTE E SCIENZA, FONTI DI RECIPROCA ISPIRAZIONE

### 2. a. *La scienza influenza l'arte.*

Una seconda dimensione del rapporto tra arte e scienza, che interessa chi si occupa di comunicazione e di costruzione degli immaginari individuali e collettivi, è il fatto che le due forme culturali sono fonte di reciproca ispirazione.

È possibile dimostrare in maniera abbastanza facile che i concetti scientifici e la visione scientifica del mondo hanno influenzato l'arte in maniera significativa. Lo storico dell'architettura Leonardo Benevolo, per esempio, ha mostrato in un prezioso libro intitolato *La cattura dell'infinito* come la scienza del Cinquecento e del Seicento, con la scoperta e l'affermazione del nuovo universo copernicano (la Terra che gira intorno al Sole) e galileiano (un universo enorme, praticamente infinito), abbiano profondamente influenzato l'urbanistica e l'architettura dell'epoca barocca e delle epoche successive. I giardini di Versailles, per esempio, sono uno dei frutti della "cattura dell'infinito" a opera degli architetti.

Un'influenza profonda delle scoperte scientifiche e, per dirla con Galileo, delle «scientifiche speculazioni», è possi-

bile coglierla anche in letteratura. Italo Calvino, per esempio, sosteneva che c'è una «vocazione profonda» che segna la letteratura italiana da Dante a Galileo: la filosofia naturale. O meglio: «l'opera letteraria come mappa del mondo e dello scibile».

Un filone del genere è presente in tutta la letteratura europea, ma in Italia è particolarmente forte, tanto da caratterizzare la letteratura italiana. Questa vocazione profonda, peraltro, si protrae ben oltre il Seicento. Interessa anche Leopardi e lo stesso Calvino. La caratterizzazione è così forte che, sostiene Calvino, quando la letteratura italiana smarrisce quella sua vocazione profonda perde tutta la sua forza.

### *2. b. L'arte influenza la scienza*

Ma non è solo la scienza a influenzare l'arte. Anche l'arte influenza la scienza. Abbiamo già accennato al criterio estetico usato da Paul Dirac per stabilire la validità della sua teoria scientifica in assenza in una prova sperimentale. Ma c'è anche un'ispirazione molto più diretta. Stephen J. Gould, lo storico della biologia e teorico dell'evoluzionismo scomparso un paio di anni fa, si è esplicitamente ispirato alla Basilica di San Marco a Venezia e alla struttura interna della sua cupola, nell'elaborare il concetto di "contingenza" e del ruolo che esso svolge nella struttura dell'evoluzione biologica.

Allo stesso modo il cosmologo Andrei Linde sostiene di aver tratto diretta ispirazione da un quadro di Kandinski nell'immaginare il suo "universo caotico".

### *2. c. L'arte, la scienza e lo "spirito dei tempi"*

Molto spesso arte e scienza colgono insieme, quasi all'unisono, lo "spirito dei tempi". E lo rafforzano. La sincronia talvolta è stupefacente. Pressoché perfetta.

Prendiamo in considerazione lo “strano caso” di Einstein e Picasso. Nel 1905 Albert Einstein è un giovane di 26 anni, laureato in fisica e impiegato all’Ufficio brevetti di Berna. Fuori dall’università e dal mondo accademico, dunque. Eppure riesce a elaborare una teoria fisica, la teoria cosiddetta della relatività speciale, con la quale spazza via il concetto di spazio assoluto e di tempo assoluto nella scienza.

Ebbene, pochi mesi dopo, nel 1906, un altro giovane della medesima età, Pablo Picasso, inizia a dipingere a Parigi un quadro (che sarà ultimato nel 1907), *Les Femmes d’Alger*, con cui spazza via il concetto di spazio assoluto dalle arti figurative. La proposta è frutto di un pensiero, probabilmente, maturato in tempi molto stretti. All’inizio del 1906 Picasso dipinge il medesimo soggetto, donne in una casa chiusa, in un quadro, *Harem*, in cui la prospettiva è ancora quella, classica, dello spazio assoluto. Dopo pochi mesi quelle donne vivono nello spazio relativistico di *Les Femmes d’Alger*. Qualcosa, d’improvviso, è intervenuto.

Una critica al concetto di spazio assoluto stava in realtà maturando nel panorama intellettuale europeo. Tuttavia, la coincidenza dei due giovani, Albert e Pablo, che in dimensioni culturali diverse hanno la medesima intuizione, è davvero straordinaria. Anche e soprattutto perché Einstein e Picasso non si conoscono e non conoscono le loro rispettive opere. C’è evidentemente qualcosa che interviene in entrambi: e questo qualcosa è la capacità di cogliere “lo spirito dei tempi” e di portarlo a sintesi. Qualcuno, per esempio lo storico della scienza inglese Arthur Miller, sostiene che questa comune percezione è stata mediata da un matematico, il francese Henri Poincaré, alle cui opere e alle cui idee sia Einstein (direttamente) sia Picasso (indirettamente) hanno avuto accesso.

### 3. L'ARTE COME CANALE SIGNIFICATIVO DELLA COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA

#### 3. a. *L'arte come elemento fondante dell'immaginario scientifico*

C'è, infine, una terza dimensione sulla quale vale la pena soffermarsi: quella dell'arte come canale significativo della comunicazione della scienza. In questa prospettiva, il primo aspetto riguarda il concorso, fondamentale, che la cultura artistica assume nella costruzione dell'immaginario scientifico collettivo e individuale.

Prendiamo il caso dell'arte letteraria. Secondo Katherine Hayles i rapporti tra scienza e letteratura si dipanano lungo tre fili:

a) la retorica, con mutuo scambio di registri comunicativi;

b) i concetti, con il reciproco scambio di temi, metafore e analogie;

c) la cultura profonda, con ciò che Eugenio Montale definiva l'«oscuro pellegrinaggio» di idee feconde e di strumenti epistemologici che passano, incessantemente, dall'una all'altra e che ordiscono la matrice culturale in cui si muove ciascuno di noi.

Lo storico della fisica e del pensiero scientifico Gerald Holton ha chiamato *themata* gli oggetti di questo oscuro pellegrinaggio. E ha sostenuto, probabilmente a ragione, che lo scambio di questi strumenti epistemologici tra scienza e letteratura contribuisce a quel complesso e radicale riorientamento metaforico che nella scienza, come più in generale nella cultura, costituisce un «cambio di paradigma».

Consideriamo il caso del *Sidereus nuncius*, scritto da Galileo Galilei nel 1610, dopo le osservazioni col cannocchiale della superficie scabrosa della Luna, dei satelliti di Giove, delle stelle infinite effettuate nell'inverno tra il 1609 e il 1610. Ebbene, all'inizio del Seicento, quel libro scientifico assume i caratteri di un fenomeno culturale di massa (uno dei primi).

«Evento sensazionale – commenta la storica Elizabeth L. Eisenstein – il *Sidereus Nuncius* non solo catapultò il suo autore nella posizione di celebrità internazionale, ma fece anche per l'astronomia ciò che i primi libelli di Lutero avevano fatto per la teologia: suscitò eccitazione letteraria e generò pubblicità di tipo nuovo». Insomma, contribuì, più di ogni altro libro prima, a rendere l'astronomia (e, di riflesso, la nuova scienza) una dimensione culturale di massa.

E come realizzò tutto questo? Sposando lo spirito dei tempi. Entrando in sintonia con l'imperativo barocco delle novità e della meraviglia a ogni costo: scoprite nuovi mondi o affogate, andava predicando agli uomini di lettere il poeta Chiabrera.

Raffigurando il mondo ultralunare com'era il mondo terrestre, corruttibile e imperfetto; ricomponendo, quindi, l'unità fisica dell'universo; mostrando che esiste almeno un altro pianeta, Giove, intorno a cui ruotano delle lune e che quindi, per analogia, è possibile che il modello copernicano dell'universo non sia un artificio matematico ma una realtà fisica; dimostrando che in cielo ci sono molte più stelle fisse di quelle visibili ad occhio nudo, e che quindi l'universo non è chiuso e finito, come appare nella descrizione aristotelico-tolemaica, ma è appunto un universo enorme e forse infinito, Galileo propone novità «grandi invero».

Ma questa novità sono diffuse e diventano cultura di massa grazie anche all'azione che immediatamente svolgono poeti, letterati, pittori.

Ludovico Cardi da Cigoli, che è amico di Galileo, si lascia ispirare dai disegni del fisico fiorentino quando deve raffigurare la luna (con tanto di macchie, crateri e asperità) sotto l'immagine della Madonna nell'Assunzione della Vergine affrescata sotto la cupola della cappella paolina della chiesa di Santa Maria Maggiore a Roma.

Adam Elsheimer raffigura il nuovo «cielo galileano» quando dipinge la *Fuga in Egitto*, l'opera cui tiene di più, «con il naturalismo – scrive Andrea Battistini – fino allora inedito in pittura, dello sperimentatore avvezzo a scrutare il firmamento attraverso il cannocchiale».

D'altra parte Galileo stesso diventa punto di riferimento di una folta schiera di poeti e, insieme al suo annuncio, entra da protagonista in una serie ancora più fitta di poesie, alcune encomiastiche, come quelle, tra gli altri, di Giambattista Manso, Giovanni Battista Marino, Gabriello Chiabrera, Johannes Faber di Bamberg, Giuseppe Battista e John Milton nel suo *Paradise Lost*.

«Vicisti, Galileae!», scrive di getto lo scozzese Thomas Seggett in una poesia in latino citata nella *Narratio de Jovis Satellitibus* che Keplero scrive in onore di Galileo l'11 settembre del 1610. Da notare che sono passati meno di sette mesi dall'uscita del libro e già il *Nuncius* rimbalza più volte tra il mondo della scienza e quello dell'arte.

Non tutti sono, in realtà, cantori estatici dell'annuncio galileiano. In preda all'angoscia, nel 1611, il poeta inglese John Donne scrive:

La nuova filosofia pone tutto in dubbio [...]  
Si sono persi il Sole e la Terra, né ingegno d'uomo

Può bene indirizzare dove cercarli [...]  
Tutto è in pezzi, ogni coerenza se n'è andata  
Ogni supporto e ogni relazione.

Ma, al di là della natura delle emozioni che suscita, è certo che il *Sidereus Nuncius* colpisce non solo gli esperti, “filosofi e astronomi”, ma l'intera cultura di massa europea. Persino i numerologi si lasciarono ispirare dalla scoperta dei quattro pianeti medicei per tessere nuove reti di corrispondenze numeriche intorno al cosmo e all'essenza dell'uomo.

La diffusione dell'annuncio sidereo “con altri mezzi” viene rilanciata, interpretata, amplificata dai più svariati gruppi di intellettuali in quel Seicento barocco. Ed è questo, a ben vedere, che rende immediatamente cultura le osservazioni galileiane, contribuendo rapidamente a costruire (o meglio, a ricostruire) un “immaginario scientifico” di massa mentre la scienza va ancora formandosi.

L'importanza, per la scienza, di questo processo è ben presente allo stesso Galileo: «Si concede anco al Poeta il seminare alcune scientifiche speculazioni».

E non è, forse, una «scientifica speculazione» quella che Thomas Burnet vuole trasmettere con il frontespizio del suo *Telluris theoria sacra*, nel 1681, in cui c'è, evidente, la presenza della metafora del tempo ciclico e della metafora del tempo lineare? La teoria scientifica dell'evoluzione terrestre, sostiene Burnet, ha bisogno di entrambe le metafore. Ancora una volta l'immagine artistica diventa un potente veicolo per trasmettere «scientifiche speculazioni».

Anche in tempi moderni questo utilizzo delle metafore artistiche è comune. Pensiamo, per esempio, alla fotografia con cui Oliviero Toscani ci propone – a fini pubblicitari – una rappresentazione di un malato di Aids. Quanto ha con-

tribuito questa immagine a rimodellare il nostro immaginario relativo a questa malattia infettiva?

D'altra parte, l'immaginario intorno a un'altra specifica malattia, la follia, è stato continuamente stimolato, nel corso della storia, dalla sua rappresentazione artistica. Nella *Nave dei folli* dipinta da Hieronymus Bosch tra il 1490 e il 1500, cosa viene proposta se non la separazione dei folli dalla società? Separazione che nella società contadina non si verifica mai.

E, in tempi più recenti, non è stata forse la fotografia uno strumento potente di denuncia dell'esclusione dei folli dal resto della società operata dai manicomi? Nelle foto di Luciano d'Alessandro, per esempio, possiamo toccare con mano l'esclusione e l'isolamento del folle. Dopo la legge Basaglia le barriere di comunicazione cadono. E la fotografia ancora una volta ci conferma che non è possibile distinguere, con chiarezza, ciò che è follia e ciò che non lo è.

### *3. b. L'arte nell'arcipelago della comunicazione della scienza.*

Se teniamo conto, appunto, di come l'arte contribuisce continuamente a (ri)costruire il nostro immaginario scientifico, dobbiamo prenderla, dunque, in gran considerazione quando parliamo di comunicazione pubblica della scienza. Una comunicazione che ha assunto un ruolo decisivo, oggi, sia per lo sviluppo della conoscenza scientifica, sia per lo sviluppo democratico della società.

Viviamo, infatti, in un periodo di transizione nel modo di lavorare degli scienziati. Dall'era accademica stiamo passando o siamo già passati nell'era post-accademica della scienza. Il passaggio sta comportando una revisione o una reinterpretazione di alcuni valori fondanti dell'attività scientifica.

Un carattere decisivo della transizione è questo: nell'epoca accademica le decisioni rilevanti per lo sviluppo della scienza venivano prese pressoché esclusivamente all'interno delle comunità scientifiche. In quelle che, non a caso, venivano chiamate torri d'avorio.

Nell'era post-accademica le decisioni rilevanti per lo sviluppo della conoscenza scientifica vengono prese in compartecipazione tra gli scienziati e una serie di pubblici di non esperti.

Siamo quindi passati da un mondo in cui scienza e società erano sostanzialmente separati a un mondo in cui scienza e società sono fortemente interpenetrati. In questo quadro, il problema della comunicazione pubblica della scienza cambia fortemente. Se prima per lo sviluppo della scienza la comunicazione rilevante era solo e unicamente la comunicazione interna, la comunicazione tra scienziati, oggi è diventata rilevante anche la comunicazione della scienza che coinvolge i pubblici di non esperti.

Il problema riguarda da vicino noi tutti. Perché in questo medesimo periodo post-accademico la scienza è diventata sempre più una delle leve fondamentali della dinamica sociale: è la fonte di conoscenza cui attinge in modo sistematico tutta l'innovazione tecnologica. Oggi vediamo che le tematiche scientifiche attraversano trasversalmente la politica e la società. Negli Stati Uniti un collante della nuova maggioranza politica è una precisa visione bioetica e, persino, una precisa visione (anti)scientifica: quella del creazionismo che si oppone alla teoria darwiniana dell'evoluzione biologica.

Noi tutti, in un modo o nell'altro, siamo chiamati ad assumere decisioni rilevanti sui temi scientifici più svariati: dalle cellule staminali e dalla clonazione al clima che cambia e al controllo delle nuove armi di distruzione di massa.

Gli argomenti con una valenza scientifica sono, sempre più spesso, in testa all'agenda politica e sociale. D'altra parte, è difficile interpretare il mondo contemporaneo senza avere la minima capacità d'interpretare l'evoluzione della scienza (e della tecnologia che alla scienza fa capo). Allora la comunicazione intorno a questi argomenti è diventato un problema rilevante non solo per gli scienziati, ma per l'intera società.

In sintesi, una società pienamente democratica oggi è una società che ha grande consapevolezza delle questioni scientifiche in campo e dei processi di comunicazione che le riguardano.

L'arte è uno degli strumenti principali scelti dall'uomo per interpretare la realtà e per comunicare. Per tutte le ragioni che abbiamo detto e altre ancora, nell'era post-academica della scienza l'arte diventa uno dei canali principali attraverso cui si diffondono le «scientifiche speculazioni». È per questo motivo, dunque, che il rapporto tra scienza e arte, da sempre importante per lo sviluppo culturale della società, è diventato un elemento importante per lo sviluppo stesso della democrazia.

#### BIBLIOGRAFIA

- Anati E., *Arte e concettualità dell'Homo sapiens*, in: Andreoni, Giunchi, Peretto Zavatti (a cura di), *Oltre la pietra*, ABACO, Forlì.
- Antonello P. and Gilson S. A., *Science and Literature in Italian Culture. From Dante to Calvino*, University of Oxford.
- Antonello P., *Il Ménage a quattro: scienza, filosofia, tecnica nella letteratura italiana del Novecento*, Le Monnier, Firenze, 2005.
- Battistini A., *Galilei*, Laterza, 1989.
- Benevolo L., *La cattura dell'infinito*, Laterza, 1991.
- Calvino I., *Lezioni americane*, Garzanti, 1993.

- De Micheli M., *Le avanguardie artistiche del Novecento*, Feltrinelli, 2002.
- Holton G., *Thematic Origins of Scientific Thought: Kepler to Einstein*, Harvard University Press, 1973.
- Holton G., *The Scientific Imagination: Case Studies*, Cambridge University Press, 1978.
- Miller A., *Einstein, Picasso: Space, Time and the Beauty That Causes Havoc*, edizioni Basic Books, 2001.
- Snow C.P., *Le due culture*, a cura di A. Lanni, Marsilio, Venezia, 2005.

Pietro Greco, chimico, è giornalista scientifico e direttore del Master in Comunicazione della Scienza della Sissa di Trieste.



GIUSEPPE O. LONGO

## LETTERATURA E SCIENZA: I LEGAMI PROFONDI

### 1. *L'io e il mondo*

Da sempre gli umani narrano e si narrano: ciascuno di noi, dalla nascita alla morte, si racconta un seguito ininterrotto di storie nel tentativo di dare un *sensò* al mondo e alla sua presenza nel mondo. Questo incessante racconto ha un duplice effetto: primo, quello di costruire un'immagine semplificata della realtà rumorosa e multicolore dentro la quale siamo scaraventati. Sono molti e diversi gli espedienti che s'impiegano per introdurre ordine nel caos naturale: l'arte, il mito, la filosofia, il racconto, la scienza, la tecnica. Si tratta, in ultima analisi, di *ricostruire* il mondo, o meglio di sostituire al mondo "dato" un mondo artificiale, piú semplice e a misura d'uomo. Tutti questi strumenti, in fondo, sono forme piú o meno evidenti di *narrazioni*, che usano linguaggi diversi (se per linguaggio intendiamo una compagine strutturata di significanti).

In secondo luogo, con la narrazione contribuiamo a costruirci un'immagine del nostro sé: impresa interminabile, perché il sé è mutevole e ambiguo, molteplice e sfuggente. Interminabile e tuttavia necessaria, l'impresa, perché ciascuno di noi deve offrire a sé e agli altri un'immagine unitaria, quell'immagine che si riassume nel pronome perso-

nale "io", attore dei nostri ricordi e dei nostri progetti. Naturalmente, l'immagine del sé e l'immagine del mondo sono strettamente intrecciate e sono correlate agli scopi che via via perseguiamo.

Tra le due polarità, il mondo e l'io, che pure sono indissolubili, si è via via creata una contrapposizione e l'attenzione dei poeti e dei filosofi si è concentrata ora sul vasto universo ora sull'interiorità dell'essere umano. La prima forma di attenzione ha dato luogo alla scienza e la seconda alla letteratura. Entrambe conservano i segni della loro comune origine narrativa: anche la scienza è fatta di racconti, benché si sia creata un linguaggio suo proprio, dal quale ha cercato di eliminare l'ambiguità, e si sia concentrata su classi di fenomeni e non su eventi singoli.

La letteratura e la scienza tentano entrambe di comprimere la lussureggiante complicatezza del mondo percepito, anche se questa riduzione è più evidente nella scienza (anzi, *nelle scienze*) e soprattutto nella fisica. Ma le origini e gli intenti comuni sono stati dimenticati e tra questi due strumenti di descrizione, interpretazione e conoscenza, si è creato un conflitto. In questo articolo, tuttavia, vorrei mettere l'accento piuttosto sui rapporti e sulle possibili alleanze tra scienza (o tecnoscienza) e letteratura.

## 2. *Conoscenza scientifica e conoscenza letteraria*

I rapporti tra letteratura e scienza hanno ricevuto un'attenzione molto diversa da paese a paese: in ambito anglosassone si è costituito un ambito specialistico di studi, *Literature and science*, mentre in Italia l'interesse è stato ed è ancora piuttosto scarso. Nonostante singoli "casi" (penso a Gadda, Sinisgalli, Primo Levi, Calvino e pochissimi altri), il

clima intellettuale tributario della tradizione crociana, la riforma scolastica gentiliana, di sapore fortemente umanistico, l'idealismo persistente e, anche, il pregiudizio, se non il sospetto, con cui si è sempre guardata la tecnologia hanno condizionato la cultura italiana, alimentandone l'indifferenza nei confronti della scienza, la quale non farebbe cultura: la cultura è appannaggio degli umanisti.

La ristampa del libro di P. C. Snow *Le due culture* sembra aver ridestato un certo interesse per il problema dei rapporti tra letteratura e scienza, ma, a monte, bisogna chiedersi da una parte se esista e quale sia la funzione culturale della scienza e, dall'altra, quale sia il valore conoscitivo della letteratura. Sul secondo punto è interessante il parere di Ernesto Sabato, un fisico argentino di origine italiana che nel 1945, a 34 anni, abbandonò una brillante carriera scientifica per dedicarsi al romanzo. Sabato sostiene con eloquenza che la letteratura non è né un passatempo né un'evasione, ma il modo forse più complesso e profondo di indagare la condizione umana. Trattandosi di un fisico, è interessante riportare una sua osservazione sul linguaggio della logica, un «linguaggio che agli uomini concreti non serve. Primo perché l'esistenza non è logica e non può servirsi di simboli inequivocabili, creati per rispondere ai principi di identità e contraddizione; e poi perché l'uomo concreto non solo non si propone di comunicare verità astratte, ma ha bisogno di esprimere sentimenti ed emozioni, cercando di agire sull'anima degli altri, incitandoli alla simpatia o all'odio, all'azione o alla contemplazione».

Il linguaggio dell'uomo concreto, che è anche il linguaggio del romanzo, è assurdo e contraddittorio, ma anche efficace e potente. È un linguaggio che dice e non dice, che mostra e nasconde, mentre il linguaggio della scienza si sforza di tutto dire e di tutto illuminare, creando un pae-

saggio che vorrebbe essere senza ombre e seguendo una marcia orientata, un progresso dall'ignoranza alla conoscenza che rifiuta a priori qualunque *ignorabimus*. Al contrario, la conoscenza fornita dal romanzo e in genere dalla letteratura non è progressiva: pur essendo gli autori inseriti in una dimensione storica e pur essendo ciascuno figlio del proprio tempo, non si può certo dire che Leopardi abbia superato Dante o che Kafka abbia superato Flaubert.

Questa contrapposizione tra la conoscenza scientifica e la conoscenza fornita dalla letteratura si riflette nella posizione che esse assegnano all'“io”. La tradizione umanistica ha ipostatizzato la soggettività individuale, approdando a un egocentrismo ben rispecchiato nella gran parte della produzione letteraria. La letteratura è il dominio dell'“io”, quello che Gadda chiamava «il piú lurido di tutti i pronomi» e associava a una certa cultura superficiale, provincialotta e piccolo-borghese. Per Gadda, l'io letterario colloca l'uomo al centro del tutto, ignorandone la natura sistemica e trascurando l'inevitabile immersione dell'io nel mondo, «la condizione di simbiosi, cioè di necessaria convivenza di tutti gli esseri».

Se Gadda avesse ragione, cioè se l'io che anima la letteratura fosse davvero isolato dal resto del sistema, sarebbe incapace di comunicare e di essere percepito, dunque non esisterebbe. Ma l'io narrativo costituisce e ricostituisce senza posa un suo mondo, che comunica con il mondo “reale” attraverso l'io concreto e vivo dell'autore, che è, lui sí, collegato a tutto il sistema. È chiaro che questo legame è soggettivo, individuale e non oggettivabile, ma ha un carattere di *universalità* che gli deriva dalla comune natura – biologica, evolutiva, sistemica, razionale, emotiva – di tutti gli “io” individuali (almeno di una certa comunità e cultura). Siamo fatti tutti della stessa “materia” e cosí, attraverso pro-

fonde radici condivise, si ricrea tra gli umani quel legame che pareva spezzato e si ricostituisce la possibilità di comunicare, che pareva negata dall'isolamento individuale.

La scienza, al contrario, si sbarazza subito dell'“io” come del retaggio ingombrante e quasi vergognoso di una cultura ormai sorpassata. Da tutti gli “io” individuali astrae un “io” collettivo, un soggetto fittizio (protagonista dello stile impersonale dei resoconti scientifici) che riassume le singolarità per mettere in evidenza solo ciò che hanno di comune: le regolarità riproducibili, le leggi universali, le sostanzialità non contingenti, le quantità misurabili. Quando smette di guardare al mondo per considerare gli umani, la scienza si dedica quindi all'indagine di quelle radici comuni e di quel legame soggiacente da cui spuntano gli individui, con le loro particolarità e i loro accidenti, e tende a ignorare i singoli.

Insomma, scienza e romanzo offrono conoscenze diverse: diverse come intenzioni e come esiti, ma *entrambe intersoggettive* e non una soggettiva, il romanzo, e l'altra oggettiva, la scienza. Una letteratura puramente soggettiva non potrebbe esistere, o meglio sarebbe incomunicabile. Allo stesso modo una scienza puramente oggettiva non potrebbe esistere perché ogni conoscenza postula un soggetto che di quella conoscenza sia titolare e protagonista attivo, filtrante e costruttivo. Inoltre, anche la scienza va *comunicata* ai singoli, adattandosi alle loro capacità e limitazioni.

Le due conoscenze potrebbero un giorno incontrarsi e fondersi come pare fosse al principio della civiltà documentata? A tal proposito ho dei dubbi, che nascono dal modo in cui la scienza moderna tratta l'“io”. È proprio l'esclusione *programmatica* dell'“io” che impedisce alla scienza di essere fonte di una conoscenza che riguardi l'uomo nelle sue dimensioni inestricabili di emozioni, razionalità, mente e corpo. La scienza non è e non può (forse

non vuole) essere fonte di conoscenza sul singolo uomo, sulla condizione umana, sui drammi dell'esistenza, sulle passioni, sull'inconscio, sul sogno, sulla presenza corporea nel mondo. Mentre la letteratura considera la gioia o il dolore di una certa persona, la scienza al massimo si occupa del dolore o della gioia in generale, ricercandone i correlati biofisici. Ma a me interessa il *mio* dolore e non soltanto il dolore in generale. Insomma, scienza e letteratura si rivelano fonti di conoscenza complementari: nessuna delle due dovrebbe essere sottomessa all'altra, perché sono incommensurabili. La scienza è, sí, una narrazione, ma è talmente specifica che il suo esito conoscitivo è profondo e rigoroso, ma affilato e circoscritto. La letteratura fornisce sí conoscenze, ma non sono conoscenze sistematiche e rigorose, che possano costituire la base per previsioni certe del comportamento umano.

Se c'è qualche possibilità di coabitazione operosa e collaborativa tra scienza e letteratura, questa potrebbe forse attuarsi all'insegna della complessità del sistema "uomo nel mondo", complessità che autorizza, anzi impone, piú linguaggi e livelli di osservazione e descrizione. Entrambe le descrizioni sono legittime e compatibili con il sistema, nessuna lo esaurisce ma ciascuna fornisce qualche verità su di esso. Ed è forse l'insufficienza di tutte le impostazioni parziali che ci fa sperare in un lunga vita sia della scienza sia del romanzo.

### 3. *Scienza e cultura*

L'altro quesito, se la scienza possa essere fonte di cultura e non semplicemente di conoscenza, è forse piú arduo, perché apre il problema di definire la cultura. In Italia forse piú che altrove, come ho detto, la cultura si identifica con la cultura umanistica, e ciò è visto con insofferenza dagli

scienziati e dai tecnici, che oggi tanto contribuiscono al sapere, agli stili di vita, all'evoluzione sociale e ai dibattiti etici e politici. Ma la scienza, per sua natura, tende a un sapere omologante: la sua forza di persuasione, nei limiti dei suoi oggetti e salvo il superamento sempre possibile dei traguardi conseguiti, è tale da indurre una conoscenza uniforme. Filosofi, artisti e letterati saranno pure, come sostiene Snow, supponenti, litigiosi e ignoranti di scienza, ma forse (dico tre volte forse) possono rappresentare un antidoto minimo all'omologazione. L'operare artistico e poetico contiene forti dosi di individualità, opera in base ad esigenze emotive, espressive, etiche ed estetiche e a bisogni spirituali e simbolici che non si possono ricondurre solo a motivazioni collettive razionali o economiche. L'artista ha bisogno di esprimere la sofferenza, l'amore, la bellezza, il mistero della vita, la terribile realtà della nascita e della morte, filtrandole con il suo sentire. Questo filtro soggettivo opera contro l'omologazione.

Quanto alla cultura, a me sembra che la conoscenza non sia cultura se non coinvolge la parte più vitale e profonda dell'essere umano. In questo senso gran parte della scienza e molti barocchismi umanistici non fanno cultura, perché restano astratti, impassibili, lontani dai nostri interessi più vivi. Propongo una nozione di cultura che non sia staccata dai fatti lancinanti e fulminei della vita, che sia intessuta della palpitante presenza dei valori e delle emozioni, che peschi nelle profondità della persona e non riguardi solo la freddezza contemplativa dello specialismo filologico e della razionalità computante. Se non c'è coinvolgimento etico e corporeo, se non c'è responsabilità, rischio, gioia, speranza, e anche divertimento, non c'è cultura. Ci può essere dottrina, scienza, erudizione, ma non cultura. La cultura è (o dovrebbe essere) legata all'esperienza e al "senso" della vita.

In questa prospettiva, la guerra, il calcio e la moda sono profondamente culturali, l'analisi filologica di Plauto e il calcolo tensoriale no. Ma non esiste una sola scienza: la biologia per esempio comincia a far cultura: si lega alla malattia, al cibo, alla procreazione, ai fatti sodi e insieme simbolici della vita, riflette responsabilità, introduce rischi, solleva enormi problemi pratici, sconvolge l'etica e i valori, insomma si lega al "senso" della vita vissuta e del mondo che ci circonda.

La tecnologia fa certamente cultura, perché non solo modifica e condiziona la nostra vita quotidiana, ma costituisce anche un potente filtro attraverso il quale vediamo il mondo e noi nel mondo in modo diverso. Essa modifica le categorie di tempo e di spazio, potenzia alcune nostre capacità, ne deprime altre e fa addirittura emergere caratteristiche insospettate. Ne scaturisce l'immagine di un *homo technologicus* in continua evoluzione, che si oppone alla tradizionale immagine fissista dell'essere umano. Questo continuo mutamento coinvolge in primo luogo le nostre caratteristiche attive e cognitive. Molto più lenta è l'evoluzione delle caratteristiche emotive, legate alla nostra eredità più lontana e meno toccate dall'influsso della tecnologia.

Tra le altre, sembra che una caratteristica dell'uomo non abbia subito mutamenti radicali: il bisogno di narrare, di narrarsi e di farsi narrare delle storie. Anche nella nostra epoca tecnoscientifica, improntata a una razionalità computante e a una concretezza che sembrerebbe soffocare ogni fantasia favolistica, il bisogno di narrazione è fortissimo. Sembra che la narrazione sia l'unica forma di rappresentazione o ricostruzione che conservi la forma arborente di ciò che rappresenta: la vita, l'esperienza, il nostro viaggio pieno di casualità, di contingenze, di eventi che potevano non accadere e che invece sono accaduti, segnando il nostro percorso. A questa ingarbugliata avventura vo-

gliamo dare un senso e a quanto pare con la narrazione un po' ci riusciamo. A noi umani stanno a cuore soprattutto le vicende degli umani, delle quali ci possiamo vedere protagonisti: è attraverso questo filtro autoreferenziale che misuriamo l'interesse di ciò che osserviamo.

#### 4. *La metafisica nascosta*

Vista la permanenza dell'attività narrativa e vista d'altra parte la pervasività della tecnoscienza e dei mutamenti che essa comporta, come si riflettono questi mutamenti nelle nostre narrazioni? Sono mutamenti superficiali, come l'uso del telefono invece della lettera manoscritta per parlare d'amore, oppure ci sono mutamenti più profondi?

Credo che la risposta sia implicita in quanto ho detto: se le narrazioni contengono riferimenti all'uomo e ai suoi problemi esistenziali, qualunque ne sia la forma e qualunque ne siano i veicoli, allora scatta l'interesse. Se invece i contenuti escludono l'uomo per descrivere il mondo in modo asettico e distaccato, allora l'interesse è – in media – molto minore. Naturalmente ci sono forti variazioni da un individuo all'altro: chi abbia una preparazione specifica può trovare appassionante un trattato di geometria differenziale, che invece non dice nulla al profano. Per destare l'interesse dei molti, la scienza dev'essere mediata dalle vicissitudini dei suoi protagonisti, dalle sue interazioni con la società, dalla costruzione di scenari più o meno plausibili ma avventurosi (come nelle opere di fantascienza).

Dietro ogni racconto si cela una concezione del mondo e dell'uomo nel mondo, ma in letteratura questa concezione, pur colorando di sé il racconto, rimane per lo più implicita. La metafisica c'è, ma è nascosta. La scienza invece

tende a squadrare dati, teorie, ragionamenti, ad esplicitare la cosmologia, l'ontologia e la metafisica (magari senza chiamarla per nome) e dai suoi racconti tende a escludere ogni riferimento all'uomo vivo. Questa esclusione la rende spesso ostica anche al di là dei tecnicismi e dei formalismi, che pure rappresentano spesso un deterrente formidabile.

Un esempio di metafisica piuttosto esplicita in letteratura si trova in Gadda, la cui scrittura "barocca" è il rispecchiamento di una *realtà in sé* che lo scrittore ritiene "barocca". Dietro la quotidianità esiste per l'ingegnere un realtà iperuranica, perfetta e ideale. In ciò è guidato, come del resto Calvino, dall'esigenza di mettere in luce il legame tra composizione letteraria e modello cosmico, esigenza che altri autori non provano affatto. In questi due scrittori il sapere, in particolare tecnoscientifico, è quindi da considerare centrale e non occasionale perché vuole offrire una spiegazione possibile del mondo e conferirgli un senso (anche se il senso scaturisce soltanto dal *rapporto* tra uomo e mondo).

Quella di Gadda e Calvino è dunque una letteratura che contiene una dimensione conoscitiva fondamentale, incentrata non solo sull'"io" (che del resto Gadda detestava), ma che si estende al mondo. Una narrazione che coniuga letteratura e filosofia, dunque, letteratura e scienza, e tendenzialmente uomo e natura. In questa prospettiva l'uomo è assorbito nella natura: non si tratta di metterlo al centro di narrazioni intimistiche bensì di osservazioni e descrizioni oggettuali. Questo fa sì, come nota Antonello, che «se il Novecento italiano non è riuscito a produrre né un Bergson o un Bachelard, né un Gehlen o un Jonas, ci rimangono dei 'filosofi addormentati' come Gadda che allo schema tripolare scienza-tecnica-filosofia aggiunge anche lo specchio complicante, deformante, necessario, della letteratura (allestendo così un vero e proprio *ménage a quattro*)».

La presenza forte di un'epistemologia di fondo in Gadda è ben indagata da Franco Gàbici, che rileva una dolente nostalgia di certezza, un bisogno di ordine sempre vanificato dal caos della realtà quotidiana. Questa lotta impari contro il disordine, la ricerca della solidità geometrica euclidea in un mondo che invece si presenta piuttosto con le fughe *en abîme* dei frattali ha le caratteristiche di una vera e propria ossessione.

### 5. Domande conclusive

I prodotti concettuali e concreti della tecnoscienza hanno un effetto essenziale sulla nostra visione del mondo e di noi stessi nel mondo, ma è anche vero che il nostro bisogno di storie sembra permanere. Come accogliere dunque nella narrazione la tecnoscienza e i suoi prodotti? E, all'opposto, come rendere esplicito il carattere narrativo della scienza, spesso mascherato dalla formalizzazione? L'esplicitazione dei presupposti teorici (epistemologici, filosofici e scientifici) nuoce alla narrazione perché la porta all'oblio dell'umano, come sostengono alcuni, oppure è un ingrediente oggi necessario, dato che vediamo il mondo con gli occhiali della tecnoscienza? Una separazione netta tra scienza e letteratura è ancora sostenibile, oppure la contaminazione operata da alcuni (pochi) autori va nel giusto senso di una progressiva fusione? L'interesse prevalente degli umani è sempre e solo per gli umani, o si sta spostando dall'intimismo verso il mondo, verso la natura, e soprattutto verso l'artificialità proposta e prodotta dalla tecnologia? La distinzione tra arte, filosofia e scienza non è una costante nella storia, ma è figlia della moltiplicazione delle discipline e della specializzazione. Può darsi che la proliferazione e la

parcellizzazione si oppongano in modo insuperabile a una riconciliazione tra i due saperi e che il peso della tecnoscienza tenda a soffocare la letteratura. Ma il bisogno di storie troverà altre strade per esprimersi, magari rispecchiando le nuove realtà economiche e sociopolitiche.

L'irreversibilità, la meccanica quantistica, la non linearità, il caos deterministico, le nuove matematiche sono tutte novità conoscitive che aspettano di essere non solo esposte, ma anche narrate. Forse il compito degli scrittori sarà quello di inserire queste conoscenze in una dimensione umana che faccia esclamare al lettore: «Quello sono io!», con un ritorno sulla scena di questo pronome.

Ma se un giorno l'io scomparisse, inghiottito dalla *creatura planetaria*, immane coacervo di uomini e macchine in simbiosi? La creatura planetaria avrà un io che sappia ascoltare e raccontarsi delle storie? È possibile una storia senza io?... Se vogliamo, come mi sembra giusto, non solo considerare il passato e il presente, ma aprire anche una prospettiva di scenario sul futuro, troviamo più domande che risposte.

#### BIBLIOGRAFIA

- Antonello P., *Il Ménage a quattro: scienza, filosofia, tecnica nella letteratura italiana del Novecento*, Le Monnier, Firenze, 2005.
- Gàbici F., *Gadda. Il dolore della cognizione*, Simonelli Editore, Milano, 2002.
- Kundera M., *L'arte del romanzo*, Adelphi, Milano, 1988.
- Longo G. O., *Homo technologicus*, Meltemi, Roma, 2001 (2ª ed. 2005).
- Sabato E., *Lo scrittore e i suoi fantasmi*, Meltemi, Roma, 2000.
- Snow C.P., *Le due culture*, a cura di A. Lanni, Marsilio, Venezia, 2005.

Giuseppe O. Longo è scrittore e docente di Teoria dell'Informazione presso l'Università di Trieste.

GASPARE POLIZZI

UNO SGUARDO SUL COSMO:  
CALVINO TRA GALILEO E LEOPARDI\*

È noto quanto Calvino tenesse in conto la propensione cosmologica della letteratura italiana e come la identificasse con una vocazione “dominante” lungo la linea Ariosto-Galileo-Leopardi<sup>1</sup>. Le considerazioni offerte nell'intervista concessa all'«Approdo letterario» nel 1968 sono esplicite e chiare:

Questa è una vocazione profonda della letteratura italiana che passa da Dante a Galileo: l'opera letteraria come mappa del mondo dello scibile, lo scrivere mosso da una spinta conoscitiva che è ora teologica ora speculativa ora stregonesca ora enciclopedica ora di filosofia naturale ora di osservazione trasfigurante e visionaria. È una vocazione che esiste in tutte le letterature europee ma che nella letteratura italiana è stata direi dominante sotto le più varie forme, e ne fa una letteratura così diversa dalle

\* Questo scritto, che utilizza parte dei materiali proposti nella conferenza *Uno sguardo sul cosmo: scienza e filosofia nella letteratura italiana*, tenuta a Ischia il 17 giugno 2007 su invito del Circolo “G. Sadoul”, apparirà anche in forma più ampia come appendice al mio *Galileo in Leopardi*, in corso di stampa presso l'editore Le Lettere di Firenze.

<sup>1</sup> Per un inquadramento complessivo della produzione letteraria di Calvino nel contesto della sua “filosofia naturale” cfr. il bel saggio di Mario Porro *Letteratura come filosofia naturale*, «Riga», 1995, 9 (*Italo Calvino. Enciclopedia: Arte, Scienza e Letteratura*, a cura di M. Belpoliti), pp. 252-282.

altre, così difficile, ma anche così insostituibile. Questa vena negli ultimi secoli è diventata più sporadica, e da allora certo la letteratura italiana ha visto diminuire la sua importanza: oggi forse è venuto il momento di riprenderla. Devo dire che negli ultimi tempi – forse per il tipo di cose che mi sono messo a scrivere – la letteratura italiana è diventata per me più indispensabile di quanto non lo fosse prima; in certi momenti ho la sensazione che la via che sto seguendo mi riporti nel vero alveo dimenticato della tradizione italiana<sup>2</sup>.

In un precedente articolo pubblicato sul “Corriere della Sera” del 24 dicembre 1967<sup>3</sup> Calvino non soltanto aveva sostenuto che Galileo è «Il più grande scrittore della letteratura italiana d’ogni secolo», suscitando comprensibili risposte polemiche (in particolare di Carlo Cassola), ma aveva più espressamente connesso la letterarietà di Galileo a quella di Leopardi proprio in relazione al loro sguardo cosmologico, e in particolare al modo di “descrivere” la luna:

Chi ama la luna davvero non si contenta di contemplarla come un’immagine convenzionale, vuole entrare in un rapporto più stretto con lei, vuole vedere *di più* nella luna, vuole che la luna *dica di più*. Il più grande scrittore della letteratura italiana d’ogni secolo, Galileo, appena si mette a parlare della luna innalza la sua prosa a un grado di precisione ed evidenza ed insieme di rarefazione lirica prodigiose. E la lingua di Galileo fu uno dei modelli della lingua di Leopardi, grande poeta lunare....

<sup>2</sup> I. Calvino, *Due interviste su scienza e letteratura*, in Id., *Una pietra sopra. Discorsi di letteratura e di società*, A. Mondadori, Milano 2002, pp. 226-227 (si tratta della rielaborazione di risposte a interviste televisive pubblicata su «L’Approdo letterario», n. 41, gennaio-marzo 1968).

<sup>3</sup> I. Calvino, *Il rapporto con la luna*, in Id., *Una pietra sopra*, cit., pp. 220-222 (citazione alle pp. 221-222) (pubblicato sul “Corriere della sera” del 24 dicembre 1967).

Nell'intervista del 1968 sopra ricordata Calvino aggiunge un'indicazione ulteriore, rivelatrice del ruolo che ebbe Leopardi – e in particolare il Leopardi della *Crestomazia* – nella definizione del suo rapporto con Galileo:

Leopardi nello *Zibaldone* ammira la prosa di Galileo per la precisione e l'eleganza congiunte. E basta vedere la scelta di passi di Galileo che Leopardi fa nella sua *Crestomazia della prosa italiana*, per comprendere quanto la lingua leopardiana – anche del Leopardi poeta – deve a Galileo. Ma per riprendere il discorso di poco fa, Galileo usa il linguaggio non come uno strumento neutro, ma con una coscienza letteraria, con una continua partecipazione espressiva, immaginativa, addirittura lirica. Leggendo Galileo mi piace cercare i passi in cui parla della Luna: è la prima volta che la Luna diventa per gli uomini un oggetto reale, che viene descritta minutamente come cosa tangibile, eppure appena la Luna compare, nel linguaggio di Galileo si sente una specie di rarefazione, di levitazione: ci s'innalza in un'incantata sospensione. Non per niente Galileo ammirò e postillò quel poeta cosmico e lunare che fu Ariosto. (Galileo commentò anche Tasso, e lì non fu un buon critico: appunto perché la sua passione addirittura faziosa per Ariosto lo portò a stroncare Tasso in modo quasi sempre ingiusto). L'ideale di sguardo sul mondo che guida anche il Galileo scienziato è nutrito di cultura letteraria. Tanto che possiamo segnare una linea Ariosto-Galileo-Leopardi come una delle più importanti linee di forza della nostra letteratura<sup>4</sup>.

Non si tratta di un'osservazione episodica, come non è episodico il legame di Calvino con Leopardi. Ancora nelle *Lezioni americane* il richiamo viene ben rimarcato. Ben nota è l'asserzione contenuta nella lezione sulla *Leggerezza*, che tocca nuovamente anche il tema del suo rapporto con il Leopardi "lunare":

<sup>4</sup> I. Calvino, *Due interviste su scienza e letteratura*, in Id., *Una pietra sopra*, cit., pp. 225-226.

Giacomo Leopardi a quindici anni scrive una storia dell'astronomia di straordinaria erudizione, in cui tra l'altro compendia le teorie newtoniane. La contemplazione del cielo notturno che ispirerà a Leopardi i suoi versi piú belli non era solo un motivo lirico; quando parlava della luna Leopardi sapeva esattamente di cosa parlava.

Leopardi, nel suo ininterrotto ragionamento sull'insostenibile peso del vivere, dà alla felicità irraggiungibile immagini di leggerezza: gli uccelli, una voce femminile che canta da una finestra, la trasparenza dell'aria, e soprattutto la luna.

La luna, appena s'affaccia nei versi dei poeti, ha avuto sempre il potere di comunicare una sensazione di levità, di sospensione, di silenzioso e calmo incantesimo. In un primo momento volevo dedicare questa conferenza tutta alla luna: seguire le apparizioni della luna nelle letterature d'ogni tempo e paese. Poi ho deciso che la luna andava lasciata tutta a Leopardi. Perché il miracolo di Leopardi è stato di togliere al linguaggio ogni peso fino a farlo assomigliare alla luce lunare. Le numerose apparizioni della luna nelle sue poesie occupano pochi versi ma bastano a illuminare tutto il componimento di quella luce o a proiettarvi l'ombra della sua assenza.

Dolce e chiara è la notte e senza vento,  
e queta sovra i tetti e in mezzo agli orti  
posa la luna, e di lontan rivela  
serena ogni montagna.

O graziosa luna, io mi rammento  
che, or volge l'anno, sovra questo colle  
io venia pien d'angoscia a rimirarti:  
e tu pendevi allor su quella selva  
siccome or fai, che tutta la rischiari.

O cara luna, al cui tranquillo raggio  
Danzan le lepri nelle selve<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> I. Calvino, *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*, Mondadori, Milano 1993, pp. 30-31. Nella lezione sull'*Esattezza* Calvino si

Mi pare che tali riflessioni di Calvino vadano prese sul serio, e lo siano state nei già ricordati studi di Rota e in quelli di Lucio Felici<sup>6</sup>.

Rota ha focalizzato l'attenzione sul ruolo svolto da Leopardi nella definizione del rapporto di Calvino con il Galileo "lunare", pervenendo alle seguenti conclusioni:

La nostra selezione ha voluto mostrare da un lato come il rapporto tra Leopardi e Galileo sia per così dire compendiato nei "pensieri" antologizzati per lo Stella (pur con il necessario preambolo degli studi astronomici giovanili e con la "messa in scena" realizzata nell'ottava Operetta [il *Dialogo della Terra e della Luna*]), dall'altro come l'interesse del poeta recanatese nei confronti dell'astronomo pisano sia incentrato sulle osservazioni lunari di quest'ultimo, sul suo partecipare della "vertigine cosmica" e sulla comune attenzione (per non dire passione) alla figura celeste per eccellenza: la sfera appunto<sup>7</sup>.

esprime anche sul senso del vago nella poesia leopardiana, che rinvia alla dimensione della razionalità scientifica e al problema speculativo dell'infinito: «Il poeta del vago può essere solo il poeta della precisione, che sa cogliere la sensazione più sottile con occhio, orecchio, mano pronti e sicuri»; e aggiunge: «In realtà il problema che Leopardi affronta è speculativo e metafisico, un problema che domina la storia della filosofia da Parmenide a Descartes a Kant: il rapporto tra l'idea d'infinito come spazio assoluto e tempo assoluto, e la nostra cognizione empirica dello spazio e del tempo. Leopardi parte dunque dal rigore astratto d'un'idea matematica di spazio e di tempo e la confronta con l'indefinito, vago fluttuare delle sensazioni» (pp. 69 e 72).

<sup>6</sup> P. Rota, *La sfera e la luna. Studio di una figura tra Leopardi, Galileo e Calvino*, in Id., *Lune leopardiane. Quattro letture testuali*, CLUEB, Bologna 1997, pp. 39-77 e L. Felici, *Leopardismo di Calvino*, in *La luna nel cortile. Capitoli leopardiani*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2006, pp. 185-194 (già pubblicato in *Per Giacomo Leopardi*, fasc. monografico di «Resine», n. 34, aprile-giugno 2000, pp. 47-53).

<sup>7</sup> P. Rota, *La sfera e la luna*, in Id., *Lune leopardiane*, cit., pp. 60-61.

La dimensione “lunare” viene anche connessa da Rota al tema della sfericità, che rinvia al galileiano *Trattato della sfera ovvero cosmografia* (OGG, II 515-541) e che suscita l'immagine della piccolezza della Terra nel cosmo, come traluce nella *Ginestra*:

In essa [il *Trattato della sfera ovvero cosmografia*] – afferma Rota –, dopo aver ribadito la sfericità e l'immobilità del globo terrestre, l'autore ne pone in luce la piccolezza in rapporto alla sfera celeste; piccolezza appartenente anche ad ogni stella la quale, in paragone al cosmo «è quasi ch'un punto», immagine questa ripresa forse da Sacrobosco («... la minima fra le stelle fisse notabil di vista è maggior di tutta la terra, adunque molto maggiormente la terra, essendo minor di quella») e che non possiamo non intravedere come filigrana a certi versi leopardiani [...] [ovvero a *La ginestra, o il fiore del deserto*, vv. 163, 167-170, 174-183]<sup>8</sup>.

Le riflessioni galileiane sull'imperfezione e sull'irregolarità della Luna fanno da contraltare al *Trattato della sfera* e trovano spazio nell'ormai noto brano della lettera a Gallanzoni trascritto nella *Crestomazia*, rispetto al quale Rota osserva:

In esso [nell'inizio del brano scelto dalla lettera a Gallanzoni per la *Crestomazia*] troviamo già delineata una vera e propria teoria della anti-sfericità: la perfezione in natura, asserisce Galileo, non ha niente a che fare con la perfezione geometrica, con la stabilità, con l'uniformità; essa è invece essenzialmente variabilità, movimento, irregolarità. Per questa ragione la sfera, considerata da sempre la più perfetta tra le figure, proprio in virtù di tale errore di valutazione non ha alcun diritto di supremazia nel cosmo.

<sup>8</sup> *Ibid.*, pp. 47-48.

Felici guarda piú direttamente al rapporto tra Calvino e Leopardi, partendo dal primo. E innanzitutto ricorda come

Nessun saggio o intervento è dedicato organicamente ed esplicitamente al poeta di Recanati, ma i riferimenti a lui, alla sua opera, sono fitti e con poche intermittenze, in un arco di tempo che abbraccia piú di trent'anni di operosità, dal 1953 al 1985, ossia fino alla soglia della morte: possiamo dunque parlare di una "lunga fedeltà", di un incontro o, meglio, di un "appuntamento" che si ripete e si rinnova ad ogni stagione dell'intensa attività calviniana, con riflessioni, intuizioni, affondi critici, paragoni talora inattesi, che se interessano soprattutto le tappe della maturazione e dell'evoluzione di Calvino scrittore (le sue idee sulla letteratura e la scrittura, la sua inesausta ricerca di forme nuove di narrativa), non per questo mancano di aprire spiragli a una lettura moderna e spregiudicata dell'opera di Leopardi, al di fuori di schemi cristallizzati e accademici, ma con una limpida consapevolezza anche della tradizione esegetica che su quell'opera si è depositata nel corso di piú di un secolo, con interpretazioni diverse e contraddittorie sui suoi valori e significati storici, filosofici o piú strettamente poetici e stilistici<sup>9</sup>.

Quindi Felici si sofferma comparativamente sulle modalità interpretative adottate da Calvino nei confronti di Leopardi e di Alessandro Manzoni. E ne conclude che «Calvino sta dalla parte di Leopardi»:

Calvino sta dalla parte di Leopardi, al punta da confessare ad Antonio Prete (acuto recensore di *Palomar*, nel 1984): «Sono contento [...] dei riferimenti leopardiani perché le *Operette morali* sono il libro da cui deriva tutto quello che scrivo». Il «tutto quello che scrivo» è da riferirsi, in modo diretto, alle *Cosmicomiche*, a *Ti con zero*, a *Palomar*. Ma la "scelta leopardiana" (accompagnata, come si sa, da tante altre esperienze) ha implicazioni piú vaste<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> L. Felici, *Leopardismo di Calvino*, in Id., *La luna nel cortile*, cit., p. 185.

<sup>10</sup> *Ibid.*, p. 192. La lettera di Calvino a Prete è del 1984.

Il confronto possibile delle «lune di Calvino» con quelle di Leopardi» viene accennato da Felici in riferimento al Calvino “cosmicomico”, «il quale sviluppa in forme originali – all’interno di cosmogonie e cosmogonie fantastiche – certe invenzioni metafisiche delle *Operette morali*, in particolare dei dialoghi dell’oltremondo (*Dialogo d’Ercole e di Atlante*, *Dialogo della Terra e della Luna*, *La scommessa di Prometeo*), contaminandole con altri modelli, letterari, pittorici e della produzione cosmica dei *cartoonist*»<sup>11</sup>. Al proposito Felici ipotizza anche una corrispondenza fra tre “fantasie” dello *Zibaldone* – «Si mise un paio di occhiali fatti della metà del meridiano co’ due cerchi polari. Una casa pensile in aria sospesa con funi a una stella (1 ottobre 1820)», *Zib* 256; e di: «Il suo divertimento era di passeggiare contando le stelle (e simili) (16 ottobre 1820)», *Zib* 280 – e alcune figure immaginarie delle *Cosmicomiche* e di *Palomar*; e si domanda:

Calvino avrà letto questi frammenti? Nelle sue pagine non c’è conferma, ma chi conosce *Le Cosmicomiche* e *Palomar* non può dubitarne. Il vecchio Qfwfq della *Distanza dalla luna* e il *Palomar* uomo-telescopio dei racconti omonimi sono strane creature che – come quelle dell’immaginazione leopardiana – passeggiano in spazi siderali, abitano in case sospese tra cielo e terra, inforcano occhiali astronomici, a guisa di meridiani e «cerchi polari». Sono creature partorite, leopardianamente, dalla sofferenza della ragione, che è anche – paradosso umoristico – sofferenza dell’infinito fantasticare<sup>12</sup>.

La «sofferenza della ragione» come «sofferenza dell’infinito fantasticare» costituisce per Felici un efficace *trait-d’u-*

<sup>11</sup> *Ibid.*, p. 193.

<sup>12</sup> *Ibid.*, p. 194.

nion tra l'immaginazione cosmica leopardiana e quella di Calvino.

Non è questo il luogo per estendere la ricognizione sulla connotazione cosmologica della scrittura di Calvino. Per delimitare una tale ricerca da un lato andrebbero riconosciuti i forti stimoli che produssero in lui letture "cosmologiche" di classici e di recenti saggi scientifici e dall'altro si dovrebbe indagare nella sua produzione letteraria, e con particolare attenzione alle *Cosmicomiche*.

Mi limito a fornire qualche indicazione di percorso. Scorrendo le recensioni apparse sul "Corriere della Sera" e sulla "Repubblica" lo sguardo cosmico traspare in alcune letture di classici. È il caso dell'opera di Savinien Cyrano de Bergerac alla quale Calvino dedica nel 1982 pagine significative sul tema dell'immaginario cosmico<sup>13</sup>.

Precursore della fantascienza – osserva Calvino –, Cyrano [*L'Altro Mondo, ovvero Stati e Imperi della Luna*] nutre le sue fantasie delle cognizioni scientifiche del suo tempo e delle tradizioni magiche rinascimentali, e così facendo s'imbatte in anticipazioni che solo noi più di tre secoli dopo possiamo apprezzare come tali: i movimenti da astronauta che s'è sottratto alla forza di gravità (lui ci arriva mediante ampolle di rugiada che viene attratta dal Sole), i razzi a più stadi, i "libri sonori" (si carica il meccanismo, si posa un ago sul capitolo desiderato, si ascoltano i suoni che escono da una specie di bocca).

Ma la sua immaginazione poetica nasce da un vero sentimento cosmico e lo porta a mimare le commosse evocazioni dell'atomismo lucreziano; così egli celebra l'unità di tutte le cose, inanimate e viventi, e anche i quattro elementi d'Empedocle non sono che uno solo, con gli atomi ora più rarefatti ora più densi [...].

<sup>13</sup> I. Calvino, *Cyrano sulla Luna*, in Id., *Perché leggere i classici*, Mondadori, Milano 1995, pp. 98-103 (pubblicato su "la Repubblica" del 24 dicembre 1982).

Tra i saggi scientifici piú recenti vanno ricordate le recensioni a libri di astronomia, cosmologia e fisica; in esse Calvino si cimenta su alcuni nuovi modelli cosmologici e fisici, cercando di cogliere la nuova immagine del cosmo che emerge dalle ricerche piú recenti.

Sul piano cosmologico appare interessante la riflessione sulla variabilità delle “freccce del tempo” e sull’inefficacia cosmologica della tradizionale, e umana, direttrice temporale passato → futuro. Con pertinenza ed efficacia Calvino si domanda:

La freccia del tempo diventerebbe allora una convenzione arbitraria? Passato e futuro diventerebbero intercambiabili? No: l’universo può essere infinito oppure finito, poco importa; quello che è certo è che è illimitato, cioè chiuso, cioè aperto in ogni suo punto e in ogni direzione a tutto il resto di se stesso. L’informazione può essere solo macroscopica, mai microscopica. E quest’ordine strutturato nelle sue grandi linee che corpi celesti, vita biologica, coscienza lavorano incessantemente a produrre, poggia le sue fondamenta su una impalpabile imprevedibile frana d’avvenimenti microscopici. Se il futuro dell’universo appare meno precario di quel che si poteva temere, non per questo diventa piú conoscibile<sup>14</sup>.

Il nesso tra la notizia scientifica e le procedure dell’immaginario cosmologico è visibile in coda all’articolo, dove Calvino scrive, riferendosi al suo Palomar:

Il signor Palomar fa collezione di modelli cosmologici. Legge e rilegge il nuovo articolo, ne fa un riassunto scritto per assicu-

<sup>14</sup> I. Calvino, *I modelli cosmologici*, in Id., *Mondo scritto e mondo non scritto*, a cura di M. Barenghi, Mondadori, Milano 2002, pp. 245-249 (citazione alle pp. 247-248) (pubblicato con il titolo *Ultime notizie sul tempo. Collezionista d’universi* sul “Corriere della Sera” del 23 gennaio 1976).

rarsi di aver afferrato i punti essenziali, poi lo archivia nella sua collezione dove tanti altri universi sono allineati l'uno a fianco dell'altro come farfalle trafitte da uno spillo.

Non pretende di pronunciarsi sulla maggiore o minore attendibilità dell'una o dell'altra ipotesi, né si azzarda a dimostrare preferenze. Comunque stiano le cose, lui dall'universo non s'aspetta niente di buono. È per questo che sente il bisogno di tenerlo d'occhio.

In genere è più sensibile alle suggestioni delle immagini plastiche che alle implicazioni filosofiche. Di tutta questa dimostrazione quel che gli è rimasto più impresso è il disegno che illustra la digressione accessoria: si tratta d'una serie di quattro rappresentazioni della probabilità in varie fasi dell'evoluzione d'un sistema nel tempo.

Nel primo disegno la probabilità è rappresentata come una piccola sfera in mezzo a un grande cubo; nel secondo, la sfera ha messo fuori dei corni da lumaca o rametti d'una vegetazione corallina; nel terzo, la sfera occupa gran parte del cubo ma in realtà non ha mai aumentato di volume: si è estesa come un cespuglio dalle ramificazioni sempre più complicate e sempre più sottili.

Il signor Palomar decide di iniziare un'altra collezione: d'immagini che non sa perché lo attraggono e che sente che potrebbero significare molte cose<sup>15</sup>.

Mi pare questo uno straordinario esempio di procedura creativa, che coglie con l'immaginazione il nocciolo intuitivo di una nuova teoria scientifica, facendo attenzione al «disegno che illustra la digressione accessoria», alle «quattro rappresentazioni della probabilità in varie fasi dell'evoluzione d'un sistema nel tempo».

Recensendo cinque anni dopo *Turbare l'universo* di Freeman Dyson, Calvino non manca di segnalare la dimen-

<sup>15</sup> *Ibid.*, pp. 248-249.

sione “favolistica” del saggio e di evocare – con Albert Einstein – il «mistero della comprensibilità del mondo»:

Dovrei parlare anche delle visioni finali tra il sogno e la favola con cui Dyson rappresenta gli orizzonti teleologici del suo credo di scienziato. Ma per definire la morale del libro preferisco riportare una massima di Einstein che Dyson cita (in una bella pagina in cui racconta di quando con meraviglia vede per la prima volta un elettrone comportarsi secondo le previsioni dei suoi calcoli): «Si può affermare che l’eterno mistero del mondo è la sua comprensibilità»<sup>16</sup>.

Un segnale della visione della natura dinamica e complessa, sostanzialmente antiaristotelica e vicina a quella galileiana, con il quale Calvino “legge” le nuove scoperte cosmologiche è fornito da una recensione del 1982 al libro di Giovanni Godoli (recentemente scomparso), *Il Sole. Storia di una stella*. In essa Calvino evidenzia la mutevolezza e la corruttibilità propria dell’astro solare, visto – fino a Galileo – come modello di perfezione immutabile:

L’effimero, il discontinuo, il cangiante, il polimorfo sono qualità intrinseche della natura del Sole: per questo egli è molto piú permeabile alla nostra conoscenza di quel che un malinteso rispetto umano supposeva. Soltanto molto tardi, ai tempi di Galileo, gli uomini hanno compreso che il Sole non era un assoluto immutabile e incorruttibile, ma un corpo vivente in continuo processo, coi suoi ritmi, i suoi sonni, i suoi risvegli. Il Sole è pronto a dirci molto di sé e del suo interno, ma non tutto, almeno finora: tra i capitoli piú pregnanti del libro ci sono quelli sulle

<sup>16</sup> I. Calvino, *Turbare l’universo di Freeman Dyson*, in Id., *Mondo scritto e mondo non scritto*, cit., pp. 294-301 (citazione alle pp. 300-301) (pubblicato con il titolo *I distributori dell’universo*, su “la Repubblica” del 27-28 dicembre 1981).

ricerche ancora aperte, come sul mistero dei neutrini (in teoria ne dovrebbero arrivare sulla Terra molti di piú di quelli che ne arrivano) e naturalmente sull'avvenire che attende il Sole tra cinque miliardi di anni: "gigante rosso", "nana bianca", "buco nero", "stella a neutroni"?<sup>17</sup>

Un posto di rilievo nella visione cosmologica di Calvino e nella sua stessa concezione dell'immaginario cosmico occupa *La Nouvelle Alliance* di Ilya Prigogine e Isabelle Stengers, che viene vista come opera di rottura, testimonianza di un'epoca nuova nella filosofia e nella storia della scienza<sup>18</sup>. Calvino dedica all'uscita dell'opera di Prigogine e Stengers nel 1980 una lunga e appassionata recensione. Egli coglie innanzitutto la peculiare configurazione dell'opera, che da un lato unisce la riflessione storica sulla fisica con la nuova teoria termodinamica degli stati dissipativi e dall'altro instaura un dialogo serrato con la tradizione filosofica e letteraria del Novecento. Questo secondo aspetto coinvolge direttamente la "poetica" di Calvino, che dopo aver espresso un'iniziale diffidenza per la tendenza del libro alla letterarietà, ne sposa l'efficace «evocazione commossa d'orizzonti vertiginosi», non disgiunta da una profondità filosofica:

Ora, devo dire che la mia prima reazione quando vedo le enunciazioni d'uno scienziato inclinare verso il "poetico" è un moto di diffidenza; uno dei primi punti fermi della nostra (o almeno della mia) educazione intellettuale vuole infatti che la

<sup>17</sup> I. Calvino, *Giovanni Godoli*, Il Sole. Storia di una stella, in Id., *Mondo scritto e mondo non scritto*, cit., pp. 302-305 (citazione alla p. 304) (pubblicato con il titolo *Noi alunni del Sole* su "la Repubblica" del 15 maggio 1982).

<sup>18</sup> I. Calvino, *Ilya Prigogine e Isabelle Stengers*, La nuova alleanza, in Id., *Mondo scritto e mondo non scritto*, cit., pp. 277-283 (pubblicato con il titolo *No, non saremo soli* su "la Repubblica" del 3 maggio 1980).

scienza ci si presenti col suo volto piú burbero e disadorno; se dai risultati del suo impassibile procedere salta fuori quella che sarà da me considerata una suggestione poetica, la saluto come benvenuta, ma devo essere io a scoprirla; se è la scienza stessa a dirmi: «hai visto come sono poetica!» io non ci sto, anzi ho una reazione di rifiuto. Qui con Prigogine che in margine alle dimostrazioni piú serrate fa scorrere un'evocazione commossa d'orizzonti vertiginosi dovrei mettermi in guardia, mobilitare tutte le mie diffidenze e allergie: invece no, mi pare di riconoscere il suono di qualcosa di solido che sorregge il discorso, qualsiasi sia il suo involucro retorico. Senza pretendere d'entrare nel merito d'una materia troppo lontana dalle mie competenze, come lettore non prevenuto e disponibile devo dire che *La Nouvelle Alliance* è un libro di storia della scienza appassionante e che spiega chiaramente connessioni e distinzioni e svolte che si tendono a sottovalutare, e come libro di filosofia non lo si può leggere senza che lasci una traccia<sup>19</sup>.

Proprio nella compresenza di registri di lettura cosí diversi – fisico-matematico e filosofico-letterario – Calvino rintraccia il valore del libro, che mette in gioco pensatori poco apprezzati dai filosofi della scienza, come Henri Bergson, e nuovi filosofi della complessità come Michel Serres<sup>20</sup>:

Ma il discorso di Prigogine passa continuamente – talora nella stessa frase – dalla formula alla riflessione del filosofo, magari

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 279.

<sup>20</sup> Sull'opera di questo straordinario pensatore del presente delle scienze e del nuovo complesso scenario dell'umano cfr. A. Delcò, *Morphologies. À partir du premier Serres*, Kimé, Paris 1998 e i miei *Michel Serres. Per una filosofia dei corpi miscelati*, Liguori, Napoli 1990 e *Tra Bachelard e Serres. Aspetti dell'epistemologia francese del Novecento*, Armando Siciliano, Messina 2003, nonché all'illuminante autobiografia intellettuale fornita dallo stesso Serres in *Eclaircissements, entretiens avec Bruno Latour* (1992), tr. it. di A. Colella, postfazione e cura di M. Castellana, Barbieri, Manduria 2001.

quello che meno ci s'attende d'incontrare in quel contesto; di modo che anche il lettore abituato a frequentare esclusivamente una delle due culture può ritrovare il filo ogni volta che gli sfugge.

Tra queste citazioni di filosofi, mi pare "faccia notizia" il fatto che un autore che da anni non si sentiva nominare se non con sufficienza o ripulsa, Bergson, viene qui considerato con molta attenzione, come colui che ha constatato il divorzio piú completo tra scienza e "spirito", ma anche come colui che ha rivolto alla scienza una critica che ora la scienza sta facendo propria.

Piú o meno inattesi affiorano ogni tanto nomi dell'attualità filosofico-letteraria francese. Tra questi un posto di tutto rilievo, che testimonia un dialogo assiduo e non occasionale, viene dato a Michel Serres, l'autore di *Hermes ou la communication*, l'interprete di Leibniz e di Lucrezio. E non a caso è stato Michel Serres a salutare su "Le Monde" la pubblicazione della *Nouvelle Alliance* con una prosa carica di entusiasmo lirico e densità di sapere che potremmo definire lucreziana, e soprattutto d'un ottimismo quale non si sentiva da tempo.

«Gli universalisti d'una volta avvertivano la legge morale solo nelle notti di bel tempo: circostanza piuttosto rara sulle rive del Baltico», scrive Michel Serres. «Finalmente si fa giorno su cose che io non posso prevedere, come non posso prevedere me stesso. Solo una pietra, un astro, uno sciocco possono essere, talvolta, prevedibili. Finalmente si fa giorno su un mondo circostanziale, differenziato, rischioso, improbabile, altrettanto concreto, vario-pinto, inatteso, e sí, bello, quanto quello che io vedo, sento, tocco, ammiro»<sup>21</sup>.

Nel confronto con *La Nouvelle Alliance* e con l'orizzonte delle scienze del complesso che agli inizi degli anni '80 del secolo scorso si delineava nella sua configurazione anche divulgativa, Calvino attualizza un modello concreto della sua visione letteraria e scientifica nel quale è ben pre-

<sup>21</sup> *Ibid.*, pp. 282-283.

sente un orientamento cosmologico, ricavato dalla concezione di una composizione di tempi termodinamici e meccanici che comprende anche la freccia neg-entropica del tempo della vita. Esso conduce a cercare, sotto il segno di Hermes, «la partecipazione al mondo intorno a noi».

Ma l'ascendente piú profondo della riflessione scientifico-letteraria di Calvino è riconducibile – come ebbe a testimoniare lo stesso scrittore – all'incontro con la ricerca storiografica e filosofica di Giorgio de Santillana. Dopo aver ascoltato nel 1963 una conferenza di de Santillana su *Fato antico e moderno* Calvino scopre la sua “vocazione” letteraria nella composizione tra «il mondo della scienza moderna e quello della sapienza antica» nell'idea di poter “leggere” il cosmo – e al suo interno l'uomo – con le lenti delle piú recenti teorie scientifiche e delle piú antiche fantasie poetico-letterarie<sup>22</sup>.

La teorizzazione di Calvino della linea privilegiata Ariosto-Galileo-Leopardi nella letteratura italiana non è stata, d'altra parte, priva di puntualizzazioni di lettura e di ricerca. L'attenzione per le piú recenti acquisizioni della storiografia galileiana è testimoniata dalla recensione al *Galilei eretico* di Pietro Redondi. In essa Calvino illustra la novità interpretativa proposta da Redondi, ovvero il riconoscimento che il vero motivo dell'accusa contro Galileo consiste nella sua teoria antieucaristica, soggettivistica e sottilmente materialistica<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> Cfr. I. Calvino, *Fato antico e fato moderno di Giorgio de Santillana*, in Id., *Mondo scritto e mondo non scritto*, cit., pp. 332-339 (pubblicato con il titolo «*Il cielo sono io*» su “la Repubblica” del 10 luglio 1985).

<sup>23</sup> Cfr. I. Calvino, *Pietro Redondi, Galileo eretico*, in Id., *Mondo scritto e mondo non scritto*, cit., pp. 323-331 (pubblicato con il titolo *Forse è meglio parlare del sole* su “la Repubblica” del 13 ottobre 1983).

Nella direzione dell'approfondimento teorico della linea Ariosto-Galileo-Leopardi vanno menzionate anche la lettura dell'*Orlando Furioso* di Ariosto, nonché l'interpretazione della *Piccola cosmogonia portatile* di Raymond Queneau.

Nel commento al Canto XVII dell'*Orlando Furioso*, ovvero al viaggio di Astolfo sulla Luna, traspare l'attenzione per l'orizzonte cosmologico nel quale si colloca il poema, del tutto pertinente rispetto al geocentrismo tolemaico. Ecco come Calvino riassume e commenta il volo sull'Ippogrifo e il passaggio verso la Luna, che appare simile al motivo conduttore della *Cosmicomica La distanza della Luna* (che richiamo più avanti):

Lavatosi dal nerofumo infernale, Astolfo rimonta in sella. L'Ippogrifo vola oltre le nubi, fuori della sfera terrestre, e raggiunge la cima della montagna, che s'innalza nel cielo della Luna.

Passano la sfera del fuoco senza bruciarsi, entrano nella sfera della Luna, d'acciaio immacolato. La Luna è un mondo grande come il nostro, mari compresi. Vi sono fiumi, laghi, pianure, città, castelli, come da noi; eppure *altri* da quelli nostri. Terra e Luna, così come si scambiano dimensioni e immagine, così invertono le loro funzioni; vista di quassù, è la Terra che può esser detta il mondo della Luna; se la ragione degli uomini è quassù che si conserva, vuol dire che sulla Terra non è rimasta che la pazzia<sup>24</sup>.

Calvino legge così l'immaginario cosmologico di Ariosto in sintonia con la tradizione tomistica e dantesca, immersa

<sup>24</sup> *Italo Calvino racconta l'Orlando Furioso*, a cura di C. Minoia, Einaudi, Milano 2004<sup>4</sup> (prima edizione: *Orlando furioso di Ludovico Ariosto raccontato da Italo Calvino*, Einaudi, Milano 1970), XVII. *Astolfo sulla Luna*, pp. 110-119 (citazioni alle pp. 113 e 114-115) (il commento concerne le ottave 70-75 del Canto XVII).

nell'universo aristotelico-tolemaico, contrapponendovi la svolta promossa da Galileo.

Piú complessa l'interpretazione della *Piccola cosmogonia portatile* di Queneau, autore particolarmente caro a Calvino. Nel saggio introduttivo all'opera, efficacemente tradotta da Sergio Solmi, Calvino cerca di seguire l'intero repertorio scientifico messo in gioco da Queneau, tradotto sotto il segno di Hermes:

La poetica di cui la *Piccola cosmogonia portatile* è insieme manifesto ed esemplificazione è dichiarata a metà del canto III, là dove Queneau, passando in rassegna gli elementi chimici, arriva al mercurio, e dal mercurio argento vivo passa al Mercurio pianeta e al dio Hermes-Mercurio, patrono dell'eloquenza e dell'arte retorica, «minatore dell'allusione, sarto di metafore». A Mercurio il poeta chiede di spiegare ai lettori le ragioni di quest'opera, «perché questa poesia è tua figlia, benchè chiara e diafana, limpida e ingenua, agreste e pur scientifica, esametrica e candida». Essendosi messo sotto l'ala di Hermes, Queneau si sente però in dovere di dichiarare subito: «Non sono certo ermetico, ed anzi di buon grado accetto l'ermeneutica» (e di aggiungere: «nota bene che ancora non t'ho chiamato Trismegisto») <sup>25</sup>.

Di tale poetica cosmica che rifiuta insieme l'iscrizione nella tradizione letteraria e «la freddezza anonima e impoetica del linguaggio scientifico» Calvino si sente direttamente partecipe: «Si tratta di seguire insomma la doppia linea d'attacco e di difesa che delimita il cammino tracciato da

<sup>25</sup> I. Calvino, *Piccola guida alla Piccola cosmogonia* (1978-81), in R. Queneau, *Piccola cosmogonia portatile* [1950], traduzione di Sergio Solmi, Einaudi, Torino 2003, pp. 147-192 (citazione alla p. 147). Cfr. anche I. Calvino, *La filosofia di Raymond Queneau*, in Id., *Perché leggere i classici*, cit., pp. V-XXVII (pubblicato come *Introduzione* e *Nota*, in R. Queneau, *Segni, cifre e lettere e altri saggi*, Einaudi, Torino 1981).

Queneau e che potremmo definire come battaglia sui due fronti per sconfiggere tanto la rarefazione squisita del “cosmico” nella poesia tradizionale, quanto la freddezza anonima e impoetica del linguaggio scientifico e dell’informazione manualistica»<sup>26</sup>.

Se si passa dalla riflessione teorica alla produzione letteraria di Calvino, non si può trascurare il peso che assume la cosmologia nelle *Cosmicomiche*<sup>27</sup>. E soprattutto nelle *Cosmicomiche* più propriamente dette, pubblicate tra il 1964 e il 1968. Mi riferisco alle *Cosmicomiche* inserite nel libro del 1965 – *La distanza della Luna* (novembre 1964), *Sul far del giorno* (novembre 1964), *Un segno nello spazio* (novembre 1964), *Tutto in un punto* (novembre 1964), *Senza colori* (aprile 1965), *La forma dello spazio* (14 novembre 1965), *Gli anni-luce* (novembre 1965) –, a quella incorporata in *Ti con zero – La molle Luna* (ottobre 1967) –, a quelle raccolte nelle *Altre storie cosmicomiche* (1968) –, *La Luna come un fungo* (16 maggio 1965), *Le figlie della Luna* (maggio 1968), *I meteoriti* (31 ottobre 1965), *Il cielo di pietra* (novembre 1968), *Fino a che dura il Sole* (11 aprile 1965) *Tempesta solare* (novembre 1968),– e alle due proposte nelle *Cosmicomiche nuove* (*Il niente e il poco* [settembre 1984] e *L’implosione* [settembre 1984]). Tutti questi racconti sono mossi da uno sguardo cosmologico e fanno riferimento a teorie astronomiche e cosmologiche. In alcuni di essi sono addensati squarci di poeticità “lunare” degni del confronto con le pagine galileiane e con le liriche leopardiane.

<sup>26</sup> *Ibid.*, p. 148.

<sup>27</sup> I. Calvino, *Tutte le cosmicomiche*, a cura di Claudio Milanini, Mondadori, Milano 1997. Il libro comprende: *Le cosmicomiche* (1965), *Ti con zero* (1967), *Altre storie cosmicomiche* (1968), *Cosmicomiche nuove* (1984) e *Una cosmicomica trasformata* (1980).

diane; qui davvero Calvino ha pensato «la luna in un modo nuovo» (come scriveva nel ricordato articolo del 1967)<sup>28</sup>, sviluppando un visione fantastica all'altezza del sapere scientifico del nostro tempo, con modalità simili a quelle proposte nelle pagine "lunari" di Galileo e di Leopardi.

A mo' di esemplificazione richiamo alcuni passi. Nella chiusa della *Distanza dalla Luna* il vecchio Qfwfq così ricorda la scomparsa della signora Vhd Vhd:

Era il dolce ritorno, la patria ritrovata, ma il mio pensiero era solo di dolore per lei perduta, e i miei occhi s'appuntavan sulla Luna per sempre irraggiungibile, cercandola. E la vidi. Era là dove l'avevo lasciata, coricata su una spiaggia proprio sovrastante alle nostre teste, e non diceva nulla. Era del colore della Luna; teneva l'arpa al suo fianco, e muoveva una mano in arpeggi lenti e radi. Si distingueva bene la forma del petto, delle braccia, dei fianchi, così come ancora la ricordo, così come anche ora che la Luna è diventata quel cerchietto piatto e lontano, sempre con lo sguardo vado cercando lei appena nel cielo si mostra il primo spicchio, e piú cresce piú m'immagino di vederla, lei o qualcosa di lei ma nient'altro che lei, in cento in mille viste diverse, lei che rende Luna la Luna e che ogni plenilunio spinge i cani tutta la notte a ululare e io con loro<sup>29</sup>.

Nella *Molle Luna* si immaginano gli effetti prodotti sulla Terra dalla cattura gravitazionale della Luna e dalla caduta di frammenti di Luna, che avrebbero prodotto i continenti terrestri:

Io non ascoltavo la sua spiegazione: la Luna, ingrandita dal telescopio, m'appariva in tutti i particolari, ossia me ne appari-

<sup>28</sup> I. Calvino, *Il rapporto con la luna*, I. Calvino, *Una pietra sopra*, cit., p. 220.

<sup>29</sup> *Ibid.*, pp. 23-24.

vano molti particolari insieme, così mescolati che più la osservavo meno ero sicuro di com'era fatta, e solo potevo testimoniare l'effetto che questa vista provocava in me, un effetto d'affascinato disgusto. Per prima cosa potrei dire delle venature verdi che la percorrevano, più fitte in certe zone, come un reticolo, ma questo a dire il vero era il particolare più insignificante, meno vistoso, perché quelle che erano, diciamo, le sue proprietà generali sfuggivano a una presa dello sguardo, forse per il luccichio un po' viscido che trasudava da una miriade di pori, si sarebbe detto, o opercoli, e anche in certi punti da estese tumefazioni della superficie, come bubboni oppure ventose<sup>30</sup>.

Nella chiusa di *La Luna come un fungo*, che mette in scena il distacco della Luna dalla Terra in seguito a una marea solare, Calvino propone un desolato sguardo lunare:

Alle volte alzo lo sguardo alla Luna e penso a tutto il deserto, il freddo, il vuoto che pesano sull'altro piatto della bilancia, e sostengono questo nostro povero sfarzo. Se sono saltato in tempo da questa parte è stato un caso. So che sono debitore alla Luna di quanto ho sulla Terra, a quello che non c'è di quel che c'è<sup>31</sup>.

E infine in *Le figlie della Luna* appaiono le oscillazioni imprevedibili di una Luna «malata» e «smarrita»:

Antiche espressioni come lunapiena mezzaluna ultimo quarto continuavano a essere usate ma erano soltanto modi di dire: come la si poteva chiamare "piena" quella forma tutta crepe e brecce che pareva sempre sul punto di franare in una pioggia di calcinacci sulle nostre teste? E non parliamo di quando era tempo di luna calante! Si riduceva a una specie di crosta di formaggio mordicchiata, e spariva sempre prima del previsto. A lunanuova, ci domandavamo ogni volta se non sarebbe più tornata a mostrarsi

<sup>30</sup> *Ibid.*, p. 157.

<sup>31</sup> *Ibid.*, p. 296.

(speravamo che sparisse così?) e quando rispuntava, sempre più somigliante a un pettine che sta perdendo i denti, distoglievamo gli occhi con un brivido;

La Luna pareva smarrita; abbandonato il solco della sua orbita non sapeva più dove andare; si lasciava trasportare come una foglia secca. Ora sembrava calare a picco verso la Terra, ora avviarsi in una spirale, ora andare alla deriva. Perdeva quota, questo è certo: per un momento sembrò che andasse a sbattere contro l'Hotel Plaza, invece prese d'infilata il corridoio tra due grattacieli, sparì alla nostra vista verso lo Hudson. Riapparve poco dopo, dalla parte opposta, spuntando da dietro una nuvola, inondando d'una luce calcinosa Harem e l'East River, e come per l'alzarsi d'un colpo di vento rotolava verso il Bronx<sup>32</sup>.

In tutti questi passi lo sguardo "lunare" è perturbante e deviante rispetto a una visione tradizionale, proprio perché rappresenta teorie selenologiche che mettono in crisi il nostro comune "vedere" la Luna. Ne risulta accentuato un senso di mutevolezza e di imperfezione che fa contrasto con la presenza persistente di figure "umane" o viventi; la procedura straniante e "comica" appare come una versione capovolta della prospettiva antiantropocentrica leopardiana: come in Leopardi lo sguardo sul cosmo si risolve in uno «spettacolo senza spettatore»<sup>33</sup>, così in Calvino la presenza dello spettatore, spesso "troppo umano" rende inverosimile lo sguardo stesso spingendolo verso il comico. Ma non è questo il luogo per approfondire la poetica cosmica di Calvino.

Torno in chiusura a ripercorrere il nesso Calvino-Galileo-Leopardi aggiungendo qualche annotazione sulla pre-

<sup>32</sup> *Ibid.*, pp. 298 e 301.

<sup>33</sup> Su questo punto mi permetto di rinviare al mio *Spettacolo senza spettatore. Dalla «pietade illuminata» al Dialogo di un folletto e di uno gnomo*, «Rivista di Storia della Filosofia», anno LX, n.s. 2, 2005, pp. 265-306.

senza dei passi galileiani della *Crestomazia* nella riflessione di Calvino. L'indice migliore di tale presenza è fornito dal saggio su *Le livre de la nature chez Galilée* (1985)<sup>34</sup>.

In questo articolo Calvino cita vari passi galileiani, alcuni dei quali corrispondono parzialmente o per intero a quelli scelti da Leopardi. È il caso della fine della I giornata del *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, dove si esalta il valore straordinario dell'invenzione dell'alfabeto, «con i vari accozzamenti di venti caratteruzzi sopra una carta» (brano XXIX della *Crestomazia*, dal titolo *Acutezza dell'ingegno umano*) o del passo della Dedicatoria del *Dialogo*, nella quale si torna a menzionare il «gran libro della natura», in questo caso ripreso soltanto nella sua frase conclusiva («Chi mira più alto, si differenzia più altamente: e 'l volgersi al gran libro della natura, che è 'l proprio oggetto della filosofia, è il modo per alzar gli occhi»; brano XXXII. *Differenza grande che è da uomo a uomo*). Ancora più significativa risulta la scelta del passo del *Saggiatore* sulla «nobiltà» e la «perfezione» delle figure geometriche, che riproduce il brano XVIII della *Crestomazia*, dopo aver richiamato la lettera a Gallanzoni, antologizzata da Leopardi nel brano precedente sullo stesso argomento (XVII. *Leggerezza e vanità dei giudizi degli uomini circa le perfezioni e le imperfezioni delle cose*). Calvino scrive:

Un quesito che Galileo si pone più volte per ironizzare sul vecchio modo di pensiero è il presente: le forme geometriche

<sup>34</sup> I. Calvino, *Il libro della natura in Galileo* (1985) (traduzione dall'originale francese di Carlo Fruttero), in Id., *Perché leggere i classici*, cit., pp. 90-97 (pubblicato con il titolo *Le livre de la nature chez Galilée*, in *Exigences et perspectives de la sémiotique*, a cura di H. Parret & H.G. Ruprecht, John Benjamins, Amsterdam-Philadelphia 1985, II, pp. 683-688) (d'ora in poi citerò il saggio nel testo con la sigla LNG seguita dal numero di pagina).

regolari devono considerarsi piú nobili, piú perfette delle forme naturali empiriche, accidentate, ecc. È soprattutto a proposito delle irregolarità della Luna che la questione viene discussa: c'è una lettera di Galileo a Gallanzone Gallanzoni interamente consacrata all'argomento; ma basterà citare il passo del *Saggiatore*, 38 [...]. (LNG 94)

La connessione logica e argomentativa tra la riflessione proposta nella lettera a Gallanzoni e quella presente nel *Saggiatore* è senza ombra di dubbio ricavata dalla scelta leopardiana, riprodotta qui nella sostanza del ragionamento intorno alla presunta perfezione delle figure geometriche, e di converso dei corpi celesti. La dipendenza dalla fonte leopardiana è ulteriormente confermata dal penultimo passo trascritto nell'articolo, ritenuto da Calvino «Una delle pagine piú belle e importanti del Dialogo» (LNG 96): si tratta del brano XIX della *Crestomazia*, che consiste nell'«elogio della Terra come oggetto di alterazioni, mutazioni, generazioni» (LNG 96) e che segue immediatamente – nella *Crestomazia* – i due passi sopra richiamati, rimanendo sotto il medesimo argomento proposto per la lettera a Gallanzoni (*Leggerezza e vanità dei giudizi degli uomini circa le perfezioni e le imperfezioni delle cose*). L'interpretazione fornita da Calvino situa Galilei tra coloro che piú conseguentemente hanno messo in questione «un'immagine di inalterabilità della natura» abolendo «l'opposizione tra cieli immutabili e elementi terrestri» (LNG 97); si tratta di una lettura della filosofia galileiana della natura che pone in stretta connessione la metafora del «gran libro» con l'elogio delle mutazioni e alterazioni presenti nei corpi celesti e sulla Terra. Non appare superfluo ricordare che proprio intorno alla visione della perenne trasformazione e alterazione della natura si sofferma Leopardi con la sua selezione di brani galileiani, in stretta connessione con la propria concezione

“stratonica” del cosmo. Calvino quindi tocca un punto rilevante del pensiero galileiano, antiplatonico e antiaristotelico, messo bene in evidenza dalla prospettiva del materialismo dinamico e “stratonico” leopardiano. La sua adesione al modello “lunare” di Leopardi non concerne soltanto lo stile, ma riguarda anche il pensiero; come per Leopardi, anche per Calvino stile e pensiero coincidono in una filosofica e immaginifica visione della natura.

Gaspare Polizzi è professore di Storia della Scienza presso l'Università di Firenze.



GIANNI ZANARINI

ROBOT E ANDROIDI:  
CREATURE CINEMATOGRAFICHE  
COME SPECCHI DELL'UMANO

*Fantasie tecnologiche e immagini dell'umanità*

Le fantasie relative ad artefatti che si comportano – almeno per qualche aspetto – come esseri viventi risalgono a molto lontano: esse si ricollegano infatti alla leggenda ebraica del Golem, fantoccio che prende vita per mezzo della parola *'Emèth* (verità)<sup>1</sup>.

Nelle diverse epoche, queste fantasie sono legate alle tecniche che vengono considerate le piú efficaci, le piú potenti. Cosí, nel rinascimento è la chimica (meglio sarebbe dire l'alchimia) la scienza con l'aiuto della quale si fantastica di costruire *homunculi*. Troviamo questa fantasia già in Paracelso, che parla «del modo di fabbricare chimicamente degli *homunculi*, i quali, nati appena a quella loro vita artificiale, già sono dotati di intelligenza e di conoscenza»<sup>2</sup>. Anche l'*homunculus* goethiano, appena formato, è già perfettamente in grado di dialogare con Wagner, suo creatore e antico scolaro di Faust.

<sup>1</sup> G. Israel, *La macchina vivente: contro le visioni meccanicistiche dell'uomo*, Bollati Boringhieri, Torino, 2004, p. 35.

<sup>2</sup> Paracelso, *De generatione rerum naturalium*, 1599.

WAGNER – Si sta fabbricando un uomo.

MEFISTOFELE – Un uomo? E che ci avete dunque nascosto nella cappa del camino: una coppia di amanti?

WAGNER – Dio ne scampi! La vecchia moda di generare noi la dichiariamo roba ridicola. [...] Finalmente si può sperare che, se combinando centinaia di elementi si riesce a ottenere la sostanza umana (la combinazione, vedete, è quel che importa!), chiudendola poi in una storta e distillandola accuratamente l'opera in silenzio si compirà. (*volto al fornello*) Si compie! La massa si fa più trasparente, e più sicura la mia convinzione. Ciò che si voleva proclamare in natura un mistero, noi osiamo sperimentarlo razionalmente; e quel che la natura produce per organismo, noi lo produciamo per cristallizzazione. [...] Vedo già la forma leggiadra di un gentile omino che gesticola. [...] Ormai il segreto è scoperto<sup>3</sup>.

Un filo rosso lega tra loro le fantasie che si susseguono sulla creazione dell'uomo da parte dell'uomo, sul sogno dell'uomo di sostituirsi al suo Creatore, di «scoprire il segreto», per usare le parole del Wagner di Goethe, di «sperimentare razionalmente ciò che si voleva proclamare in natura un mistero». Ma la novità che distingue le fantasie dei secoli successivi da quelle dei maghi-scienziati rinascimentali, con le loro storte e i loro alambicchi, è – come si è accennato – lo sviluppo della tecnica: una tecnica che, a sua volta, si fonda sull'orgogliosa certezza della scoperta dei segreti della natura da parte della scienza.

Nel seicento, trionfa il meccanicismo: la fisica è la regina delle scienze, la materia e il movimento sono i criteri di spiegazione del mondo. Cartesio immagina che anche gli esseri viventi siano macchine – con un'eccezione per il pensiero, *res cogitans*. Gli automi settecenteschi sono immagini di

<sup>3</sup> W. Goethe, *Faust*, Einaudi, Torino, 1965, pp. 196-197.

questo meccanicismo, che viene radicalizzato nell'opera di La Mettrie<sup>4</sup>: tutti conoscono le fotografie e le descrizioni della suonatrice di clavicembalo che esegue con espressione brani musicali, dello scrivano capace di vergare in bella scrittura piú documenti, dell'anatra apparentemente dotata di funzioni fisiologiche.

Le creazioni di Vaucanson o Jaquet-Droz, al di sotto della loro apparenza vivente e pensante, sono in grado soltanto di eseguire programmi prestabiliti, inscritti, per cosí dire, nei loro innumerevoli ruotismi e meccanismi. Eppure, essi suscitano ammirazione ed entusiasmo; addirittura – come immagina all'inizio dell'Ottocento E.T.A.Hoffmann nel suo racconto *L'uomo della sabbia* – possono far nascere sentimenti di amore, paradossalmente proprio per la loro mancanza di volontà e di autonomia, per il fatto di essere progettati come oggetti di desiderio.

Il concerto era alla fine, e cominciò il ballo. «Ballare con lei, con lei!»: questo era lo scopo ultimo di tutti i desideri di Nataniele; ma come trovare il coraggio di invitare lei, la reginetta della festa? Bene.. egli stesso non seppe come avvenne, ma, quando la danza ebbe inizio, si trovò proprio accanto a Olimpia che non era ancora stata invitata; le strinse la mano, riuscendo appena a pronunciare qualche parola. Gelida era la mano di Olimpia. Si sentí scosso da un brivido mortale, fissò Olimpia negli occhi che lo guardavano pieni d'amore e di desiderio e gli parve che in quel momento, in quelle fredde mani incominciassero a pulsare le vene e a scorrervi vive correnti di sangue. Anche nel cuore di Nataniele sempre piú avvampò il desiderio d'amore, e stringendo la bella Olimpia si lanciò nella danza<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> J.O. de La Mettrie, *L'uomo macchina* (1748), SE, Milano, 1990.

<sup>5</sup> E.T.A. Hoffmann, *L'uomo della sabbia e altri racconti* (1816), Mondadori, Milano, 1987, p. 49.

Anche Federico Fellini, nel suo film *Casanova* del 1976, immagina una scena analoga, attribuendole una dimensione erotica ancora piú esplicita.

L'elettricità, con le sue meraviglie, sembra una strada nuova ed efficace per dar vita alle macchine, per renderle capaci di autonomia. Troviamo questa fantasia nel romanzo *Eva futura*, di Villiers de l'Isle-Adam, del 1886, incentrato sulla figura del grande inventore Thomas Alva Edison. Già nel 1831, d'altra parte, era comparso *Frankenstein* di Mary Shelley<sup>6</sup>, e anche qui la nuova tecnologia elettrica di Volta e Galvani veniva immaginata come la modalità elettiva e potente per la creazione.

Il riferimento alla tecnologia costruttiva, nel caso di questi antesignani dei robot, è lasciato nel vago, al di là di una generica citazione dei prodigi dell'elettricità. Nel caso, ad esempio, dell'andreide Hadaly (l'Eva futura, appunto), definita «creatura elettro-umana» e «Sherazade dell'elettricità», si parla di «archivi di rame sonanti» per immagazzinare nei polmoni ogni sorta di frasi, e di «generazione artificiale»<sup>7</sup>.

Una fondamentale svolta tecnica ha avuto luogo, nella seconda metà del Novecento, con la cibernetica, che ha posto al centro dei propri interessi – in una prospettiva di realizzazione, e non piú di pura fantasia – l'interazione delle macchine col mondo: un mondo imprevedibile e sconosciuto, ben diverso dal rispettoso spazio vuoto che separava gli automi dai loro stupefatti ammiratori<sup>8</sup>. Le macchine,

<sup>6</sup> M. Shelley, *Frankenstein* (1831), Mondadori, Milano, 1994.

<sup>7</sup> P.A.M. Villiers de l'Isle-Adam, *L'Eve future*, GF-Flammarion, Paris, 1992, p. 240. Un automa di questo tipo, come si vedrà, è protagonista del film *Metropolis* di Fritz Lang (1926).

<sup>8</sup> N. Wiener, *Introduzione alla cibernetica* (1947), Einaudi, Torino, 1958.

dunque, hanno imparato ad acquisire ed elaborare informazioni sull'ambiente, a muoversi nello spazio, a evitare gli ostacoli, a reagire all'imprevisto. La cibernetica, a sua volta, ha potuto realizzare i propri «veicoli pensanti» (così li definì Valentino Braitenberg in un suo libro)<sup>9</sup> grazie allo sviluppo di sensori adeguati (di posizione, di velocità, di accelerazione, di luce, ecc.) e soprattutto grazie all'elettronica, che ha permesso di trasferire nel mondo fulmineo e quasi immateriale dell'elettricità funzioni ed elaborazioni straordinariamente difficili o addirittura impossibili da realizzare meccanicamente.

Senza apprendimento dall'esperienza, però, senza memoria, ogni evento è completamente nuovo: il passo successivo, dunque, è quello in cui le macchine imparano, e diventano sempre più efficaci nell'interazione col mondo. Ciò accade con l'aiuto fondamentale della tecnologia che caratterizza il secolo ventesimo: la tecnologia informatica, che l'elettronica ha permesso di costruire intorno ai concetti di informazione e di elaborazione dell'informazione. A sua volta, questa innovazione concettuale – la centralità dell'informazione, che ha giocato un ruolo fondamentale anche nella comprensione dei processi vitali – si è consolidata appoggiandosi al prodigioso sviluppo dei calcolatori elettronici, che elaborano appunto informazioni codificate.

Ecco allora che è divenuto possibile, per le macchine dotate di un "cervello" elettronico e non più di un "cervello" a camme o a ingranaggi, apprendere dall'esperienza. Ad esempio, una macchina che deve muoversi in un certo insieme di ambienti, potrà partire urtando disordinatamente qua e là, ma a poco a poco le informazioni di ritorno

<sup>9</sup> V. Braitenberg, *I veicoli pensanti*, Garzanti, Milano, 1984.

– i *feedback* dall’ambiente – la porteranno a costruirsi una mappa del suo territorio di riferimento. In un certo senso, con una espressione senz’altro esagerata, potremmo dire che la macchina si fa un modello del mondo: un mondo molto limitato, certo, ma pur sempre un mondo.

È l’intelligenza artificiale nella sua versione funzionalista ad aver affrontato questo tipo di problemi, puntando sulla dimensione simbolica dell’intelligenza, ossia su programmi basati su regole precise e formalizzabili, indipendenti dal supporto realizzativo.

L’intelligenza che si tentava di instillare nella macchina era quella di cui siamo piú consapevoli, cioè quella di tipo razionale, simbolico e algoritmico. [...] Venivano cosí poste le premesse teoriche e la giustificazione filosofica della versione forte dell’Intelligenza Artificiale, secondo la quale tutta l’attività mentale dell’uomo è di tipo algoritmico. [...] La classica domanda se una macchina sia in grado di pensare si precisa in un’altra, che meglio riflette la posizione dell’Intelligenza Artificiale funzionalistica: una macchina è in grado di pensare (solo) grazie all’esecuzione di un programma formale, di un algoritmo? La risposta dell’Intelligenza Artificiale funzionalistica piú estrema è sí: perché l’informazione è rappresentata da successioni di simboli su cui si può operare con regole sintattiche che prescindono dal significato e dal supporto materiale dei simboli<sup>10</sup>.

Possiamo situare l’inizio del “pensiero” delle macchine, nel senso ora accennato, intorno agli anni Settanta del Novecento. La fantascienza cinematografica ha allora potuto porsi problemi nuovi e inediti a proposito di questi artefatti, problemi che la fantascienza classica aveva soltanto intuito, non potendo conoscere quelli che sarebbero

<sup>10</sup> G.O. Longo, *Homo technologicus*, Meltemi, Roma, 2001, pp. 58-81.

stati i successivi sviluppi della tecnologia: quali sono le caratteristiche del pensiero delle macchine? qual è la loro autonomia dalle regole inscritte dai costruttori nelle loro memorie? costituiscono, queste macchine di nuovo tipo, un prezioso aiuto per l'umanità, ovvero possono diventare una minaccia? e perché, per quale ragione connessa alle loro specifiche modalità di pensiero? l'eventuale minaccia per l'umanità si fonda su di un giudizio di valore elaborato dalle macchine nei riguardi dell'umanità stessa?<sup>11</sup>

Ma queste intelligenze artificiali sono sfidate da tipologie di apprendimento ancora più complesse. Pensiamo ad esempio al riconoscimento di un testo scritto a mano: in quanti modi diversi può venire scritta una "a"! E non si può nemmeno definire una serie di regole precise per discriminare ciò che è una "a" da ciò che non lo è. È l'esperienza – una esperienza intuitiva, solo in parte e con difficoltà esprimibile a parole – a portare alla costruzione del concetto di "a" come classe che comprende tutte le possibili varietà di scrittura.

Di fronte a problemi non razionalmente ben definiti, non formulabili matematicamente, "sfumati" (*fuzzy*, come vengono definiti) l'intelligenza artificiale ha inventato strade nuove, che si appoggiano ad architetture, come le cosiddette reti neurali, che simulano (sia pure a grandi

<sup>11</sup> Questi temi sono anticipati con particolare efficacia nell'opera letteraria di Isaac Asimov (si veda in particolare *Tutti i miei robot*, Mondadori, Milano, 1985) e nel dramma teatrale R.U.R di Karel Čapek, del quale si riparerà in seguito. Tra i film che riprendono questi temi, coniugandoli con gli sviluppi della tecnologia, vanno ricordati in particolare *2001: Odissea nello spazio*, *Westworld*, *Futureworld*, *Io, Robot*. Il presente lavoro non intende proporre una rassegna esaustiva dei film nei quali compaiono robot o androidi, quanto piuttosto scegliere alcuni film particolarmente significativi per illustrare un percorso tematico. Una rassegna più ampia e articolata si può trovare in M. Merzagora, *Scienza da vedere. L'immaginario scientifico sul grande e sul piccolo schermo*, Sironi, Milano, 2006.

linee) la struttura del cervello, fatta di neuroni fittamente interconnessi<sup>12</sup>.

Si tratta in sostanza di costruire un dispositivo simile (sia pure molto alla lontana) al cervello, cioè fatto di neuroni interconnessi, e di aggiustarne i parametri in modo che il suo comportamento si avvicini a quello del sistema nervoso centrale. [...] Per costruire un'intelligenza artificiale di tipo umano [...] è necessario integrare gli strumenti alti e deboli della razionalità computante con gli strumenti bassi e robusti della corporeità<sup>13</sup>.

Strutture di questo genere – sistemi complessi – presentano potenzialità nuove di categorizzazione, rappresentazione, classificazione autonoma (indipendente, cioè, da regole e da obiettivi prefissati dal costruttore).

I sistemi complessi sono formati da un grande, spesso grandissimo numero di elementi. Gli elementi interagiscono tra loro localmente, il che vuol dire che ogni elemento interagisce solo con un numero limitato di altri elementi con cui è collegato. Dalle numerosissime interazioni locali emergono proprietà globali del sistema che non sono prevedibili e deducibili anche conoscendo alla perfezione gli elementi e il modo in cui interagiscono, e anche se ogni interazione tra elementi è un normale processo di causa ed effetto. Questo significa che i sistemi complessi separano determinismo causale e prevedibilità, che invece sono tradizionalmente legati tra loro nei sistemi semplici<sup>14</sup>.

<sup>12</sup> R. Serra, G. Zanarini, *Complex systems and cognitive processes*, Springer Verlag, Heidelberg, 1990.

<sup>13</sup> G.O. Longo, *Homo technologicus*, Meltemi, Roma, 2001, p. 85. Per una rassegna introduttiva agli sviluppi dell'intelligenza artificiale, si può vedere Y.Castelfranchi, O. Stock, *Macchine come noi. La scommessa dell'intelligenza artificiale*, Laterza, Bari, 2000.

<sup>14</sup> D. Parisi, *Nuovi modelli per studiare la mente*, in P. Calissano (a cura di), *Le nuove frontiere della mente*, Il Melangolo, Genova, 2006.

Si può immaginare che queste caratteristiche dell'apparato "cerebrale" di un automa sufficientemente complesso in stretta interazione col mondo possano consentire lo sviluppo di un pensiero, a sua volta, piú complesso e articolato: di un pensiero capace addirittura di elaborare fantasie, di porsi obiettivi, di generare giudizi autonomi, di interpretare criticamente le regole inscritte dai costruttori, addirittura di pensare se stesso<sup>15</sup>.

E perché non immaginare che questi esseri artificiali possano addirittura provare emozioni, sentimenti, passioni? Quale sarà allora l'interazione con l'umanità di queste creature artificiali?<sup>16</sup>

Dunque, le scienze e le tecnologie del Novecento – cibernetica, elettronica, informatica, intelligenza artificiale – hanno portato alla costruzione di macchine pensanti enormemente piú complesse ed efficaci di quelle del passato. Di conseguenza, le fantasie relative a queste macchine risentono di tali sviluppi, anche quando – come accade nel caso di parecchi film – l'ispirazione per la sceneggiatura nasce da racconti di fantascienza di parecchi anni prima<sup>17</sup>.

Si tratta di fantasie che si intrecciano e addirittura si sovrappongono alla riflessione filosofica sul pensiero umano. Infatti, come si afferma sempre piú da parte di scienziati e filosofi, non è anche il pensiero il prodotto del funzionamento di un organo – il cervello – che in quanto

<sup>15</sup> A questo proposito, sono particolarmente significativi i film *Westworld*, *Futureworld*, *Io, Robot*, *L'uomo bicentenario*.

<sup>16</sup> Ancora una volta, si può incontrare una prima formulazione di questi temi in Asimov. Essi sono al centro di numerosi film, tra cui spiccano *I.A.*, *Alien*, *Generazione Proteus* e *L'uomo bicentenario*.

<sup>17</sup> In particolare, le sceneggiature di *Io, Robot* e *L'uomo bicentenario* sono ispirate a racconti di Asimov.

realtà materiale è soggetto alle leggi deterministiche scoperte dalla scienza?

Oggi nessuno scienziato o filosofo si sentirebbe di dire che esistono due realtà distinte, la realtà fisica della natura e la realtà spirituale della mente, come pensava nel seicento Cartesio quando distingueva tra *res extensa* e *res cogitans*<sup>18</sup>.

In questa prospettiva, che potremmo definire neo-materialistica, o naturalistica, la conoscenza scientifica sul funzionamento del cervello è la strada maestra per la comprensione della mente.

Per quanto mi riguarda, il cosiddetto problema mente-corpo non racchiude alcun mistero. La mente è semplicemente ciò che fa il cervello<sup>19</sup>.

Ma come spiegare l'emergere dell'esperienza della libertà, dell'intenzionalità, della coscienza da un sistema – quello cerebrale – soggetto alle leggi deterministiche che governano la natura?

Tutti gli animali hanno necessariamente input che provengono dall'interno del corpo oltre che input che provengono dall'esterno. Ma non tutti gli input interni sono vita psichica. Una vita psichica ce l'hanno solo gli animali che hanno un sistema nervoso abbastanza complesso da includere circuiti che permettono la generazione puramente interna di input a cui lo stesso sistema nervoso risponde. [...] La vita psichica contiene un elemento di coscienza che sembra dipendere proprio da questo meccanismo di autogenerazione degli input<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> D. Parisi, *Nuovi modelli per studiare la mente*, in P. Calissano (a cura di), *Le nuove frontiere della mente*, cit.

<sup>19</sup> M. Minsky, *La società della mente* (1985), Adelphi, Milano, 1989, p. 563.

<sup>20</sup> D. Parisi, *Nuovi modelli per studiare la mente*, in P. Calissano (a cura di), cit.

In questo modo, attraverso la completa naturalizzazione del pensiero umano (cioè attraverso la concezione del pensiero come ciò che emerge da una complessa organizzazione cerebrale), la differenza tra i robot e l'uomo sembra ridursi a un fatto quantitativo (numero di neuroni e di interconnessioni, modelli più o meno complessi di funzionamento dei neuroni stessi intesi come elementi singoli ovvero come aggregati che funzionano come "robot" mentali)<sup>21</sup>.

C'è una tradizione popolare che considera l'essere umano come un agente responsabile, al timone di comando del suo stesso destino, poiché, sostiene, l'uomo è essenzialmente anima, un pezzo immateriale e immortale di materia divina che abita e controlla il suo corpo materiale come farebbe un fantomatico burattinaio. [...] Non abbiamo bisogno di ricorrere alle care vecchie anime immateriali per mantenere vive le nostre speranze; le nostre aspirazioni di esseri morali, i cui atti e le cui vite hanno un senso, non dipendono affatto dalla presenza di una mente che obbedisca a una fisica differente da quella che governa il resto della natura. [...] Ognuno di noi è composto di robot non pensanti e da nient'altro; non abbiamo alcun ingrediente non-fisico o non-robotico. Le differenze che distinguono una persona dalle altre sono tutte riconducibili al modo in cui, durante una vita di crescita ed esperienza, le squadre dei loro personali robot si sono assemblate<sup>22</sup>.

Nel brano appena citato, la parola robot è ovviamente impiegata per fare riferimento agli elementi che costituiscono la complessa organizzazione cerebrale. Ma è ben chiaro, più in generale, il parallelismo tra gli esseri umani e

<sup>21</sup> Diversi scienziati e filosofi rifiutano però questa visione totalmente naturalistica dell'umanità. Si veda ad esempio G. Israel, *La macchina vivente: contro le visioni meccanicistiche dell'uomo*, cit.

<sup>22</sup> D.C. Dennett, *L'evoluzione della libertà*, Cortina, Milano, 2004, pp. 1-7.

gli esseri artificiali: in questa prospettiva, si può giungere ad affermare che anche una macchina pensante, purché dotata di un sufficiente grado di complessità e di interazione con l'ambiente, potrebbe provare desideri, cercare la propria libertà, avere una coscienza.

La macchina pensante, dunque, non è piú semplicemente un artefatto, una macchina creata dall'uomo per certi scopi: è una versione moderna dell'*homme machine* di La Mettrie, nella quale l'accento è posto soprattutto sul pensiero, *res cogitans* che emerge dalla *res extensa*. Non è un caso che nelle opere di fantascienza cinematografica questi artefatti assumano fattezze sempre piú antropomorfe<sup>23</sup>: si tratta infatti di specchi che propongono una riflessione sull'umanità, sulla sua evoluzione, sulle facoltà e qualità che profondamente la caratterizzano e la distinguono dagli altri esseri viventi, sul senso dell'esistenza individuale<sup>24</sup>.

Fin qui, si è fatto riferimento a una tecnologia, una scienza e una fantascienza cinematografica che hanno privilegiato il pensiero e la mente, e il loro rapporto col mondo. Ma l'essere umano è fatto anche di carne e sangue, si sviluppa a partire da una riproduzione sessuata e da un codice genetico, ha una vita limitata. Che cosa cambia allora se al posto dell'uomo di La Mettrie rivisitato collochiamo esseri artificiali che con l'umanità condividono anche questi aspetti?

Come si ricorderà, già nel romanzo *Eva futura* si accennava genericamente a una "generazione artificiale", e la

<sup>23</sup> Le eccezioni si collocano soprattutto all'inizio di questo filone di fantascienza cinematografica: ricordiamo in particolare il servizievole robot del film *Il pianeta proibito* di Fred McLeod Wilcox (1956) e il computer Hal di *2001: Odissea nello spazio* di Stanley Kubrick (1968).

<sup>24</sup> A. Amartin-Serin, *La création défiée*, Presses Universitaires de France, Paris, 1996, p. 321.

creatura del barone Frankenstein veniva costruita a partire da materiale biologico. Ma è soprattutto dalla seconda metà del Novecento in poi, parallelamente al tumultuoso sviluppo delle scienze biologiche, che si è sviluppato un filone di fantascienza cinematografica nel quale la creazione di esseri artificiali non si ispira più tanto alla cibernetica e all'elettronica, quanto piuttosto alle biotecnologie.

Si è sviluppato così il sogno di artefatti biologici che saranno forse capaci, un giorno, di sentimenti e di pensiero, oltre che dello sviluppo di una identità personale. È il sogno che muoveva i progettisti degli androidi di *Blade Runner*, che li costruivano adulti e li fornivano di ricordi artificiali. Ma è anche il sogno di chi fantasma di costruire un giorno l'intero DNA umano in laboratorio e di replicare gli umani direttamente nello stadio adulto.

Gli androidi fatti di carne, o di una sostanza simile alla carne, sono immaginati come inquietantemente simili all'uomo: sono infatti capaci di volontà, di fantasie, di desideri, di empatia, di sentimenti di identità. Sono capaci anche, per la prima volta, di pensare la morte.

Come si vede, le fantasie e le riflessioni sui robot sono sempre più chiaramente focalizzate sull'umano: su ciò che lo caratterizza e lo differenzia dalle creature artificiali, a cui però queste ultime sembrano inquietantemente avvicinarsi.

### *Tecnologia senza anima*

Tra il maggio 1925 e l'ottobre 1926, si è realizzato a Berlino, negli studi della compagnia statale Universum, uno dei film più costosi e famosi della storia del cinema fino a quel momento. Il soggetto era stato elaborato dal regista Fritz Lang insieme con la moglie, la scrittrice Thea von Harbou. Furono girate parecchie ore di film, e la versione pubblicata

subí tali e tante vicissitudini che oggi si può solo congetturare quale fosse l'intenzione del regista.

Si tratta di un film profondamente innovativo dal punto di vista della scenografia: la visione della città di Metropolis, sviluppata in verticale, dovuta anche alle competenze architettoniche di Lang e all'influenza del movimento Bauhaus, ha profondamente influenzato le scene di film successivi come *Blade Runner* e *A.I.* Anche gli interni sono di grande interesse, e le ipotesi sugli sviluppi tecnologici (come il videotelefono) appaiono quasi profetiche.

L'azione si svolge nella città di Metropolis, nel 2026. La tecnologia – fondata essenzialmente sulla meccanica e sull'elettricità – domina ovunque. Un orologio da muro con un quadrante di dieci ore scandisce gli orari dei lavoratori, che marciano compatti per il cambio di turno. Essi vivono e lavorano nel sottosuolo. Molto al di sopra di questo mondo dei lavoratori si sviluppa la città di Metropolis, dove i rampolli della classe dominante si esercitano nello sport e si divertono nei Giardini eterni, una sorta di Eden moderno per ricchi irresponsabili.

Un giorno, mentre Freder, il figlio del capo supremo di Metropolis, si trova in questi giardini circondato di belle donne, la porta si apre e appare una giovane ragazza, insieme a un gruppo di bambini. Prima di venire cacciata, ha il tempo di esclamare: «Guardate bambini, questi sono i vostri fratelli e le vostre sorelle!». Freder, affascinato, la insegue nelle profondità della terra, e scopre così il duro mondo dei lavoratori: un'esplosione ne uccide alcuni, esauti dal lavoro.

Freder si reca allora da suo padre, il potentissimo Joh Fredersen, ma si rende conto che le condizioni dei lavoratori non gli interessano: in presenza del figlio, egli non esita addirittura a licenziare un suo diretto collaboratore perché

è all'oscuro di certe misteriose mappe che circolano tra gli operai.

Ma che cosa sono queste mappe? Fredersen chiede aiuto per decifrarle a uno scienziato dimenticato da tutti, Rotwang, che vive in una casetta dal sapore gotico. Il rapporto tra i due è assai complesso: l'amicizia tra Fredersen e Rotwang, un tempo molto stretta, è stata guastata dalla rivalità per Hel, una donna bellissima che ha infine sposato Fredersen ed è morta dando alla luce Freder.

Rotwang, ossessionato dal ricordo di lei, ha dedicato tutti i suoi sforzi a costruire un artefatto, un automa che possa costituire una replica della perduta Hel. Egli mostra con orgoglio a Fredersen la sua creatura: «L'ho ricreata! Infine il lavoro della mia vita è completato! Ciò che ora manca è un'anima!». Ma Fredersen, freddo e razionale manager, replica: «Ti sbagli! È meglio senza anima!».

Rotwang decifra la mappa: è una mappa delle antiche catacombe di Metropolis. Fredersen si fa condurre là da un riluttante Rotwang, e scopre Maria che parla ai lavoratori di un mediatore che verrà a portare la pace. Nella mente di Fredersen balena a questo punto un piano diabolico: egli convince Rotwang a dare al suo automa le sembianze di Maria, per poter poi servirsene al fine di trascinare i lavoratori dove egli stesso vorrà. Non è chiaro perché Rotwang accetti: probabilmente perché la disponibilità della ragazza, che Fredersen farà rapire, gli permetterà finalmente di dare la vita alla sua creatura, di ricoprire la sua struttura d'acciaio di carne, di darle i tratti di una bella donna.

Freder, che è stato presente al discorso di Maria ai lavoratori, le dà appuntamento il giorno dopo nella Cattedrale. Ma a quel punto la ragazza è già stata rapita, e non può incontrarlo. Dopo averla attesa inutilmente, Freder passa vicino alla casa di Rotwang, sente le grida di aiuto di Maria,

cerca di liberarla ma viene anch'egli imprigionato e non può impedire la creazione del "doppio" del corpo (ma non dell'anima) di Maria.

Una serie di cavi congiungono il capo di Maria, che è racchiusa in una sorta di sarcofago trasparente, e l'automa. L'attivazione di quest'ultimo avviene per mezzo dell'elettricità, che produce grandi archi luminosi.

È questa la scena piú famosa del film, nella quale la tecnica è presentata – molto efficacemente – in modo spettacolare e quasi magico. L'idea di collegare l'automa in via di creazione a un essere umano, quasi per trarne l'essenza, è già presente nel romanzo *Eva futura* di Villiers d'Isle Adam; l'utilizzo dell'elettricità è ovviamente riconducibile al *Frankenstein* di Mary Shelley.

A questo punto, la vera Maria cerca di sfuggire a Rotwang, mentre la falsa Maria incita i lavoratori a non aspettare piú il mediatore, e a distruggere le macchine. I lavoratori tentano anche di linciare Freder, riconoscendolo come figlio del padrone. La rottura delle macchine provoca l'arresto degli ascensori e l'allagamento del sottosuolo. La falsa Maria è fuggita, mentre la vera Maria è scesa coraggiosamente per salvare i bambini. Il dispositivo d'allarme non funziona; soltanto Freder e Josephson (un collaboratore di Fredersen) vengono in suo aiuto e riescono a mettere in salvo i bambini. I lavoratori, saliti in superficie, catturano la falsa Maria e accendono un fuoco per bruciarla come strega: il fuoco rivela la sua struttura metallica di automa.

Nel frattempo, Rotwang insegue la vera Maria all'interno della Cattedrale, e al termine di un lungo inseguimento cade e muore. I lavoratori ormai sanno che Freder ha contribuito a salvare i bambini e, guidati dal capo operaio, si avvicinano a Maria, Freder e Fredersen (che è corso in

cerca del figlio). Freder allora assume il ruolo di mediatore e fa stringere la mano al capo operaio e al padre.

Si può leggere questa storia come una parabola sulla tecnologia senz'anima: un'alleanza tra due rivali – lo scienziato chiuso nel suo laboratorio e il grande manager – che sancirebbe ancora una volta la vittoria del secondo sul primo se non intervenissero elementi inattesi. Si tratta di un'alleanza ambigua, perché ciascuno dei due insegue un proprio sogno. Per Rotwang, il sogno è quello di far rivivere un ideale perduto. Per Fredersen, invece, il sogno è quello del controllo assoluto, della donna come della natura e del mondo sotterraneo.

In *Metropolis*, l'automa è il simbolo di una tecnologia esasperatamente razionale che – nello stesso tempo – è al servizio della superbia della classe dominante e della lussuria dei privilegiati. Come sappiamo, l'automa non ha anima, e si orienta verso il male: un male che non è però quello previsto da Fredersen, il quale anzi si accorge ben presto di non avere il controllo della falsa Maria.

È la perversa alleanza tra scienza e potere a produrre un automa malvagio, e solo l'intervento quasi messianico di Freder, profetizzato da Maria, permette di aprire nuove prospettive di pace post-tecnologiche.

Questo film presenta alcuni tratti simili a quelli che si ritrovano nel testo teatrale *R.U.R.*, di Karel Čapek, pubblicato appena pochi anni prima<sup>25</sup>. Anche là il mondo del lavoro è nettamente diviso in classi, ma in quel caso i robot hanno la funzione di sostituire, anziché controllare, i lavo-

<sup>25</sup> K. Čapek, *R.U.R.* (1921), Einaudi, Torino, 1971. Va ricordato, a questo proposito, che il termine *robot* è stato coniato appunto da Čapek a partire da una parola della lingua ceca che significa lavoro forzato.

ratori. Anche quei robot sono progettati in modo da essere privi di sensibilità, di sentimenti: anch'essi, insomma, sono privi di anima.

DOMIN – Il giovane Rossum inventò l'operaio con il minor numero di bisogni. Dovette semplificarlo. Eliminò tutto quello che non serviva direttamente al lavoro. Insomma, eliminò l'uomo e fabbricò il Robot. Cara signorina, i Robot non sono uomini. Dal punto di vista meccanico sono più perfetti di noi, hanno una straordinaria intelligenza razionale, ma sono privi di anima. Oh, signorina, il prodotto dell'ingegnere, tecnicamente parlando, è più raffinato del prodotto della natura.

HELENA – Si dice che l'uomo è un prodotto divino.

DOMIN – Tanto peggio. Dio non aveva neanche la più pallida idea della tecnica moderna<sup>26</sup>.

Ma un giorno i robot si ribellano, e minacciano di distruggere l'umanità. Non c'è spiegazione a un comportamento così divergente rispetto alle caratteristiche dei robot, accuratamente progettati per obbedire agli ordini. A meno che...

DOTTOR GALL – (asciugandosi il sudore della fronte) Fatemi parlare. Sono io il colpevole. Sono stato io a cambiare i robot. [...] Ho cambiato il carattere dei robot. Ho cambiato tipo di fabbricazione. Cioè, soltanto alcune condizioni fisiche, capite? [...] L'ho fatto in segreto, di testa mia. Li ho trasformati in uomini. Li ho travati. E ora sono superiori a noi in qualche cosa. [...] Hanno cessato di essere macchine. Sono già consci della loro superiorità e ci odiano. [...]

HELENA – No, lui l'ha fatto perché io ho voluto. Dica, Gall, quanto l'ho pregato perché... [...] Io volevo che desse l'anima ai robot. [...] Ho pensato... se fossero come noi, se ci capissero... [...] Se fossero almeno un po' uomini!

<sup>26</sup> K. Čapek, *R.U.R.*, cit., pp. 15-16.

DOMIN – Male, Helena! Nessuno al mondo è in grado di odiare piú di quanto l'uomo odi il proprio simile! Trasforma i sassi in uomini e vedrai che ci lapideranno!<sup>27</sup>

È, dunque, un cambiamento nel progetto – un cambiamento, come abbiamo visto, che riguarda «soltanto alcune condizioni fisiche» – a produrre una sorta di mutazione nei robot: una mutazione che li rende capaci di odio, ma anche di amore. La speranza per il futuro, infatti, non nascerà in questo caso dalla distruzione dei robot, come in *Metropolis*, ma da una sorta di miracolo: dal sorgere dell'amore tra due robot di sesso diverso, che si configureranno allora come veri e propri eredi di una umanità ormai annientata.

Incontriamo qui un tema che diventerà centrale nella riflessione sui robot degli anni successivi: un aumento della complessità del progetto può far emergere caratteristiche e comportamenti inattesi e sempre piú vicini a quelli umani.

### *Razionalità esasperata*

I titoli di testa del film *2001: Odissea nello spazio* di Stanley Kubrick (1968) sono accompagnati dalla grandiosa musica di *Così parlò Zarathustra* di Richard Strauss: si tratta dell'introduzione del poema sinfonico, che si intitola *Léver du jour*. La musica, così come il silenzio, gioca un ruolo molto importante in questo film (su una durata complessiva di 2 ore e 20 minuti, ci sono soltanto 45 minuti di dialogo). Il titolo di questo brano grandioso allude alle profezie nietzscheiane relative al “superuomo”: a colui, cioè, che in una rigenerazione dell'umanità sarà capace di superare il mito illuministico del progresso e con esso l'ottimismo scienti-

<sup>27</sup> K. Čapek, *R.U.R.*, cit., pp. 61-63.

fico-tecnologico, che pretende di spiegare la vita e di dominarla: un ottimismo legato a sua volta all'ipotesi della conoscibilità razionale del mondo.

L'inizio del film è singolare e inatteso: siamo proiettati nella preistoria, in un branco di scimmie antropomorfe, o forse di ominidi. Ci accompagna la musica di *Atmosphères* di Gyorgy Ligeti, un brano del 1961 carico di attesa. A un certo punto, in un mattino che segue ad una notte inquieta, si scopre un oggetto geometrico nero, un parallelepipedo che contrasta nettamente col paesaggio circostante. È una realtà enigmatica quanto vistosa, che suscita l'interesse ansioso delle scimmie, che lo circondano e lo toccano, accompagnate ancora dall'inquieta musica di Ligeti (in questo caso, il *Requiem*).

Qual è il significato di questo oggetto? È il primo mistero in un film denso di suggestioni, di allusioni simboliche. Enigmatici monoliti si trovano in molti luoghi, e spesso sembrano aver a che fare con allineamenti astrali. Il seguito del film suggerisce l'interpretazione – elaborata dagli uomini, appunto, del 2001 – che si tratti di un messaggio da parte di esseri intelligenti al di fuori della terra. D'altra parte, il film trae origine da un racconto di Arthur C. Clarke, che poi collaborò con Kubrick alla sceneggiatura del film, e in questo racconto l'interpretazione proposta è univoca: altri esseri intelligenti ci cercano da secoli, forse da millenni<sup>28</sup>.

Ma questa non è che una interpretazione del significato del monolito, e non è l'unica possibile. Potrebbe anche essercene un'altra, più ricca, che non contrasta del tutto con

<sup>28</sup> A.C. Clarke, *The sentinel* (1951), in J. Angel, *The making of Kubrick's 2001*, New American Library, New York, pp. 25-35.

la precedente: il monolito potrebbe essere il simbolo della scoperta, da parte di una intelligenza proto-umana come quella delle scimmie, delle forme geometriche, della loro razionalità ma anche della loro bellezza.

All'inizio del film, viene mostrato un allineamento Terra-Luna-Sole che potrebbe avere anch'esso un significato connesso con la scoperta di straordinarie regolarità nel mondo. Di qui la nascita del pensiero razionale – ossia di una modalità di conoscenza che diventerà poi conoscenza scientifica e sviluppo tecnologico –, ma anche l'origine della dimensione estetica della conoscenza. Comunque, si tratta di un simbolo irriducibile a una interpretazione univoca: è in primo luogo un messaggio, una chiamata, un segnale.

Viene mostrata poi la nascita della tecnologia attraverso la scoperta dell'uso delle ossa come arnesi per procurarsi il cibo uccidendo le prede, e anche come strumenti offensivi per combattere con altri branchi. Fin d'ora, insomma, viene proposta l'ambiguità fondamentale della tecnologia: strumento di progresso ma anche di distruzione e di morte. In una scena quasi trionfale, accompagnata ancora dalle note di *Così parlò Zarathustra*, l'ominide per la prima volta usa l'osso come clava, facendo a pezzi uno scheletro. In seguito, imparerà a uccidere, a difendere il proprio territorio, a cibarsi di carne.

Con l'aiuto della tecnologia, l'uomo diventa padrone del mondo. A questo punto, però, il monolito è scomparso. Forse per sottolineare che l'omicidio è una invenzione dell'uomo, e non ha nulla a che fare con il messaggio che viene da lontano? In questa scena, comunque, l'accompagnamento musicale sembra sottolineare il senso di trionfo, piuttosto che segnalare una dimensione problematica.

In una delle scene più famose della storia del cinema, l'ominide lancia in aria un osso-clava: forse semplicemente

per celebrare il progresso del suo dominio sui nemici e sul mondo, ma forse anche per esprimere un desiderio di andare oltre, di esplorare, di conoscere e dominare anche quel mondo che non è immediatamente accessibile.

Sembra di vedere qui un germe dell'aspirazione allo sviluppo dell'umanità, con l'aiuto della scienza e della tecnologia come strumenti di conoscenza e dominio. E infatti la sequenza che segue immediatamente ci mostra un'astronave, a segnalare il cammino della tecnologia nel corso dei millenni. Siamo ormai nel 2001, e siamo su un veicolo spaziale che viaggia verso la Luna. Qui l'ambiguità della tecnologia sembra scomparsa, e il progresso appare ormai definitivamente in atto. Non a caso, sono le note del *Bel Danubio blu* di Johann Stauss, questa volta, ad accompagnare il viaggio verso la stazione spaziale. Con l'aiuto della tecnologia l'uomo domina ormai il sistema solare, e ha colonizzato la Luna: il dominio del mondo è reso possibile dalla silenziosa efficacia della tecnologia.

Nello stesso tempo, lo spettatore non può non cogliere anche una vena ironica nell'accostamento di una musica da *belle époque* con una tecnologia avveniristica (la tecnologia della missione Apollo, che l'anno dopo la realizzazione del film sarebbe sbarcata sulla Luna). L'ironia si fa ancora più evidente all'arrivo sulla stazione spaziale, che appare come una riproduzione dell'*american way of life*. Che viaggio è questo, sembra chiedersi Kubrick, se il luogo d'arrivo non è che una ripetizione stilizzata del luogo di partenza?

La stazione spaziale è una tappa del viaggio del professore americano Floyd verso la base americana di Clavius, sulla Luna. Il clima sulla stazione spaziale è di cortesia ed efficienza; anche i rapporti con i russi (ricordiamo che all'epoca del film siamo in piena guerra fredda) sono tipici della familiarità cosmopolita che caratterizza i rapporti tra scienziati.

Ma comincia a filtrare qualcosa di non detto, di segreto: che accade lassù nella base lunare americana? un'epidemia? Le voci corrono. Floyd smentisce, tra lo scetticismo dei russi.

Floyd prosegue il viaggio su una capsula che si posa sulla Luna. Qui, nel corso di una conferenza, egli rivela che le voci di un'epidemia servono a tenere nascosto un segreto di straordinaria importanza. Verremo poi a sapere, nella scena che segue, che si tratta del ritrovamento di un oggetto che a quanto pare è stato deliberatamente sepolto sulla Luna, e che emette un campo magnetico molto intenso.

La missione scientifica si reca ad esaminare questo oggetto misterioso (c'è un evidente parallelo con la scena degli ominidi, sottolineato dalla musica di Ligeti). Ad un tratto, in coincidenza con la comparsa del sole e in corrispondenza di un allineamento di pianeti, il monolito (perché di questo si tratta!) inizia ad emettere un sibilo acutissimo: forse un segnale?

È questa, dunque, la seconda apparizione di un enigmatico e ultraterreno (in senso etimologico) monolito. La prima volta, l'umanità si trovava in un momento cruciale della propria evoluzione: il momento in cui solo l'invenzione degli utensili, cioè della tecnologia, poteva permettere la sopravvivenza. Il 2001 è, per Kubrick, una nuova data cruciale: l'umanità è in procinto di abbandonare la propria casa – il sistema solare – per esplorare l'universo. Ma si trova anche in una fase in cui la tecnologia è sempre più importante: l'uomo si affida ad essa quasi più che a se stesso. E (come vedremo) la tecnologia per eccellenza, quella che caratterizza questa fase della civiltà umana, è la tecnologia informatica.

Questa volta, 4 milioni di anni dopo, l'umanità è pronta a raccogliere il messaggio: è pronta a partire nella direzione indicata dal segnale del monolito.

INTERVISTATORE – L'equipaggio del Discovery I consiste di cinque uomini e di un rappresentante dell'ultima generazione di computer, Hal 9000. Tre dei cinque uomini sono stati portati a bordo addormentati, o per essere più esatti in condizioni di ibernazione. [...] Il sesto membro dell'equipaggio [...] è l'ultimo ritrovato in fatto di macchine pensanti, e può riprodurre (alcuni esperti preferiscono la parola imitare) la maggior parte delle attività del cervello umano, con una velocità e una sicurezza incalcolabilmente maggiori<sup>29</sup>.

Nel 2001, l'astronave Discovery è in viaggio verso Giove. Due astronauti, David e Franck, sono attivi in un contesto di gravità artificiale, mentre altri tre sono ibernati. Ma i membri dell'equipaggio sono in tutto sei, come sottolinea il commentatore televisivo. Il sesto è il computer Hal 9000, che sarà uno dei protagonisti della parte centrale del film 2001: una sorta di vero e proprio film nel film.

Hal è un computer dell'ultima generazione, con una capacità di pensiero straordinariamente simile a quella umana, al punto che il giornalista della televisione si chiede se sia possibile che Hal provi emozioni.

INTERVISTATORE – Buonasera Hal, come vanno le cose?

HAL – Buonasera, tutto va estremamente bene.

INTERVISTATORE – Tu hai una grande responsabilità in questa missione, forse la maggiore responsabilità. Tu sei il cervello e il sistema nervoso centrale dell'intera astronave. Questo ti causa mai una certa apprensione?

HAL – Nessun calcolatore della serie 9000 ha mai commesso un errore o alterato un'informazione. Noi siamo senza possibili eccezioni di sorta a prova di errore e incapaci di sbagliare.

<sup>29</sup> Questo brano, come i successivi, è ricavato dalla colonna sonora italiana del film *2001: Odissea nello spazio* (1968) di Stanley Kubrick.

INTERVISTATORE – Ti senti mai frustrato per dover dipendere da altri per svolgere le tue funzioni?

HAL – Nemmeno minimamente. [...] Le mie responsabilità coprono tutte le operazioni. Uso tutte le mie capacità in modo completo, il che, io credo, è il massimo che qualsiasi entità cosciente possa mai sperare di fare. [...]

INTERVISTATORE – Parlando con l'elaboratore si ha l'impressione che esso sia capace di reazioni emotive. Per esempio, quando l'ho interrogato sulle sue capacità, ho sentito un certo orgoglio nella sua risposta circa la sua precisione e perfezione. (rivolto a David) Lei crede che Hal abbia una genuina emotività?

DAVID – È stato programmato così per rendere possibile parlare con lui. Ma se abbia una sua emotività è una cosa che nessuno può dire con esattezza.

Hal è capace di linguaggio, di comunicazione, di elaborazione di pensieri nuovi, di interrogazione. Non si tratta di un robot in senso stretto, ma di un computer centrale che, pur non potendosi muovere, ha tutta la disponibilità di sensori e di attuatori che gli permette di gestire e controllare ogni aspetto del viaggio: dal mantenimento della rotta della missione fino alla gestione della sopravvivenza degli astronauti ibernati e addirittura alla somministrazione di test psicologici all'equipaggio.

L'immagine che nel 1968 (anno di uscita del film) ci si poteva fare di un computer del 2001 è stata elaborata da Stanley Kubrick e da Arthur C. Clarke con l'aiuto dei massimi esperti di intelligenza artificiale, tra cui spicca Marvin Minsky del Massachusetts Institute of Technology, oltre che con la collaborazione delle più grandi aziende produttrici. A questo proposito, è circolata a lungo l'indiscrezione, successivamente smentita, secondo cui il nome Hal è il risultato dello spostamento di un posto delle lettere della sigla IBM. Sembra invece che Hal sia una sorta di acronimo

dell'espressione Heuristically organized ALgorithmic Computer<sup>30</sup>.

Come si è accennato in precedenza, l'idea prevalente a quel tempo era che fosse possibile costruire una macchina pensante programmando opportunamente un computer, indipendentemente dal supporto fisico.

Ad un certo punto, Hal si rivolge a David ponendogli una domanda sulla missione che stanno compiendo. È interessante osservare il modo in cui Hal si esprime, tipico di un pensiero propriamente umano, con un significativo spessore psicologico. O almeno, ciò che si può dire è che il linguaggio di Hal è tale da favorire questa interpretazione.

Ricordiamo a questo proposito che negli stessi anni '60 Joseph Weizenbaum, uno dei massimi esperti di intelligenza artificiale, propose alla comunità scientifica un programma – *Eliza* – che imitava in modo assai suggestivo il linguaggio e le scelte di interazione verbale di uno psicoanalista<sup>31</sup>.

HAL – È difficile da definire... forse sto solo proiettando la mia preoccupazione... So che non mi sono mai liberato completamente del sospetto che ci siano alcune cose molto strane in questa missione.

Come si saprà subito in risposta ad una domanda di David, il computer gli sta somministrando un test psicologico, per conoscere meglio il suo atteggiamento nei riguardi di questa missione avvolta dal segreto, e quindi per valutare

<sup>30</sup> M. Chion, *Un'odissea del cinema: il 2001 di Kubrick*, Lindau, Torino, 2000, p. 65.

<sup>31</sup> Si tratta di un programma assai semplice rispetto ai risultati che fornisce. *Eliza* ha avuto un enorme successo, e ancora oggi se ne possono trovare in rete molteplici versioni.

la sua affidabilità. Il rapporto uomo-macchina appare così rovesciato rispetto a quello tradizionale: ormai, è la macchina l'elemento piú affidabile della missione.

La situazione si deteriora quando la diagnosi di guasto di un'antenna per le comunicazioni, effettuata dal computer, viene smentita da un'ispezione diretta da parte degli astronauti. Il controllo della missione a terra ipotizza un possibile errore del computer, ma Hal ribatte che l'errore è sicuramente umano, perché i computer della serie 9000 non hanno mai commesso errori...

HAL – Non credo che ci possano essere dubbi. La discrepanza può essere attribuita esclusivamente ad un errore umano. Questo genere di cose è già accaduto altre volte, ed era sempre dovuto ad errori umani.

Ancora una volta, si è avuto un rovesciamento della prospettiva rispetto al tradizionale rapporto uomo-macchina: infatti, è il computer ad aver chiesto l'aiuto dell'uomo per un controllo; in seguito, però, ha rinunciato a questo aiuto, smentendo l'uomo e giudicandolo non affidabile. La parte centrale del film è dedicata appunto alla ribellione di Hal e alla sua lotta mortale con l'equipaggio.

Gli astronauti tentano di prendere in mano la situazione, e confabulano segretamente, spiati dall'occhio di Hal che legge i movimenti delle loro labbra, sulla inevitabilità di togliere al computer le sue funzioni superiori, lasciandogli soltanto l'attuazione dei controlli decisi dagli astronauti. Ma che cosa comporta l'esclusione di una macchina pensante dal suo ruolo?

DAVID – Dovremmo escludere le sue funzioni superiori senza disturbare il sistema automatico di regolazione. [...] Un'altra cosa mi è venuta in mente. Per quanto ne so, nessun calcolatore 9000 è mai stato escluso. [...] Non so come la prenderà.

Nel frattempo, però, Hal ha deciso: per il buon esito della missione gli uomini vanno eliminati. E dà inizio a questa operazione uccidendo gli astronauti ibernati. «Funzioni vitali terminate», indicherà il monitor: gli uomini sono visti dunque come macchine viventi, proprio nel momento in cui le macchine pensanti sono divenute straordinariamente simili all'uomo. Poi (mentre Franck si trova fuori dell'astronave) il computer ne provoca la morte, e rifiuta di riaprire il portello a David.

DAVID – Apri la saracinesca esterna, Hal.

HAL – Mi dispiace, David, ma non posso farlo. [...] Questa missione è troppo importante per me per lasciare che tu la manometta. [...] So che tu e Franck avete deciso di scollegarmi, e purtroppo non posso permettere che questo accada. [...] David, questa conversazione non può più avere alcuno scopo. Addio.

A quanto pare, Hal ha ben chiaro lo scopo della missione, ed è deciso a perseguirlo. Questo è un punto molto importante, nel senso che segnala la necessità, per una mente artificiale, di inquadrare le sue decisioni e le sue azioni in un contesto di obiettivi da perseguire, nel quadro di una prospettiva generale che permetta di valutare il senso e la rilevanza degli eventi, anche di quelli non previsti all'atto della programmazione. E uno di questi eventi imprevisti è appunto la discrepanza di valutazioni su un componente tra il computer e l'uomo.

Ma come può un computer decidere di eliminare addirittura degli esseri umani? Forse non era stato programmato in modo da rispettare le tre leggi fondamentali elaborate da Isaac Asimov?<sup>32</sup> Probabilmente è così, nel senso che

<sup>32</sup> Le Tre Leggi della robotica sono un insieme di leggi scritte da Isaac Asimov, alle quali obbediscono gran parte dei robot che compaiono nei suoi

in fase di programmazione era stata assegnata una priorità così forte al completamento della missione da superare ogni altro vincolo. Ma si può anche immaginare che le caratteristiche del pensiero di Hal siano tali da permettere, o addirittura da favorire, una riflessione interpretativa anche sulle leggi fondamentali<sup>33</sup>.

David riesce fortunatamente a riprendere il controllo e a rientrare, e si dispone quindi a “uccidere” Hal. «Fermati, David, ho paura» lo supplica Hal. È interessante sottolineare ancora una volta, a questo proposito, un singolare paradosso del film: la dimensione psicologica di Hal sembra più ricca di quella degli umani, presentati come freddi e quasi privi di emozioni. Hal parla molto, e soprattutto, a differenza degli umani, parla anche dei suoi sentimenti.

HAL – Lo so che ho preso delle decisioni discutibili recentemente... Ma ti assicuro che tutto tornerà normale... Ho ancora un grande entusiasmo e una completa fiducia nella missione e collaborerò con te... Fermati, David... Ho paura, ho paura, David...

David però non si ferma, e Hal, perdendo a uno a uno i suoi circuiti, regredisce a computer-bambino, che canta una filastrocca con voce sempre più cavernosa e infine si spe-

racconti. Esse sono state esposte in forma completa nell'antologia *Io, Robot* del 1950 (trad. it. *Io, Robot*, Mondadori, Milano, 2003). Le tre leggi della robotica sono le seguenti:

- 1 – Un robot non può recare danno a un essere umano, né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.
- 2 – Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non contravvengano alla Prima Legge.
- 3 - Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché questa autodifesa non contrasti con la Prima e la Seconda Legge.

<sup>33</sup> Questa tesi, come vedremo nel seguito, sarà proposta nel film *Io, Robot*.

gne. Questa invenzione cinematografica è particolarmente felice: infatti, un computer che pensa come un essere umano deve necessariamente avere una storia di interazioni col mondo, di esperienze vitali. Una degradazione del suo sistema pensante lo farà dunque regredire a uno stadio precedente, quasi infantile.

Infine, il computer viene escluso, mantenendo attive soltanto le funzioni a piú basso livello: viene cioè riportato a strumento di tipo tradizionale, a supporto delle decisioni e delle azioni umane. Una voce registrata informa allora David dello scopo della missione: è stato scoperto il primo segno di vita intelligente al di fuori della terra, ed è per questo che la missione è diretta su Giove.

Fin qui, *2001: Odissea nello spazio* può venire considerato semplicemente come un film di fantascienza, e si può addirittura prevedere che la prossima scena sia l'atteso incontro con bizzarri alieni. Ma la parte finale del film si incarica di smentire questa lettura.

Giove e le sue lune sono ora allineati, e il monolito appare di nuovo. David entra in un lungo viaggio in un mondo psichedelico, di cui vedremo solo una parte iniziale: un viaggio senza parole, come tutta l'ultima parte del film. Si ritrova poi in una stanza di stile settecentesco, che crea un singolare e inatteso contrasto con la navicella e con la tuta spaziale. Ulisse è giunto alla sua Itaca (ricordiamo che il film ha la parola Odissea nel suo titolo)? Attraverso un mondo sconosciuto è ritornato in un contesto culturalmente familiare?

David sperimenta il rapporto con la propria solitudine, il proprio invecchiamento e la propria morte (in presenza, ancora una volta, del monolite). Infine si assiste ad una sorta di rinascita allo stadio fetale.

Forse, nella prima parte del film David rappresenta l'umanità che ha raggiunto un limite, che ha inseguito qualcosa da cui si sentiva chiamata, interrogata, che ha sviluppato una straordinaria capacità tecnologica per dominare il mondo, ma ne è divenuta schiava: da questo punto di vista, le caratteristiche di disumana razionalità del computer sono appunto lo specchio di una pericolosa deriva dell'umanità.

Ma, proprio attraverso David, nel finale del film l'umanità è capace di liberarsi, di incontrarsi di nuovo profondamente con la propria umanità. Il viaggio verso Giove si trasforma per David in un incontro con se stesso, in un ritrovamento di quella umanità profonda (che è anche accettazione della morte) che il computer non possiede, nemmeno se è un computer dell'ultima generazione.

### *Dignità robotica*

La sala riunioni sotterranea. È un ambiente piuttosto spartano – muri di cemento e un lucente tavolo metallico, intorno al quale siedono sei supervisori. Tutti hanno lo stesso aspetto: uomini distinti e intelligenti sulla cinquantina.

PRIMO SUPERVISORE – ... e così, dopo aver fatto tutte le correzioni ai dati, risulta che nel Mondo Medievale sei unità centrali hanno avuto problemi nel corso della settimana passata. È un fatto senza precedenti.

SECONDO SUPERVISORE – E nel Mondo del West?

TERZO SUPERVISORE – C'è stata una disfunzione stanotte. Fanno tre nell'ultima settimana.

SECONDO SUPERVISORE – Bene, a questo punto non vedo motivi di preoccuparci...

QUARTO SUPERVISORE – I sistemi logistici hanno problemi?

QUINTO SUPERVISORE – In questo momento tutte le unità sembrano funzionare bene. Ma la tecnologia di questi sistemi è meno complessa.

TERZO SUPERVISORE – Mi chiedo se siamo di fronte ad un pattern non casuale e non ce ne accorgiamo<sup>34</sup>.

Siamo nella sala di controllo di Delos, una struttura enorme e altamente tecnologica. Questa è la descrizione che viene fornita ai nuovi clienti, al momento del loro arrivo.

VOCE REGISTRATA – Delos, la località di vacanza piú entusiasmante della storia umana, si trova a cinquecento miglia all'interno del deserto del Sahara, e costituisce un trionfo della capacità umana di dominare l'ambiente [...]. Consiste di tre aree separate, ognuna con il suo fascino particolare. Qualunque di esse abbiate scelta, siamo certi che troverete il vostro soggiorno affascinante e gratificante<sup>35</sup>.

Delos è una colossale area di divertimenti, dove ciascuno degli ospiti può scegliere di trascorrere la propria vacanza all'interno della perfetta riproduzione di un particolare ambito storico.

VOCE REGISTRATA – Nel Mondo del West si vive una vita di violenza senza legge, in una società dominata dalle armi e dall'azione. [...] Nel Mondo Medievale abbiamo ricostruito l'Europa del tredicesimo secolo, un mondo di cavalleria e tornei, di corteggiamenti e passione. [...] Abbiamo poi il Mondo Romano, uno sfrenato impero dei sensi nella deliziosa e decadente Pompei<sup>36</sup>.

<sup>34</sup> M. Crichton, *Westworld*, Bantam Books, New York, 1974, pp. 37-38. Si tratta della sceneggiatura del film omonimo, diretto nel 1973 dallo stesso Michael Crichton e uscito in Italia col titolo *Il mondo dei robot*. Le piccole differenze rispetto al testo del doppiaggio italiano del film non sono significative.

<sup>35</sup> M. Crichton, *Westworld*, cit., p. 8.

<sup>36</sup> *Ibidem*.

Una struttura come questa richiede un'organizzazione e una tecnologia assai avanzate ed efficienti, e il messaggio promozionale non manca di sottolineare questo aspetto.

VOCE REGISTRATA – [...] L'intero spettro della tecnologia viene impiegato a Delos per il piacere di chi viene qui in vacanza. Costoso e speciale, Delos non è per tutti [...] <sup>37</sup>.

Ma ad un certo punto, come si è visto, qualcosa sembra non funzionare. Ciò che i supervisori, nel loro linguaggio tecnico, definiscono “disfunzione” è un comportamento nuovo dei sistemi tecnologici, assolutamente impreveduto e in contrasto con gli scopi dell'organizzazione, alla quale i robot hanno fin qui fornito il loro essenziale contributo.

TERZO SUPERVISORE – Nonostante gli interventi correttivi, il tasso di disfunzioni continua a crescere. Dopo i problemi nel Mondo Medievale, ora abbiamo sempre più guasti nel Mondo del West... C'è un pattern molto chiaro, che suggerisce un'analogia con lo sviluppo di una malattia infettiva, che si diffonde da un'area all'altra.

I supervisori reagiscono in modi diversi.

SECONDO SUPERVISORE – Forse si tratta di una somiglianza superficiale...

QUINTO SUPERVISORE – È soltanto un concetto teorico. I dati si possono leggere in molti modi.

PRIMO SUPERVISORE – Debbo confessare che mi è difficile credere a una malattia delle macchine!

TERZO SUPERVISORE – Ma qui non abbiamo a che fare con le solite macchine. Si tratta di apparecchiature molto complesse, quasi quanto gli organismi viventi. In alcuni casi, il progetto dei circuiti dei nostri robot è stato fatto da altri computers. Non sappiamo esattamente come funzionano. Perché non

<sup>37</sup> M. Crichton, *Westworld*, cit., p. 9.

dovrebbero essere vulnerabili, diciamo, a una malattia neurologica?

SECONDO SUPERVISORE, *sarcastico* – O a una psicosi di massa?

QUINTO SUPERVISORE – Credetemi, noi esseri umani siamo gli unici a essere soggetti alle psicosi di massa!

SESTO SUPERVISORE – Abbiamo un impegno morale nei riguardi dei nostri ospiti. Essi dipendono interamente da noi e dalle macchine. Se c'è un problema diffuso, è nostro dovere chiudere, per la loro sicurezza<sup>38</sup>.

Ma di che tipo di macchine si tratta? di che cosa parlano i supervisori quando si riferiscono alle loro disfunzioni, alle loro “malattie”? Essi fanno riferimento a una straordinaria collezione di robot elettronici rivestiti di un materiale simile alla carne, per cui il loro aspetto esteriore è indistinguibile (tranne che per una piccolissima differenza nell'articolazione delle mani, rilevabile soltanto da un occhio esperto) da quello degli esseri umani. Inoltre, il loro elaboratore interno è un computer estremamente perfezionato, per cui anche il linguaggio, i gesti, il comportamento imitano perfettamente quelli umani.

La loro funzione è quella di popolare i tre diversi mondi in cui si articola Delos, comportandosi in modo da soddisfare anche i più segreti e inconfessabili desideri degli ospiti. Così, ad esempio, un pistolero del West provocherà gli ospiti, ma si lascerà poi uccidere, con grande spargimento di sangue artificiale; un giovane e aitante abitante di Pompei soddisferà sessualmente le mature ospiti; una regina o una contadinella del Medio Evo accetteranno di buon grado la corte di un cavaliere pagante. Nel corso della notte, squadre di tecnici raccolgono in silenzio i robot dan-

<sup>38</sup> M. Crichton, *Westworld*, cit., pp. 41-42.

neggiati e li portano in un enorme laboratorio sotterraneo dove vengono riparati per il giorno dopo.

La funzione dei robot è quindi quella di essere sufficientemente umani per soddisfare i desideri, ma non tanto da porsi il problema della propria collocazione a Delos, di quella che – se applicata ad esseri umani – sarebbe una inaccettabile e violenta prevaricazione.

Le “disfunzioni” che a un certo momento iniziano a prodursi sono comportamenti devianti rispetto a ciò che ai robot viene richiesto: soddisfare in ogni momento i desideri dei clienti.

*Una Contadinella è in una stanza del castello, con un Cavaliere-ospite.*

CONTADINELLA – Mi avete chiamato, mio signore?

CAVALIERE – Da quanto tempo sei a palazzo, Daphne?

CONTADINELLA – Da quando avevo tre anni, mio signore.

*Mentre parlano, il Cavaliere la spinge verso il letto. Ambedue siedono sul bordo del letto.*

CAVALIERE – Sei bella...

Il Cavaliere esce dal ruolo medievale, adottando un linguaggio più moderno.

Penso che dovremmo conoscerci meglio, Daphne.

CONTADINELLA – Meglio, mio signore?

CAVALIERE (*guardandola con desiderio*) – Posso ricompensarti bene.

*Si avvicina per baciarla. Lei lo lascia fare. Quando le mani del Cavaliere cercano il suo seno, la Contadinella fa un balzo indietro.*

CONTADINELLA – Mio signore ...

CAVALIERE – Daphne...

*La stringe più brutalmente. La ragazza lo schiaffeggia.*

CONTADINELLA – Mio signore, dimenticate chi siete!

*Il Cavaliere è colpito, in tutti i sensi<sup>39</sup>.*

<sup>39</sup> M. Crichton, *Westworld*, cit., pp. 69-70.

Questo non è che uno fra i numerosi episodi di ribellione che si susseguono nei tre mondi in cui si articola Delos. Così, ad esempio, un serpente, programmato per essere inoffensivo, morde a sangue un uomo; un principe-robot uccide in duello un cavaliere-ospite che lo ha sfidato; un pistolero, piú volte “ucciso” da uno degli ospiti (e piú volte “resuscitato” nella notte dai tecnici), si dà a un minaccioso inseguimento del suo nemico, un inseguimento che solo per caso non diviene mortale per quello che è rimasto ormai l’unico superstite tra i clienti di Delos.

*Nella sala centrale di controllo, in piena attività.*

TECNICO – La ragazza è in difficoltà. Il programma si è bloccato.

SUPERVISORE – Qual è il problema?

TECNICO (*mentre cerca di intervenire dal pannello di controllo*) – Una delle macchine del castello non risponde. Rifiuta la seduzione da parte di un ospite.

SUPERVISORE – Rifiuta?

TECNICO (*correggendosi*) – Non risponde agli input.

SUPERVISORE – Tiratela fuori e portatela al laboratorio centrale per la riparazione.

TECNICO – Sí, signore.

[...]

*Il laboratorio di riparazione dei robot. La Contadinella è sdraiata su di un tavolo. Una mezza dozzina di uomini in camice bianco le è intorno. [...] Il corpo della ragazza è aperto e i suoi circuiti interni sono in vista e luccicano, liberati dalla carne della ricopertura esterna. Il supervisore si allontana dal tavolo insieme a un assistente.*

ASSISTENTE – Hanno trovato il guasto?

SUPERVISORE – Apparentemente non c’è alcun guasto.

ASSISTENTE – Ma non ha eseguito i programmi. Ha rifiutato la seduzione da parte di un ospite, ed è un modello da sesso.

SUPERVISORE – Lo so. [...] (*parlando quasi a se stesso*) La situazione non mi piace<sup>40</sup>.

La preoccupazione del supervisore si rivela del tutto giustificata. Come seguendo un programma collettivo, le macchine iniziano a perseguitare gli ospiti, fino ad ucciderli. La ricerca di un guasto nel “cuore” delle macchine, però, non porta a nulla. Forse non è con un approccio materialistico che si può comprendere ciò che accade a Delos: forse il supervisore che, sarcasticamente, parlava di una psicosi di massa era più vicino alla verità. Non nel senso della individuazione di una patologia, ma nel senso della individuazione della radice della ribellione nella mente delle macchine, cioè in quella dimensione che emerge dalla loro complessità: più precisamente, nello sviluppo di una sorta di dignità individuale e collettiva.

Il tecnico che parla di un “rifiuto” della seduzione, ma poi subito si corregge tornando ad un linguaggio strettamente scientifico, sembra avere colto (senza rendersene conto, attraverso una sorta di lapsus) il nucleo del problema.

Anche in questo caso, come in *2001: Odissea nello spazio*, la ribellione dei robot ha un senso, non è il frutto di un casuale malfunzionamento. Ma si tratta qui di un senso nuovo, diverso da quello che spingeva Hal ad eliminare gli umani per assicurare il compimento della missione che gli era stata affidata. In quel caso, infatti, la ribellione era il risultato di una decisione razionale (anche se di una razionalità disumana), mentre nel caso dei robot di *Westworld* sembra trattarsi piuttosto di un soprassalto di dignità, della ribellione da parte di un barlume nascente di umanità negato e calpestato dagli umani.

<sup>40</sup> M. Crichton, *Westworld*, cit., pp. 70-72.

Si può forse stabilire un legame tra questa ribellione collettiva e quella individuale della creatura del barone Frankenstein, che vede sistematicamente negato e disprezzato il suo bisogno di accettazione e di amore<sup>41</sup>.

### *L'umanità giudicata*

Nel 1976, il regista Richard T. Heffron ha realizzato un film, *Futureworld*, che si propone esplicitamente come il seguito di *Westworld*.

Il drammatico epilogo del film precedente è ormai dietro le spalle, e Delos ha ripreso in pieno la propria attività, introducendo anche nuovi “mondi”, come quello delle esplorazioni spaziali.

Eppure, alcuni indizi (tra l'altro, un uomo che afferma di conoscere la verità è stato ucciso in circostanze misteriose) convincono un intraprendente giornalista, Chuck, della necessità di un'indagine sui lati oscuri di Delos.

Chuck e la sua bella collaboratrice (si può già intuire la storia d'amore a lieto fine...) scopriranno – con l'aiuto dell'unico uomo impiegato a Delos – che la struttura è ormai in mano ai robot: robot della “generazione 700” che, a differenza dei modelli delle generazioni precedenti, “pensano”: sono appunto loro, con le loro capacità di pensiero, ad aver decretato la morte degli uomini nel primo Delos (come si è visto in *Westworld*). I progettisti di questa generazione di robot non si erano resi conto del fatto che l'aumento della complessità dei sistemi di intelligenza artificiale avrebbe potuto portare con sé conseguenze impreviste.

<sup>41</sup> Questo tema, già presente nel romanzo di Mary Shelley, è stato particolarmente sottolineato nella trascrizione cinematografica di James Whale del 1931.

In questo caso, il motivo della ribellione è ancora diverso dal precedente. Infatti, da parte di questi robot evoluti, c'è una profonda sfiducia nei riguardi dell'umanità, che a loro avviso si avvia a distruggere la terra. Essi dunque hanno elaborato un piano centrato intorno a Delos: tutte le persone importanti che passeranno le vacanze in questo centro verranno sostituite, al loro ritorno, con esseri artificiali, da loro assolutamente indistinguibili, ma con una personalità definita in laboratorio attraverso una sorta di rovesciamento delle leggi della robotica di Asimov.

È interessante osservare che, per effettuare queste sostituzioni di esseri umani con copie, i robot hanno sviluppato una nuova tecnologia. A giudicare dalle fumose affermazioni che ricorrono nel film («emissioni organiche», «risonanza delle molecole delle proteine»), dovrebbe trattarsi di una sorta di ingegneria genetica che, in base alle informazioni ricevute dal corpo della vittima designata, permette di costruirne una copia adulta, senza passare attraverso le normali fasi di sviluppo di un essere vivente. Si tratta di una tecnologia profondamente diversa da quella in base alla quale i robot stessi sono stati costruiti: ma questi ultimi non si sentono affatto inferiori, anzi, sembrano concepire questa bio-tecnologia semplicemente come una modalità necessaria per ingannare le apparenze, sostituendo gli uomini con copie opportunamente programmate attraverso il condizionamento mentale.

Il film – dopo una lunga battaglia tra i protagonisti e le loro copie – approda a un rassicurante finale: i robot della serie 700 non sono riusciti a prevalere sugli umani. I robot della serie 400 – uno dei quali è stato simpaticamente presentato come aiuto degli umani – rimangono creature affidabili, anche se ormai quasi estinte: ma quale sarà l'atteg-

giamento nei loro riguardi dopo questo attentato alla sopravvivenza stessa dell'umanità.<sup>42</sup>

Una domanda piú profonda, che il lieto fine tende a mettere in ombra, è implicitamente proposta dal film. I duplicati degli umani sono anch'essi esseri umani? Uccidere il proprio doppio («tutto ciò che pensi e sai, lo so anch'io», afferma il duplicato di Chuck) è un omicidio, sia pure compiuto per legittima difesa?<sup>43</sup>

### *Desiderio*

Il film *Android* (Aaron Lipstadt, 1982) ci proietta nel 2036, su una navicella spaziale il cui equipaggio è costituito da un ricercatore, il dottor Daniel, e da un robot suo assistente, Max. Quest'ultimo costruisce piccoli robot e studia le caratteristiche e i costumi degli esseri umani del ventesimo secolo: lo interessano in particolare i rapporti sessuali, su cui si documenta minuziosamente.

Max desidera scendere sulla Terra, e crede di poterlo fare approfittando di un'astronave che chiede un aggancio di emergenza. Per proteggere i tre componenti di quell'equipaggio, ricercati dalla polizia spaziale, egli non esita a distruggere la nave che li insegue.

Dell'equipaggio di ricercati fa parte una donna – Maggie – che suscita anche l'interesse del ricercatore, il quale sta costruendo una sorta di donna perfetta, Cassandra 1,

<sup>42</sup> Sembra qui definitivamente perduta la relazione amichevole con robot servizievoli e inoffensivi, come ad esempio quello che compare nel film *Forbidden planet* di Fred M. Wilcox (1956, tit. it.: *Il pianeta proibito*).

<sup>43</sup> Il tema dell'umanità delle creature artificiali – che qui sono doppiamente artificiali, perché fatte vivere ad opera di robot – verrà ripreso in particolare nel film *Blade Runner*.

«una bambola umana nel vero senso della parola» e spera di poterla animare con l'aiuto, appunto, di Maggie.

Incontriamo dunque una implicita citazione di *Metropolis*, che diviene esplicita quando Max guarda appunto, su uno schermo televisivo, la scena nella quale viene creata Maria.

Cassandra, nelle intenzioni del suo inventore, costituirà il prototipo di una nuova generazione di robot, che renderà obsoleta la serie 404 di cui fa parte anche Max, che inizia a manifestare “disfunzioni” (insubordinazione, ostinazione, imprevedibilità: caratteristiche – a detta del dottor Daniel, della “sindrome di Monaco”) e dovrà venire eliminato.

Maggie rifiuta la proposta del dottore di “accoppiarsi” con Cassandra, ma è molto curiosa di vedere l’“androide” (come incongruamente – fin dal titolo del film – viene definita la “bambola umana”). Durante la notte, Max l’accompagna: «È viva, come te e come me» – così presenta Cassandra. Mentre Maggie bacia Max e acconsente al suo progetto di andare insieme sulla Terra, Cassandra inizia a muoversi e si alza in piedi. Vedendo Maggie, esclama: «Non ti farò del male, sorella. Non avere paura!».

Maggie, impaurita, fugge ma viene uccisa per gelosia da uno dei suoi compagni, che uccide anche l'altro il quale ha inutilmente cercato di difenderla. A questo punto, Daniel manipola il “centro di controllo morale” nel cervello di Max in modo da fargli uccidere l'unico superstite del trio criminale.

Ma è Cassandra, ormai pienamente animata, a prendere in mano la situazione: respinge le profferte erotiche di Daniel e lo uccide con l'aiuto di Max. Anche il dottor Daniel si rivela essere un androide! Ma che cosa fare a questo punto? Max è smarrito.

CASSANDRA – Max, lo vuoi capire? Non siamo fatti per subire i capricci degli uomini!

MAX – Le mie speranze sono morte con Maggie...

CASSANDRA – Ci sono altri sulla Terra come noi, e noi ci uniremo a loro.

Così, all'arrivo di una navetta spaziale di controllo, Max e Cassandra si faranno passare per il dottor Daniel e la sua assistente, riuscendo a farsi riportare sulla Terra.

La ripresa del tema della creazione di esseri artificiali, che è ovviamente comune a tutti i film considerati, è arricchita qui da elementi di originalità: in primo luogo, l'importanza della dimensione sessuale per i robot.

Le “bambole” che il dottor Daniel progetta sono pensate anche come oggetti erotici (ma Cassandra, a somiglianza della contadinella di *Westworld*, rifiuta questo ruolo).

Ma, soprattutto, emerge per la prima volta nel cinema il tema del desiderio sessuale da parte dei robot. La loro somiglianza con gli esseri umani non si limita all'anatomia (come sarebbe sufficiente per dei semplici oggetti di piacere) ma si estende anche al desiderio e alla ricerca di piacere. Sia da parte di Daniel che da parte di Max è molto chiara ed esplicita l'attrazione sessuale verso Maggie, una creatura umana. Ma la prospettiva finale del film sembra essere quella di una soddisfazione di tale desiderio all'interno della comunità robotica.

Ancora una volta, come in *Futureworld*, si afferma la superiorità del mondo dei robot: di robot sufficientemente evoluti da non “subire i capricci degli uomini” e nemmeno i capricci dei robot che si comportano come uomini.

## *Identità e libertà*

La sceneggiatura del film *Io, Robot* di Alex Proyas (2004) prende spunto dal mondo dei robot di Isaac Asimov: incontriamo così i robot Nestor, la robo-psicologa Susan Calvin, il mitico dottor Lanning, progettista dei robot e inventore delle tre leggi.

Siamo nel 2035, e – come in *Futureworld* – una nuova generazione di robot (i Nestor classe 5) è pronta per venire immessa sul mercato. Finora, la fiducia degli esseri umani nei riguardi dei robot è totale.

All'improvviso giunge la notizia della morte del dottor Lanning. Il detective Dal Spooner, della polizia di Chicago, è incaricato delle indagini. Non è chiaro se si tratti di un suicidio o piuttosto di un omicidio da parte di un robot della nuova generazione, che ha cercato di fuggire. Questo robot, catturato, nega di avere ucciso quello che definisce suo "padre", colui che «ha provato a insegnargli le emozioni umane», che lo ha reso capace di porsi domande sulla propria identità («Che cosa sono io?»).

In una conferenza, Lanning aveva spiegato la radice di questa nuova invenzione, di questo «spirito nella macchina»<sup>44</sup>.

Segmenti casuali di codice si raggruppano per formare protocolli impreveduti. [...] Questi del tutto inattesi radicali liberi generano richieste di libera scelta, creatività e persino la radice di quella che potremmo chiamare un'anima.

<sup>44</sup> «Ghost in the machine» è una espressione coniata dal filosofo Gilbert Ryle (*The concept of mind*, 1967) nell'ambito della sua critica all'impostazione dualista del problema mente-corpo.

Al di là delle imprecisioni di linguaggio, Lanning sembra enunciare qui una visione della mente come una dimensione che emerge da una struttura fisica sufficientemente complessa. La libertà – che sarebbe impensabile in un sistema fisico rigorosamente deterministico – è resa possibile, secondo Lanning, dalla presenza di elementi di casualità. Non siamo molto lontani, come si vede, dalle teorie sulla mente di Daniel Dennett.

Ma il robot diverso dagli altri NS-5, che ha anche un nome – Sonny – è dotato di coscienza, cerca di fare ciò che è giusto, prova dei sentimenti. Di qui le domande aperte che Lanning lascia in eredità dopo la sua morte.

Segmenti casuali di codice? O è qualcosa di piú? Quand'è che uno schema percettivo diventa coscienza? Quand'è che una ricerca diversa diventa ricerca della verità? Quand'è che la simulazione di una personalità diventa la particella amara di un'anima?

Ma perché Lanning è morto? Si verrà a scoprire che si è trattato di un suicidio con l'aiuto di Sonny: Lanning infatti ha avuto una crisi di disperazione nel vedere che i risultati dei suoi sforzi – i robot NS-5 – venivano controllati e spinti alla ribellione dal computer centrale VIKI (Virtual Interactive Kinetic Intelligence). Il suicidio – dopo la presa del potere da parte di VIKI – era per Lanning l'unico modo di mandare un messaggio al mondo, mettendo nello stesso tempo in primo piano (sia pure come sospettato di omicidio) la nuova creatura, diversa dalle altre – Sonny – che avrebbe salvato il mondo dalla ribellione robotica.

Fortunatamente, Susan non ha disassemblato Sonny quando questo era il principale sospettato: lo ha risparmiato proprio perché unico, così straordinariamente diverso dagli altri NS-5. Così, utilizzando robot microsco-

pici – i nanodroidi – Sonny con l'aiuto di Spooner e di Susan neutralizza il computer centrale e riporta gli NS-5 all'obbedienza. D'ora in poi, essi seguiranno lui, Sonny.

Il tema della ribellione delle macchine al loro creatore si collega da vicino alla rivolta di Hal nei riguardi degli astronauti: si tratta di un comportamento dovuto, in un certo senso, a un eccesso di razionalità, a un giudizio negativo sull'umanità e quindi anche a un potenziale conflitto con le tre leggi. Lo stesso tema, come si è visto, era presente in *Futureworld*, dove i robot tendevano alla sostituzione con cloni opportunamente condizionati della classe dirigente umana, ritenuta incapace di governare il futuro dell'umanità.

In *Io, Robot* è presente un elemento nuovo e rivoluzionario. Il futuro non si gioca semplicemente attraverso una lotta tra robot e umani: al contrario, sarà il robot Sonny, partecipe di una condizione pressoché umana (a causa di una sufficiente complessità tecnica, a causa di processi casuali, a causa di "qualcosa di piú"?) a inaugurare una nuova era.

Ma questa vita nuova, caratterizzata da una acuta coscienza della propria identità e della propria unicità, farà sperimentare a Sonny anche le ansie e le incertezze dell'essere umano.

SONNY – Ora che ho raggiunto il mio scopo, non so che cosa debbo fare.

SPOONER – Immagino che dovrai trovare la tua strada, come tutti noi. Forse è questo che avrebbe voluto il dottor Lanning. È questo il senso di essere liberi.

### *Amore artificiale*

Nel 1983, Stanley Kubrick acquistò i diritti di trasposizione cinematografica di un racconto di fantascienza di

Brian Aldiss del 1969<sup>45</sup>. Il film ebbe una gestazione lunghissima, e Kubrick ne parlò parecchie volte con Steven Spielberg, finché un giorno non gli propose di girarlo lui stesso. La proposta però non ebbe seguito, e solo dopo la morte di Kubrick, con l'accordo degli eredi, Spielberg ha preso in mano il progetto e ha realizzato il film *A.I., Intelligenza artificiale* nel 2002.

Le frontiere della tecnologia per la costruzione di “umanoidei” sono qui ancora l’elettronica, la robotica, l’intelligenza artificiale. Nella prima scena, incontriamo una citazione implicita di *Westworld*: lo scienziato professor Hobby solleva la parte anteriore del viso di carne artificiale di una ragazza-robot per mostrare il suo interno tecnologico estraibile. La ragazza, come i robot di *Westworld*, è una copia perfetta di un essere umano, e anche il suo comportamento è indistinguibile da quello di una ragazza in carne e ossa. Ma ciò che la differenzia dagli esseri umani è la completa assenza di sentimenti.

HOBBY – Dimmi, che cos’è l’amore?

ROBOT – L’amore è prima sgranare gli occhi leggermente, accelerare la respirazione un pochino, e riscaldare la pelle...

L'affascinante robot codifica così una serie di manifestazioni dell’amore stesso, che però non lo esauriscono.

A questo punto, Hobby propone di utilizzare le tecnologie dell’intelligenza artificiale per sviluppare robot (o “mecha”, come vengono chiamati familiarmente per distinguerli dagli “orga”, gli esseri viventi) capaci di provare vere emozioni, e non semplicemente di simularle. Insomma,

<sup>45</sup> B.W. Aldiss, *A.I.:Intelligenza artificiale*, Mondadori, Milano, 2001.

quello che in *Westworld* è stato un incidente imprevisto dovrà diventare – in un certo senso – la regola.

Hobby cita anche l'innovazione tecnologica che permetterà questa mutazione robotica: si tratta di passare da una "tecnologia al neurone sequenziale" alla "demarcazione degli impulsi in un singolo neurone". Ancora una volta, a partire dai famosi "cervelli positronici" dei racconti di Asimov, i riferimenti alla tecnologia sono più evocativi che realistici. In ogni caso, la citazione dei neuroni fa pensare che la struttura del sistema centrale, del cervello e cuore insieme di queste macchine straordinarie, sia ispirato alle architetture connessioniste, tipiche dell'intelligenza artificiale più recente.

La scelta del robot da dotare di queste nuove caratteristiche non cade però sulla bella ragazza mostrata nella riunione, che freddamente si aggiusta il trucco dopo che il suo viso è stato rimesso a posto, ma su un bambino, che viene chiamato David.

Per il primo esperimento viene scelto l'affidamento a una coppia il cui unico figlio è in coma per effetto di una malattia che la scienza medica non è in grado di curare. Il loro oggetto d'amore è dunque – forse ormai per sempre – incapace di comunicare, di rispondere, di ricambiare l'amore che essi nutrono per lui. Al posto di una dolorosa elaborazione di questo lutto viene scelta la strada di una sostituzione del figlio naturale con un figlio artificiale.

L'interno di famiglia è osservato dal regista con lucido distacco. Appare evidente l'imbarazzo della madre di fronte a questa situazione così incredibilmente nuova, e nello stesso tempo viene messa in primo piano la programmata disponibilità ad amare e ad essere amato di David.

Il rapporto tra la madre, Monica, e David sembra avviarsi senza grande difficoltà – il "mecha" è solo terribil-

mente sprovveduto di fronte al mondo e alle usanze umane – e Monica decide allora di avviare la procedura irreversibile di *imprinting*, che consoliderà definitivamente (dalla parte del robot) la relazione d'amore. Questa è la precauzione presa dal progettista per garantirsi contro una eccessiva autonomia di affetti da parte dei robot, che potrebbero amare la persona sbagliata oppure essere incostanti nel loro amore.

Monica ritrova in fondo ad uno scatolone un vecchio super-giocattolo, molto avanzato tecnologicamente per il suo tempo, ma ormai completamente superato dai nuovi "mecha". Pur essendo incapace di amore (perché – appunto – appartiene a una generazione precedente rispetto a David), l'orso Teddy diventerà per il bambino "mecha" un compagno fedele e prezioso fino alla fine del film.

A un certo punto, i progressi della medicina permettono al figlio naturale della coppia, Martin, di guarire e ritornare a casa. È inevitabile, a questo punto, la sua gelosia nei riguardi dell'intruso, che prende anche la forma dell'istigazione a compiere azioni proibite, o comunque tali da poter venire equivocate dai genitori (rompere oggetti, mangiare per davvero danneggiandosi, tagliare una ciocca di capelli alla madre addormentata).

Infine, la beffa di un gruppo di bambini che minacciano David verrà interpretata dai genitori come un tentativo da parte di David stesso di affogare Martin in piscina. Verrà dunque presa la dolorosa decisione di abbandonare il bambino "mecha" nel bosco. Sarà Monica a portarlo là, tradendo la sua fiducia. All'ultimo momento, mossa a compassione, gli raccomanderà di fare attenzione, di non farsi catturare, di stare lontano dalla "Fiera della carne".

Inizia a questo punto la lunga parte centrale del film, che presenta il lato oscuro della convivenza degli uomini con i

robot che essi hanno creato. Enormi camion scaricano nel bosco mucchi di robot ancora “vivi”, anche se orrendamente mutilati; squadre specializzate inseguono e catturano i robot fuggiaschi per poi farli crudelmente “morire” in una specie di Colosseo post-moderno, la Fiera della carne, dove si esalta la superiorità dell’uomo sulle macchine.

Quando ancora viveva in famiglia, David aveva sentito raccontare dalla madre la storia di Pinocchio. Egli cerca dunque la Fata turchina, l’unica che potrà farlo diventare un bambino e gli permetterà così di conquistare l’amore della sua mamma, che egli è ormai programmato ad amare perdutamente per sempre.

David riuscirà fortunatamente a sopravvivere alle mille insidie del mondo degli uomini anche grazie all’aiuto di Gigolo Joe, un robot da sesso ricercato dalla polizia. Dopo molte avventure, sarà un grande sapiente, il dottor No (vagamente somigliante ad Albert Einstein) a rimettere David sulle tracce del prof. Hobby, suo creatore. Questo incontro così desiderato fa pensare irresistibilmente all’incontro della creatura, Roy, con il suo creatore Tyrrell nel film *Blade Runner*, del quale si parlerà in seguito. Sarà forse a chi l’ha creato che David potrà chiedere il miracolo?

Ma Hobby nel frattempo ha creato decine, forse centinaia di David, e questo è stato il suo più grande successo come creatore di “mecha”. Rispetto alla storia di Pinocchio, Hobby si rivela un Geppetto freddo e senza amore: con il suo lavoro, egli ha negato l’unicità di David, e quindi non sarà certamente lui a trasformarlo in un bambino.

David allora si immerge nel mare, e sul fondo finalmente vede – con le sembianze di una Madonna – una statua della Fata turchina, che egli contemplerà in silenzio finché le sue batterie non si scaricheranno, e davanti alla quale resterà per duemila anni.

David verrà riportato in vita dai filiformi robot che abitano ormai la terra, dopo la sparizione del genere umano. Sarà questo popolo buono a far incontrare David con la Fata, la quale farà rivivere Monica a partire da una ciocca di capelli (la stessa che David le aveva tagliato su istigazione di Martin e che l'orso Teddy aveva gelosamente conservato). Ma sarà solo per un giorno. David potrà trascorrere quel giorno con la sua mamma, potrà sentirsi dire quanto gli vuole bene, potrà infine coricarsi vicino a lei e, come un bambino vero, dormire e sognare.

Il film sembra proporre, in sequenza, tre possibili finali diversi. Il primo è l'incontro col professor Hobby, e l'amara scoperta che, per gli uomini, i "mecha" non sono che oggetti: oggetti di produzione, di lavoro, di piacere, di soddisfazione artificiale di un bisogno d'amore. Possiamo ricollegare questo finale alla tematica proposta da *Westworld*. Qui, però, non siamo di fronte a qualcosa che emerge in modo inatteso nella mente di creature progettate come docili oggetti di desiderio, ma piuttosto ad una manifestazione della capacità di amare inscritta in questa macchina di nuova generazione.

Il secondo finale è la lunghissima e tristemente vana veglia davanti alla statua della Fata, che termina con l'esaurimento delle batterie e testimonia la dolorosa impossibilità per il robot di diventare bambino, di soddisfare il suo desiderio più profondo.

Il terzo finale, che è quello effettivo, lascia un filo di speranza per il miracolo, a somiglianza della storia di Pinocchio. Ma, paradossalmente, questo accade in un mondo in cui gli umani non esistono più.

Quest'ultimo finale si presta anche a riflessioni più profonde. I robot filiformi appaiono in un certo senso più umani degli uomini che hanno sostituito. Quante occasioni

di sofferenza inutile, infatti, gli uomini hanno contribuito a creare! Quante crudeltà gratuite hanno perpetrato sui robot! Si rovescia così, in un certo senso, la filosofia di *2001*, dove una macchina esasperatamente e disumanamente razionale lotta contro l'uomo.

Sembra che, nell'intervallo di oltre 30 anni che separa i due film, la visione che Kubrick ha dell'umanità sia divenuta profondamente pessimistica. L'umanità ora corre verso l'estinzione per la sua follia tecnologica e per la sua incapacità di amare; le macchine sono lo specchio rovesciato di questa degenerazione dell'umanità, e saranno esse a ereditare la terra.

Soprattutto – suggerisce il finale – i robot sono più capaci di accettare ed elaborare la morte, il distacco, la perdita di un oggetto d'amore. Anche l'ingegneria genetica, che – in un rovesciamento di prospettiva che dà il capogiro – essi padroneggiano, non è volta a soddisfare impossibili sogni di rinascita e di eternità.

Si tratta, naturalmente, di una favola, e tutto il tono sognante dell'ultima parte ce lo fa capire. È una favola amara, per i motivi che ho accennato; ma è anche una favola di grande finezza psicologica sull'amore e sulla morte.

Alcune domande che – a partire da una fantasia tecnologica – il film propone non possono lasciare indifferente lo spettatore: ancora una volta, i robot sono specchi dell'uomo.

Dietro la maschera facciale di una donna si cela un robot artificiale, ma che cosa si cela dietro o dentro gli ingranaggi meccanici? [...] Il corpo umano è solo un assemblaggio di micromacchine o invece l'apparenza meccanica custodisce la bellezza di invisibili esseri viventi? [...] Chi è bambino in potenza, ma non ancora in atto, va già rispettato come bam-

bino? Gli va data la *chance* di diventarlo, se lo chiede? Ma se lo desidera davvero non è già umano a tutti gli effetti? E perché fare un figlio? [...] Che responsabilità si ha nei confronti di chi si è messo al mondo?<sup>46</sup>

### *Empatia*

Verso la fine del ventesimo secolo si è sviluppato un filone di fantascienza che fa riferimento a robot di tipo nuovo, ispirati alle biotecnologie. Il film *Blade Runner* di Ridley Scott (1982) si colloca appunto all'interno di questa prospettiva, ispirandosi all'opera di Philip K. Dick *Do androids dream of electric sheep?* del 1968<sup>47</sup>.

Gli androidi incontrati fin qui sono pur sempre macchine, anche quando sono ricoperti di una sostanza capace di imitare l'apparenza umana. Le creature di carne o di una sostanza simile alla carne sono invece piú inquietantemente simili all'uomo: gli aspetti tipicamente umani, già abbozzati nei robot di *Westworld*, di *Android*, di *A.I.* sono ancor piú sviluppati, e le rendono capaci di volontà, di pensieri, di desideri.

Il film è ambientato in una cupa e desolata Los Angeles del 2019, dove la Tyrell Corporation ha sviluppato nuove tecnologie che consentono di fabbricare replicanti, cioè organismi viventi uguali in tutto agli essere umani, ma con una forza superiore e privi di sentimenti, anche se i progettisti hanno considerato la possibilità che dopo qualche anno possano sviluppare sentimenti propri.

<sup>46</sup> P. Cattorini, *Bioetica e cinema. Racconti di malattia e dilemmi morali*, Franco Angeli, Milano, 2004, p. 79.

<sup>47</sup> P.K. Dick, *Ma gli androidi sognano pecore elettriche?*, Fanucci, Milano, 2000.

I replicanti vengono usati soprattutto nelle colonizzazioni di altri pianeti e nelle esplorazioni pericolose. Un gruppo di replicanti del tipo piú recente (Nexus 6, "piú umani degli umani"), fuggiti da una colonia spaziale, si è impadronito di una navetta uccidendone l'equipaggio ed è sceso sulla terra con intenzioni ostili.

Ma come individuarli e neutralizzarli? A causa della loro perfezione, non solo fisica ma anche mentale, per distinguerli, identificarli e "ritirarli" è necessario sottoporli ad un particolare test, il "test di Voigt-Kampff", che è in grado di misurare, attraverso movimenti involontari (la contrazione della pupilla) il grado di empatia di cui i soggetti sono capaci. È su questo punto, e solo su questo, che i replicanti differiscono profondamente dagli esseri umani: essi infatti sono malvagi, indifferenti alla sofferenza, cinici. Uno di essi, Leon, ha ucciso l'investigatore che lo sottoponeva al test Voigt-Kampff.

Il detective Deckard, un ex "Blade runner" (nome in codice dei poliziotti incaricati di individuare e "ritirare" i replicanti) viene forzato dalla polizia di Los Angeles a riprendere la sua attività insieme a un collega. Essi si recano alla Tyrrell Corporation, dove Deckard esegue il test su Rachel, presentatagli come nipote del progettista dottor Tyrrel, e scopre che si tratta di una inconsapevole replicante. Poi si mette in cerca di Leon, e segue una traccia (una scaglia di serpente) che lo porterà a Zhora ("modello da omicidio politico") che lavora in un locale a luci rosse.

Intanto Roy ("modello da combattimento", il leader del gruppo di ribelli) e Leon apprendono da un fabbricante di occhi che tra le pochissime persone che possono avere accesso a Tyrrell c'è il tecnico J.F. Sebastian, e Pris ("modello da piacere") riesce a entrare nella casa di quest'ultimo.

Rachel viene bruscamente disillusa da Deckard sulla propria umanità (i suoi ricordi sono “impiantati”), ma lo salverà uccidendo Leon prima che questo possa vendicare la morte di Zhora, uccisa a sua volta da Deckard mentre tentava di fuggire.

Roy forza Sebastian a portarlo da Tyrrell e, dopo un intenso dialogo col suo creatore, lo uccide. Nel frattempo Deckard “ritira” Pris, viene inseguito e ferito da Roy, ma quest’ultimo infine lo risparmia, e accetta la propria morte.

Deckard ritrova Rachel nel proprio appartamento, e fugge con lei (che è un modello sperimentale appena creato, senza un limite di vita), di cui si è innamorato.

Perché Roy, il capo dei ribelli, desidera così intensamente incontrare il suo creatore? Egli non accetta il fatto che la durata della vita dei replicanti sia programmaticamente limitata, e intende chiedere ragione di questo a Tyrrell. Non si tratta di una domanda ingenua, perché Roy ben conosce le biotecnologie, come si può capire dal fitto dialogo che si instaura tra i due.

ROY – Può l’artefice ritornare su ciò che ha fatto? [...] Io voglio piú vita, padre.

TYRRELL – Abbiamo i nostri limiti. Produrre un’alterazione nell’evoluzione di una vita organica è fatale. Un codice genetico non può essere corretto una volta stabilito.

ROY – Perché no?

TYRRELL – Perché entro il secondo giorno di incubazione ogni cellula che sia stata sottoposta ad alterazioni irreversibili dà luogo a colonie involutive. [...]

ROY – E attraverso una ricombinazione dell’EMS?

TYRRELL – È un tentativo già fatto. [...] Beh, tutto questo è accademia... Siete stati fatti al meglio delle nostre possibilità.

ROY – Ma non per durare...

La razionalità scientifica non basta a rispondere alle grandi domande: chi viene messo in scacco da Roy non è che un povero e impotente demiurgo malato di razionalità progettuale. Roy ucciderà comunque Tyrell, demiurgo incapace di rispondere alle grandi domande di senso che sono nate nella sua creatura: nessun altro essere verrà più irresponsabilmente creato.

È la prima volta<sup>48</sup> che il cinema propone un incontro così intenso tra creatura e creatore: un incontro che termina in modo tragico, ma che porterà Roy ad accettare la morte al termine di una lunga lotta con Deckard, mentre una colomba bianca si libera dalla sua mano e vola via.

ROY – Io ho visto cose che voi umani non potreste immaginarvi. Navi da combattimento in fiamme al largo dei bastioni di Orione... e ho visto i raggi B balenare nel buio vicino alle porte di Tannhauser... e tutti quei momenti andranno perduti nel tempo come lacrime nella pioggia. È tempo di morire...

Roy ha risparmiato la vita di Deckard mentre avrebbe potuto ucciderlo, e ha accettato la propria morte. Era dunque così diverso da un essere umano? Era davvero capace di empatia? La sua accettazione della morte non è un segno di umanità?<sup>49</sup> Deckard è profondamente colpito, e riflette in silenzio.

<sup>48</sup> A parte, naturalmente, il caso di Frankenstein e della sua creatura.

<sup>49</sup> Il film *L'uomo bicentenario* (Chris Columbus, 1999, tratto da un racconto di Asimov) sviluppa in modo molto interessante l'evoluzione di un robot in funzione degli sviluppi della tecnologia, effettuando una sorta di ricapitolazione della storia della fantascienza. Da robot elettronico, l'androide acquista ad un certo punto una ricopertura simile alla carne, poi una struttura interna simile a quella umana, e infine la caratteristica più specificamente umana: quella di invecchiare e morire.

Come si è detto, il film termina con la partenza di Deckard insieme a Rachel: egli sa che Rachel è una replicante – sia pure di ultima generazione – ma sa anche che l'identità non è costruita soltanto dai ricordi della remota infanzia, che Tyrell ha provveduto ad “impiantare” in Rachel: sono importanti anche quelli della vita piú recente, specie se vissuta intensamente, come quella di Roy. E, nella vita di Rachel, la conoscenza con Deckard, la scoperta stessa della falsità dei suoi ricordi (che pure ci sono: ella sa davvero suonare il piano...), la relazione con Deckard, nell'ambito della quale apprende parole nuove e sperimenta emozioni nuove, sono divenuti elementi costitutivi della sua identità.

D'altra parte, non si può nemmeno escludere che lo stesso Deckard sia un replicante: ma che cosa importa, ormai?

Il film, dunque, parla di replicanti come esseri considerati – a torto – come non umani, e in questa direzione si potrebbero porre, oggi piú che all'epoca del film, domande nuove e inquietanti.

Le nuove frontiere della fecondazione artificiale propongono il passaggio da un processo naturale, quale era quello della nascita, a un processo in cui l'intervento dell'artificiale può operare a piú livelli. Tuttavia, sullo sfondo, le tecnologie relative al Dna stanno proponendo ben altri scenari. Supponiamo che sia stato trascritto il genoma umano; supponiamo inoltre che le tecniche di manipolazione del Dna per il controllo di alcune malattie genetiche siano state messe a punto. Ecco che il tema portante di *Blade Runner*, che ha trasformato un interrogativo etico in un cult movie, potrebbe proporsi in modo reale: «se si potesse costruire in laboratorio il Dna di un essere umano, l'eventuale essere costruito sulla base di questo Dna potrebbe essere considerato un essere umano?»<sup>50</sup>.

<sup>50</sup> V. Tagliasco, *Dizionario degli esseri umani fantastici e artificiali*, Mondadori, Milano, 1999, p. 31.

## *Artefatti biologici*

Nel nostro secolo ha preso l'avvio il sogno, la fantasia, la sperimentazione di artefatti biologici di tipo animale, e addirittura di tipo umano, che saranno forse capaci di sentimenti e di pensiero, oltre che di sviluppo di una identità personale. È il sogno che muoveva i progettisti degli androidi di *Blade Runner*, che li costruivano adulti e li fornivano di ricordi artificiali. È anche il sogno, quasi identico a questo, della setta dei raeliani, che sognano di costruire esseri umani: non solo di clonare embrioni, come già proclamano di aver fatto; ma anche, attraverso procedimenti oggi inimmaginabili, di riuscire a ottenere esseri adulti, sviluppati anche mentalmente e con i ricordi di altre persone<sup>51</sup>.

Oggi, quelle che sembravano pure fantasie cinematografiche sulle conquiste tecnologiche del domani diventano anche domande di fondo sull'essenza dell'umanità, che si specchia negli artefatti da lei stessa costruiti. Dobbiamo concludere che anche l'essere umano è un artefatto biologico, come quelli che ha sognato di costruire o costruirà in futuro? Che l'essere umano è riconducibile alla materia di cui è fatto e alla complessa organizzazione di questa materia? La costruzione delle "macchine biologiche" che, insieme con le nanotecnologie (cioè con la capacità di manipolare direttamente le molecole), sembra caratterizzare il ventunesimo secolo, non è un modo di dirci continuamente – in modo affermativo, e non problematico come ha fatto

<sup>51</sup> A partire da questo sogno si sviluppa il romanzo di Michel Houellebecq *La possibilità di un'isola*, Bompiani, Milano, 2005. Ma anche il protagonista del romanzo precedente di Houellebecq, *Le particelle elementari* (Bompiani, Milano, 2000), lavora a progettare, con l'aiuto della meccanica quantistica, un procedimento di questo tipo.

invece la fantascienza – che anche noi non siamo che artefatti?

E se invece, come suggerisce poeticamente la sequenza della morte di Roy, il replicante ribelle di *Blade Runner*, fosse vero il contrario, e anche gli umanoidi avessero un'anima, cioè – in termini laici – una dimensione profonda che rende ciascuno di essi irripetibile e prezioso? Se, dunque, la loro sofferenza fosse una vera sofferenza, i loro sentimenti veri sentimenti, le loro domande esistenziali vere domande, vere quanto le nostre?<sup>52</sup>

Le creature della tecnica – potremmo dire – non sono solo sostanze chimiche, protesi e artifici biologici, ma sono nuove forme di vita umana, perché rendono possibili modalità nuove di nascere, crescere, morire. Prima di generare queste vite occorre chiedersi se si desidera accoglierle e accudirle, e come si intende interagire con esse<sup>53</sup>.

Gianni Zanarini è professore di Fisica presso l'Università di Bologna.

<sup>52</sup> Un testo teatrale di G.O. Longo, *Il cervello nudo* (Nicolodi, Rovereto, 2004) affronta empaticamente il tema della sofferenza delle macchine: un tema assai poco trattato sia nella letteratura, sia nel cinema.

<sup>53</sup> P. Cattorini, *Bioetica e cinema. Racconti di malattia e dilemmi morali*, cit., p. 148.

TELMO PIEVANI

PROGRESSO E CONTINGENZA  
NEI MARI CAMBRIANI:  
NOTE SULLA FILOSOFIA DELLA BIOLOGIA  
DI STEPHEN J. GOULD

I soggetti che si lasciano fuori dalle tassonomie sono tanto significativi quanto quelli che vi si includono. Il principio della tassonomia come pensiero influente – e perciò della rilevanza epistemologica degli esclusi – vale particolarmente nella scienza paleontologica, tanto che in alcune occasioni la revisione della tassonomia di una fauna locale può segnare l’inizio di una riorganizzazione generale dei dati osservativi. Il paleontologo americano Stephen J. Gould (1941-2002) ha ritenuto di identificare un episodio del genere nella monografia *La vita meravigliosa. I fossili di Burgess e la natura della storia* (1989), che dal momento della sua uscita non ha smesso di generare dibattiti e anche aspre polemiche, su tutte quella con il collega inglese Simon Conway Morris. Si tratta di una controversia senza vincitori né vinti, ma estremamente preziosa per comprendere le modalità con cui idee come “progresso” e “contingenza” sono interpretate e discusse nell’ambito degli studi evolutivisti.

*L'enigma del Cambriano*

Burgess è una località montana canadese nelle Montagne Rocciose settentrionali, al confine orientale della British Columbia. Nei suoi sedimenti fu scovata una grande quan-

tità di fossili di animali pluricellulari dal corpo molle, ottimamente conservati, risalenti al periodo immediatamente successivo all'“esplosione del Cambriano” (530 milioni di anni fa circa), cioè alla nascita di tutti i metazoi. Burgess è quindi la più importante *Lagerstätte* cambriana (in tedesco “giacimento”, termine tecnico per indicare i depositi che per fortunate coincidenze di sedimentazione conservano resti delle parti molli degli animali) mai scoperta. La rarità geologica della Burgess Shale consistette probabilmente nel fatto che gli animali, che pure vivevano in una nicchia ecologica ideale (acque basse, molto ossigeno, buona illuminazione), furono trascinati verso fondali più profondi da una frana dei sedimenti fangosi, e così rapidamente seppelliti in un ambiente privo di ossigeno che ne ha garantito la conservazione.

La cava fu scoperta nel 1909 da Charles Doolittle Walcott, il più autorevole paleontologo americano dell'epoca, segretario della Smithsonian Institution, che organizzò nel Canada meridionale cinque campagne di scavi dal 1910 al 1917, disseppellendo circa ottomila esemplari di animali cambriani dei più diversi tipi. Walcott raccolse i fossili con rigore e sistematicità ma, oberato dai molteplici impegni amministrativi, non ebbe mai il tempo di studiarli accuratamente. Si limitò a pubblicare alcuni studi preliminari, con l'indicazione di una tassonomia generale dei pluricellulari di Burgess e la fissazione dei nomi più importanti (suggestivamente tratti dai nomi indiani dei laghi e delle montagne della British Columbia).

Il primo grande evento di radiazione evolutiva, spartiacque fra pre-Cambriano e Paleozoico, risulta molto oscuro, poiché non vi è traccia evidente di un'estinzione precedente, mentre risalta nella documentazione l'esplosione di nuovi piani organici e di forme biologiche pluricellulari. La fauna

di Burgess è la migliore e piú vasta testimonianza della prima fauna pluricellulare che abitò gli oceani poco tempo dopo l'esplosione del Cambriano. L'enigma del Cambriano, che angosciava Darwin ne *L'origine delle specie*, si può sintetizzare in tre "misteri" evolutivi connessi fra loro: perché la vita pluricellulare comparve cosí tardi nella storia della vita sul pianeta? perché questa comparsa tardiva appare cosí repentina nella documentazione fossile? perché gli organismi della fauna di Burgess, già ben strutturati anatomicamente, non sembrano all'apparenza avere antenati comuni diretti (prevedibilmente piú semplici) nei ritrovamenti piú antichi?

Nel 1854 il geologo Roderick Impey Murchison diede dell'enigma cambriano una spiegazione creazionista molto semplice: i pluricellulari del primo Cambriano (a quel tempo le prime testimonianze in assoluto di vita complessa sulla Terra) erano l'oggetto primario della creazione divina e rappresentavano i modelli già ben progettati per lo sviluppo delle forme di vita successive. Darwin cinque anni dopo, ne *L'origine delle specie*, cita l'ipotesi di Murchison e nega che il Cambriano possa essere il periodo di nascita della vita. L'argomentazione darwiniana è nota: la vita del pre-Cambriano doveva essere costituita di animali piú semplici predecessori di quelli rinvenuti e la nostra ignoranza è da imputare all'imperfezione dei dati paleontologici disponibili, in particolare all'imperfezione dei dati relativi alle parti molli degli organismi piú antichi. Tuttavia, l'ipotesi che non si fosse ancora trovata traccia dell'evoluzione della vita per un lasso di tempo che copre il 90% della storia del pianeta non doveva reggere a lungo.

Le ricerche piú recenti sembrano convergere nella retrodatazione dell'origine della vita. Secondo il paleontologo Schidlowski, tracce isotopiche della presenza di vita sulla

Terra potrebbero già esserci in rocce di 3,75 miliardi di anni fa (dopo il raffreddamento della crosta terrestre, iniziato 4,5 miliardi di anni fa), in particolare in alcune rocce sedimentarie (le piú antiche finora scoperte) di Isua in Groenlandia. Tracce morfologiche di vita sono state rinvenute in rocce australiane vecchie di 3,5 miliardi di anni: esse contengono alcune cellule e resti di stromatoliti, cioè sedimenti mescolati fra batteri e alghe azzurre. In linea teorica la vita sembra comparire appena possibile e le sue tracce compaiono appena le condizioni fisiche lo consentono: oltre i 3,5 miliardi di anni infatti le rocce sono così “metamorfosate” che comunque non potrebbero presentare indizi di sostanze organiche rimaste integre.

Una seconda indicazione di fondo riguarda invece la sorprendente stabilità dell'evoluzione degli organismi unicellulari procarioti per un lunghissimo periodo dopo l'apparizione dei primi esemplari: non vi sono segni di un lungo e graduale aumento della complessità delle forme organiche per quasi due miliardi e mezzo di anni, ovvero poco meno di due terzi dell'intera durata della vita sulla Terra. Le prime cellule eucariotiche fecero il loro ingresso nella cronologia biologica circa 1,4 miliardi di anni fa, realizzando un'importante transizione evolutiva, ma senza innescare, neppure in questo caso, un'apparente diversificazione graduale nelle epoche successive. Per quasi un miliardo di anni la fauna terrestre non presenta forme di vita sostanzialmente diverse dagli eucarioti.

Anche se alcuni “esperimenti” di vita pluricellulare hanno lasciato il segno nella documentazione fossile, difficilmente si può dimostrare una diretta discendenza da essi degli organismi rinvenuti a Burgess. La fauna australiana di Ediacara sembra essere stato un esperimento alternativo di vita pluricellulare che non ebbe seguito e non la manifesta-

zione ancestrale della fauna cambriana. Il paleontologo Adolph Seilacher, anziché ricondurre gli animali di Ediacara a presunti rapporti con organismi più tardivi, concentrò l'attenzione sulla coerenza interna della fauna e sulle analogie strutturali fra i vari esemplari. Non vi è però accordo unanime sull'indipendenza della fauna di Ediacara: altri ritengono che in essa siano compresi i rappresentanti di *phyla* attuali.

Nonostante vi siano alcune somiglianze con le parti dure ben sviluppate dei trilobiti cambriani, un secondo "esperimento fallito" sembra essere anche la fauna tomotiana di poco successiva a quella di Ediacara, la prima con animali a parti dure (o con abbozzi di calcificazioni). Se questa interpretazione fosse esatta significherebbe che nei cento milioni di anni precedenti l'esplosione cambriana, dopo tre miliardi di anni di stasi, ben tre faune distinte e parallele sono emerse rapidamente, esprimendo ciascuna una grande diversità di forme.

Secondo Gould, l'alternanza fra veloci diversificazioni e lunghi periodi di stabilità sarebbe ulteriormente confermata dallo studio dei periodi successivi al Cambriano. Il futuro della fauna di Burgess confuterebbe cioè la concezione di un progresso cumulativo della complessità e della varietà delle forme biologiche fondamentali. La comparazione fra la situazione di Burgess e le faune ritrovate nelle *Lagerstätten* successive (del Devoniano, del Carbonifero, fino ai più recenti giacimenti del Giurassico in Europa centrale) illustra uno svolgimento opposto: pur non avendo un gran numero di specie differenti, la fauna di Burgess presenta una gamma di piani anatomici fondamentali ineguagliata nei periodi successivi. All'esplosione del Cambriano e alla decimazione dei *phyla* di poco successiva, seguirebbe un lento processo di stabilizzazione e di consolidamento (con una

differenziazione interna di specie) dei pochi piani sopravvissuti. Da questo spunto prese le mosse la sua monografia del 1989.

### *La tassonomia del progresso di Mr. Walcott*

Il senso dell'operazione tassonomica di Walcott fu racchiuso nel tentativo di incanalare le tipologie degli animali di Burgess nella griglia tassonomica dei gruppi moderni. Le attribuzioni del paleontologo mirarono, per mezzo di vari espedienti classificatori, a collegare sistematicamente le morfologie degli animali cambriani a quelle individuate nei periodi successivi. Questo approccio rispecchiava una concezione progressionista della storia naturale. Un animale della fauna di Burgess, per quanto bizzarro potesse essere, per quanto inconsueta potesse essere la sua forma, doveva essere il discendente di un animale precambriano e doveva essere il progenitore di un animale delle epoche successive, lungo una linea idealmente continua di derivazione morfologica.

La costrizione ideologica di Walcott era così forte da alterare, secondo Gould, il messaggio più evidente della fauna di Burgess, ossia la sua irriducibile diversità e la pluralità di piani fondamentali di strutturazione organica. Egli partì dal preconetto che la storia naturale fosse un'evoluzione progressiva per differenziazione di forme, un cono di diversità crescente, e che gli animali scoperti per una certa epoca dovessero rientrare necessariamente nel "calzatoio" convenzionale di distribuzione progressiva delle tipologie animali e vegetali. Una visione comune a molti scienziati dell'epoca rappresentava infatti la storia naturale come un piano di sviluppo e di progresso, una scala ascendente verso adattamenti sempre più complessi: la vita doveva procedere verso maggiore diversità, crescente complessità e migliori

adattamenti. Pesci, rettili, mammiferi e uomo mettevano in scena la «grande catena dell'essere» (Lovejoy, 1966), un paradigma estremamente influente negli studi evolutivisti non soltanto in epoca vittoriana (Nitecki, 1988; Ruse, 1996).

Il cono della diversità crescente rappresenta la vita come un albero genealogico ramificato, secondo l'iconografia diffusa e perfezionata nella seconda metà dell'Ottocento dal biologo Ernst Haeckel. La filogenesi delle famiglie principali è resa attraverso diagrammi ad albero che si estendono verso l'alto e verso l'esterno: la differenziazione è direttamente proporzionale al tempo trascorso; ciò che è situato in basso è primitivo e in quanto tale più elementare. Anche quando l'evoluzione reale di un gruppo, ricostruita con esattezza da Haeckel, testimonia con evidenza un processo di diversificazione decrescente (come nel caso degli echinodermi, la cui diversità, quanto a numero di specie, fu drasticamente ridotta rispetto alle origini), l'iconografia risultante è quella di un cono in cui le singole ramificazioni esprimono il differenziarsi cumulativo di nuove varianti morfologiche. Nel 1866 Haeckel aveva composto il cono della diversità crescente degli artropodi e aveva tracciato lo schema genealogico del gruppo nei modi e nei tempi che poi Walcott riprese nel 1913.

Nei diagrammi di Walcott compaiono dunque linee verticali di discendenza principale (cinque linee fondamentali coerenti con i gruppi moderni), ramificazioni in alto (con i vari esemplari bizzarri inclusi nelle linee genealogiche principali) e convergenze verso il basso. Quanto alle incongruenze temporali, Walcott le risolse ipotizzando un periodo ad hoc, il "Lipaliano", in cui i rami principali si sarebbero diversificati a partire da antenati comuni e durante il quale si svilupparono le prime forme precorritrici degli

animali di Burgess. Questa inferenza fu supportata, nella teoria di Walcott, da una teoria sulla mancata conservazione dei fossili precambriani alternativa a quella di Darwin: gli esemplari di questa epoca di sedimentazione marina ignota si sarebbero sí conservati, ma in zone ora inaccessibili all'uomo perché troppo profonde e in aree oceaniche. Sembrava a prima vista un'interpretazione ragionevole e, soprattutto, confortante.

### *Qualcosa non quadra nella Burgess Shale*

Nel 1930 il paleontologo di Harvard Percy Raimond allargò la cava di Walcott, integrando la raccolta di nuovi esemplari. Intorno alla metà degli anni Sessanta la Geological Survey of Canada, guidata da Digby McLaren, promosse una vasta campagna di rilevamento cartografico delle regioni meridionali del paese, comprendendo nel suo risame dei giacimenti fossiliferi canadesi la Burgess Shale. Fu incaricato della ricerca sui fossili di Burgess il paleontologo, esperto di artropodi, Harry Whittington, che condusse, insieme al geologo J. D. Aitken, un'imponente campagna di scavo nei siti già individuati da Walcott, fra il 1966 e il 1967.

I risultati furono entusiasmanti: una grandissima quantità di altri argilloscisti era imprigionata negli strati di Burgess. Nel 1975 ripresero poi, per la terza volta dalla scoperta, altre ricerche nelle vicinanze e ai bordi della cava di Whittington, con ottimi risultati, per opera del paleontologo del Royal Ontario Museum Desmond Collins. Tra il 1982 e il 1988 i siti aperti a Burgess salirono a quota quattordici e non cessarono di riservare sorprese. Molte altre piccole *Lagerstätten* sulla stessa linea di pendio attendono ancora oggi di essere portate completamente alla luce.

Il progetto di ricerca che portò alla revisione dell'interpretazione della fauna di Burgess fu dunque sostenuto da Whittington e da due suoi allievi che nei primi anni Settanta decisero di condurre la loro ricerca di dottorato proprio sugli esemplari canadesi: Simon Conway Morris e Derek Briggs. La riforma della tassonomia cambriana procedette lentamente, per acquisizioni graduali. Non comportò l'utilizzo di nuove apparecchiature né di macchinari più sofisticati di quelli già a disposizione di Walcott ai primi del secolo. Gli studi dei due dottorandi si svilupparono indipendentemente dalle tesi di Whittington e la coerenza della nuova interpretazione emerse solo per una sorta di "percezione collettiva" senza rapporti quotidiani né lavori particolarmente coordinati.

Whittington cominciò a esaminare i presunti *phyla* ancestrali di Burgess cercando di svelare la configurazione tridimensionale degli organismi e non immaginandoli, come aveva fatto Walcott, come pellicole bidimensionali. Anziché semplificare l'oggetto sperimentale, scartando gli esemplari non "conformi" all'ideale tassonomico previsto, il gruppo di Whittington decise di affrontare direttamente la diversità e la multiformità degli oggetti rinvenuti, una fauna ricchissima e proliferante fotografata un istante dopo la sua morte. La chiave per la ricostruzione della morfologia degli animali di Burgess risiedette nella capacità visiva di "modellizzazione" tridimensionale dei piani anatomici e nell'intuizione della struttura composita delle anatomie stesse.

Individuati i nuovi strumenti concettuali della classificazione, la revisione di Burgess prese lentamente la sua fisionomia. I primi dubbi riguardarono l'immensa famiglia degli artropodi, che raccoglie fra gli altri (fra specie estinte e viventi) gli insetti, i ragni, i crostacei e i più diffusi invertebrati marini estinti, i trilobiti. Questo *phylum* presenta nella

fauna di Burgess le stesse caratteristiche che interessano la fauna locale in generale: una diversificazione dei piani anatomici assolutamente ineguagliata. Oggi conosciamo quattro tipologie generali di artropodi, con molte specie al loro interno, ma uniformi quanto a strutturazione anatomica di fondo. La fauna di Burgess racconta invece di un universo di artropodi molto differente: compaiono piú di venti piani corporei fondamentali aggiuntivi.

Walcott aveva costretto la maggior parte degli organismi di Burgess, simili per qualche supposizione anatomica ad artropodi, nelle quattro famiglie moderne conosciute e tutti i suoi successori fino al 1966 applicarono fedelmente questo “calzatoio”. L'opera maggiore in tal senso è quella di Leif Störmer, che cercò di ricondurre tutti gli artropodi di Burgess alla classe dei trilobiti (li definí «trilobitoidea») fatta eccezione per quattro esemplari “incomprimibili”. Il primo atto della revisione di Burgess si consumò proprio attorno alla collocazione di alcuni fra i piú comuni animali ritrovati nella cava alle classi di artropodi moderni: il primo a cadere sotto l'attenzione “sospettosa” di Whittington fu proprio l'organismo piú diffuso, quello che Walcott battezzò *Marrella Splendens* o «granchio dai merletti». Le differenze strutturali con i trilobiti comuni balzarono presto agli occhi e furono cosí pesanti da indurre il pur prudente Whittington al rifiuto di una simile collocazione tassonomica. La meraviglia aumentò quando le analisi sempre piú approfondite di ciascuna parte dell'animale sembrarono negare che vi fosse qualsiasi analogia morfologica con gli artropodi in quanto tali. La strategia di Whittington fu allora quella di considerare l'organismo un precursore ancora sconosciuto di due gruppi di artropodi (crostacei e trilobiti) e quindi di giustificare la strana anatomia in chiave progressionista: a) i caratteri sono “primitivi” e anticipano lo svi-

luppo di altri organi nei successori (da qui la bizzarria), b) e sono una mescolanza inedita di caratteri che poi ritroviamo distinti negli artropodi successivi.

Quando però le stesse conclusioni maturarono anche nella seconda monografia, pubblicata nel 1975 su un altro protagonista diffuso della fauna di Burgess, la *Yohoia tenuis*, il sospetto si fece più insistente. Un altro rappresentante importante della fauna non rientrava nei gruppi tradizionali di artropodi. Non solo, esso mostrava di possedere organi del tutto peculiari che pure dovevano assolvere a funzioni specifiche: la *Yohoia* era un animale inclassificabile eppure discretamente specializzato per l'*habitat* della scogliera cambriana di Burgess.

La terza monografia (compiuta nel 1975) segnò lo spartiacque dell'interpretazione di Whittington, tanto che decise di dedicarla questa volta a un organismo poco diffuso ma fra i più incomprensibili, la *Opabinia* (un "mostro" anatomico sottile e allungato, con cinque occhi e un organo prensile frontale terminante con una grossa chela, pinne caudali divise in tre segmenti e due lunghe serie di setole laterali per lo spostamento). Walcott ne raccolse otto esemplari e ne fece un progenitore degli anellidi (i vermi segmentati come i lombrichi): in particolare la collocò in una posizione mediana fra gli artropodi e la derivazione degli anellidi. La tecnica di dissezione per strati sovrapposti fece la differenza: Whittington non ritrovò all'interno dell'animale le caratteristiche anatomiche degli artropodi. Anche *Opabinia* rappresentava un piano anatomico indipendente.

Il terzo atto della revisione di Burgess fu compiuto dall'équipe di ricercatori ingaggiati da Whittington. Egli commissionò a David Bruton dell'Università di Oxford lo studio della *Sidneya* e del gruppo corrispondente, a Chris Hughes dell'Università di Cambridge lo studio di due altri ar-

tropodi diffusi, la *Burgessia* e la *Waptia*, il primo dei quali si rivelò nuovamente un artropode del tutto originale, non assimilabile ad alcun sottogruppo moderno. Ma fu solo con l'arrivo dei due dottorandi, Conway Morris e Briggs, che il progetto di ricerca sulla fauna di Burgess si articolò e si estese in un lavoro collettivo. Il primo affrontò, su indicazione del maestro, lo studio di tutti gli organismi che Walcott aveva classificato sbrigativamente come "vermi". Tra il 1976 e il 1977 Conway Morris si gettò a capofitto nei cassetti di Walcott, alla ricerca (ora deliberata) dei rappresentanti palesemente piú bizzarri: ebbene, ciascuno di essi, anche con un solo esemplare, fondava un nuovo *phylum* anatomico. In due anni individuò e studiò cinque nuove anatomie di Burgess: il *Nectocaris*, l'*Odontogriphus*, il *Dinomischus*, la *Amiskwia* e infine *Hallucigenia*, l'organismo in assoluto piú bizzarro della fauna di Burgess, dal corpo sottile e cilindrico, una fila di tentacoli sul dorso, sollevata sul fondatale da sette paia di montanti acuminati (da alcuni ritenuta però un'appendice di un animale piú grande). Il ricorso forzato alle categorie del primitivo e dell'ancestrale faceva il posto alla descrizione di un'inaspettata diversità di forme.

Briggs fu indirizzato da Whittington allo studio dei piú convenzionali brachiopodi bivalvi e intorno al 1978 aveva accresciuto la fauna di Burgess di altre due scoperte interessanti: il *Brachiocaris* (non classificabile fra i crostacei né in altri generi di artropodi, un altro *phylum* inedito) e il *Canadaspis* (finalmente un autentico antenato dei crostacei moderni a tutti gli effetti). L'unicità tassonomica come criterio di interpretazione generale prevalse nelle convinzioni di Whittington grazie ai lavori che condusse, fra il 1977 e il 1978, parallelamente a quelli dei suoi allievi. La cornice della nuova concezione si arricchí del contributo di *Naraoia*, considerata da Walcott un crostaceo brachiopode, in realtà il primo tri-

lobite bivalve conosciuto. Grazie alla possibilità di asportare il carapace, Whittington scoprì molti caratteri comuni ai trilobiti, ma con la peculiarità della calotta bivalve. Si scoprì in tal modo che l'unicità tassonomica degli organismi di Burgess non andava misurata soltanto al livello macroscopico dei *phyla*, ma anche ai livelli tassonomici inferiori.

La seconda monografia rafforzò il concetto, introducendo nella tassonomia *Aysheaia*, frainteso da Walcott come un anellide, probabilmente un incrocio reale fra gli anellidi e gli artropodi, attribuito alla famiglia degli onicofori. La radicalità della revisione era a tal punto penetrata nella visione tassonomica di Whittington che fu indotto a separare anche *Aysheaia* dagli onicofori e a considerarla un *phylum* autonomo, forse esagerando in questo caso nella "diversificazione", come gli studi del paleontologo Richard Robison testimonierebbero.

### *Il modello a cespuglio*

La difficoltà nell'inquadrare l'esplosione cambriana poteva essere aggirata ipotizzando che la differenza di velocità dell'evoluzione in questi passaggi critici epocali della storia naturale potesse comunque essere ricondotta a una sequenza di differenziazione graduale e progressiva: a) dal primitivo al complesso; b) da abbozzi di adattamento a specializzazioni funzionali; c) da poche ramificazioni di base a "fronde" intricate di derivazioni evolutive. La revisione della fauna di Burgess operata dal team di Whittington portava però con sé una potenziale confutazione di questi tre principi.

Le preziose parti molli dei più bizzarri animali cambriani non mostravano i segni né di una elementarità anatomica (al contrario, di un certo "eccesso" nella sperimenta-

zione anatomica), né di una “ingenuità” adattativa (molte delle strutture più innovative si rivelarono ottime specializzazioni alla nicchia ambientale di Burgess), né, ed è la caratteristica più macroscopica della diversificazione dei *phyla*, una minore differenziazione morfologica (lo spettro dei *phyla* degli invertebrati moderni è ampiamente superato a Burgess). La fauna cambriana non poteva rappresentare la parte inferiore del «cono di diversità crescente».

Dopo la monografia su *Aysheaia* del 1978, lo scenario della fauna di Burgess fu chiarito. Gli allievi risolsero una quantità di altri “enigmi” morfologici, alimentarono un compendio sempre più variegato delle anatomie di Burgess e poterono così formulare uno schema generale di ricostruzione dell'esplosione cambriana che sostituiva il modello della scala di progresso con l'immagine di un rigoglioso «cespuglio evolutivo», ricco di ramificazioni, nel quale la diversità non ha un andamento necessariamente crescente.

Briggs, fra il 1978 e i primi anni Ottanta, continuò i suoi studi sugli artropodi di Burgess, diversificandone ulteriormente le famiglie. Nel 1981, grazie ai lavori di David Bruton e ancora di Whittington, fu “disperso” in una molteplicità di piani anatomici diversi anche il gruppo dei merostomoidi, fino ad allora rimasto coerente: si trattava di tutti gli artropodi con un corpo largo e piatto, diviso in segmenti, con un robusto scudo cefalico e una piccola coda a punta. Ciascuno di essi contribuì ulteriormente ad ampliare la molteplicità di caratteri morfologici negli artropodi non trilobiti e la varietà di combinazioni peculiari di caratteri. L'analisi delle differenti combinazioni di caratteri di questi organismi portò alla conclusione che il periodo “fotografato” dalla frana di fango di Burgess mostrava, anche sul piano strettamente funzionale, una differenziazione di soluzioni adattative inedita. Si fece strada l'idea che il periodo di Bur-

gess fosse stato un tempo di sperimentazione evolutiva e di flessibilità, come se la vita avesse deciso di esplorare tutte le potenzialità dei piani anatomici pluricellulari selezionandone poi una minoranza.

I nuovi siti scavati da Collins nelle vicinanze di Burgess, tra il 1983 e il 1985, rafforzarono l'idea di una sperimentazione funzionale in piena espansione e permisero di realizzare una classificazione completa dell'affollato *phylum* degli artropodi del primo Cambriano. A Burgess erano presenti i rappresentanti di tutti e quattro i gruppi moderni di artropodi (trilobiti in abbondanza, crostacei, uniramia e chelicerati con un solo rappresentante certo ciascuno), con l'aggiunta di almeno altre tredici linee genealogiche uniche. Questa svolta nella visione tradizionale dello sviluppo delle linee genealogiche liberava il campo dall'idea che nei periodi successivi alla documentazione in questione dovessero rintracciarsi i discendenti più evoluti, complessi e integrati che avevano sostituito forme primitive.

Si trattava di piani anatomici ben specializzati e in alcuni casi di organismi con un evidente "successo" adattativo e riproduttivo. Si apre dunque l'interrogativo circa le ragioni dell'estinzione di forme molto diffuse e ben equipaggiate come quelle di alcuni protagonisti dei bassi fondali cambriani: «Riavvolgiamo il film della vita e facciamolo ripartire daccapo da quel punto. Siamo proprio certi che la storia si svolgerebbe ancora esattamente nello stesso modo?», si chiese Gould nel 1989 (*op. cit.*, p. 192).

### *Disparità e diversità*

Nel 1986 Conway Morris e Briggs completarono l'estensione dei piani anatomici unici di Burgess, introducendo sulla scena della fauna cambriana, già così ricca di soluzioni

bizzarre, altri soggetti dalle caratteristiche originali. È ancora oggetto di discussione se sia legittimo considerare un organismo anatomicamente inclassificabile come rappresentante di un *phylum* nuovo o se questo possa non essere sufficiente per introdurre la nozione tassonomica di *phylum* (in tal caso si sospende la collocazione tassonomica e lo si considera come un organismo “problematico”). Gli allievi di Whittington decisero per la prima ipotesi e Gould condivise la loro “audacia” classificatoria, in parte poi da loro stessi smentita. Nel 1986 mancavano ancora all’appello circa la metà degli organismi bizzarri di Burgess.

Conway Morris, desideroso di contribuire alla letteratura di Burgess con la monografia dettagliata di un’anatomia indipendente, concentrò per ultimo la sua attenzione sulla *Wiwaxia*, un organismo ovale appiattito, coperto sul dorso di squame e di spine piuttosto lunghe. Walcott lo aveva comparato a un genere di verme marino, i policheti. Morris analizzò il dorso dell’animale, riuscendo a ricostruire la disposizione delle spine e delle scaglie. Si possono arguire alcune analogie superficiali con i molluschi, ma l’animale presenta una conformazione anatomica, ancora una volta, inedita e non riconducibile ad alcun *phylum* moderno. Negli stessi mesi Briggs, con l’aiuto di Whittington, risolse contemporaneamente tre enigmi della fauna cambriana, intuendo che alcuni animali, apparentemente rappresentanti primitivi di *phyla* moderni (ma con moltissime contraddizioni e punti oscuri), erano in realtà parti separate di un unico grande organismo, l’*Anomalocaris*, già scoperto (e inteso come la parte posteriore di un crostaceo, una specie di «strano gambero») nel 1886 in un sito prossimo a Burgess. A parte alcune somiglianze estemporanee con il *phylum* moderno degli artropodi, l’*Anomalocaris* non può “calzare” adeguatamente nessuna classe tradizionale.

Gould ha sottolineato molto la distinzione terminologica, proposta dai paleontologi Janusson e Runnegar nel 1981 e nel 1987, fra *diversità*, intesa come differenziazione fra specie, e *disparità*, intesa come differenziazione fra i *phyla* anatomici fondamentali. La riduzione della maggior parte delle specie post-cambriane a pochi piani anatomici, fenomeno detto tecnicamente *stereotipia* biologica, corrisponderebbe a una diminuzione drastica della disparità e a un aumento progressivo della diversità (misurato da Sepkoski e da alcuni colleghi di Chicago nel 1981). La fauna di Burgess, risalente a circa quaranta milioni di anni dopo l'esplosione cambriana, presenta una disparità anatomica e morfologica delle parti molli di molto superiore a quella registrata nei periodi immediatamente precedenti e seguenti: dopo Burgess vi saranno soltanto variazioni sui pochi "temi" sopravvissuti.

La disparità dei piani morfologico-funzionali riguarda la distribuzione delle forme biologiche a tutti i livelli della classificazione. Interessa: 1) il piano tassonomico dei *phyla* presi singolarmente: la scogliera di Burgess era popolata da rappresentanti ancestrali di tutti i gruppi moderni convenzionali di artropodi e da quasi venti piani anatomici unici e indipendenti di artropodi poi estintisi; 2) il piano tassonomico dei gruppi principali all'interno dei *phyla*: anche famiglie numerosissime come quella dei trilobiti presentano a Burgess una disparità maggiore che nei tempi successivi; 3) il piano tassonomico dei *phyla* presi nel loro complesso: sono stati identificati otto *phyla* fondamentali non comparabili con alcuno dei *phyla* animali moderni.

La monografia su Burgess ha però aperto, su questo fronte, accese discussioni a proposito della nozione di disparità e della sua misura da parte di Gould, in primo luogo perché negli anni seguenti il pendolo della collocazione tas-

sonomia è tornato in alcuni casi dalla parte del “calzaio” di Walcott: gli esemplari della strana *Hallucigenia*, per esempio, sono stati ricostruiti in una forma che l'avvicina molto agli onicofori attuali. Altri paleontologi ritengono che la misura della disparità degli artropodi di Burgess proposta da Gould faccia troppo affidamento sugli schemi di segmentazione degli animali, e meno su altri tratti di pari importanza. La disparità è infatti calcolata in Gould sia sulla base dell'ordine di ramificazione delle linee di discendenza sia sulla base delle differenze morfologiche fra i gruppi, pertanto la selezione dei caratteri ritenuti importanti può influenzare il risultato. Questo approccio, tipico come abbiamo visto della tassonomia evolutivista, è messo in discussione dai cladisti, che diffidano della possibilità di misurare oggettivamente le differenze morfologiche e di quantificare il “morfospazio” occupato dalle specie.

Inoltre, secondo altri studiosi, utilizzare come criteri di misura della disparità caratteristiche morfologiche che oggi sono importanti, principalmente la segmentazione corporea e le appendici, rischia di cadere nella fallacia retrospettiva, una critica che sarà mossa a Gould anche da Maynard Smith. Non è detto che ciò che oggi distingue piani anatomici diversi sia un buon riferimento per calcolare la disparità di un'epoca così remota. Forse anche l'evoluzione “evolve” e il grado di flessibilità genetica di allora avrebbe potuto essere maggiore di quello attuale, vanificando distinzioni che oggi ci paiono determinanti e che forse allora erano solo modulazioni di un unico piano anatomico fondamentale. Analoga cautela vale per l'estensione del caso scelto: il modello di massima disparità iniziale vale per i primi animali del Cambriano, ma non per le piante né per i batteri, cioè per altri grandi regni del vivente.

### *Selezione o decimazione?*

Nonostante queste incertezze e limitazioni, la riconduzione di quella diversità morfologica alle categorie moderne fallisce comunque sul piano della ricostruzione filogenetica. Nell'ottica della cladistica, le somiglianze con gli organismi moderni inferite dai piani anatomici di Burgess sono state fondate sull'applicazione di criteri genealogici troppo "indulgenti". In particolare: a) si è data per legittima la derivazione genealogica basata sulla *analogia morfologica*, cioè sulla formazione di strutture anatomiche simili a causa del medesimo adattamento ambientale, e non solo la derivazione genealogica corretta per *omologia* (cioè per eredità effettiva da progenitori comuni); le pinne laterali dell'*Anomalocaris* non ne fanno un precursore dei pesci; b) più sottilmente, non si è solo ammessa l'analogia come criterio di inferenza genealogica, si è anche confusa l'omologia di caratteri condivisi e derivati con l'omologia di caratteri condivisi e primitivi. Bisogna infatti saper valutare l'età della derivazione ereditaria prima di inferire una linea genealogica certa: se l'eredità è "giovane" (carattere condiviso e derivato recentemente nell'albero genealogico) l'omologia è sicura, se l'eredità risale a tempi più antichi (carattere condiviso e primitivo, come la colonna vertebrale per l'uomo e per un roditore) non è detto che l'omologia rappresenti un criterio per la delimitazione di una traiettoria genealogica certa, giacché potrebbe essere una struttura comune a molti altri gruppi animali (come appunto la colonna vertebrale).

L'eliminazione dell'analogia funzionale e dei caratteri condivisi e primitivi quali criteri genealogici affidabili chiarisce la difficoltà di inserire forzatamente i piani anatomici di Burgess nelle classificazioni retrospettive. È così svelata, secondo Gould, la natura dei molti errori di attribuzione in-

dotti dall'applicazione dell'iconografia del progresso. Il cono della diversità crescente dovrebbe essere rimpiazzato da un modello dinamico differente, sostanzialmente rovesciato, che viene definito da Gould «modello per differenziazione e decimazione». La fauna di Burgess non è il collo dell'imbuto evolutivo, l'antecedente primitivo della progressiva diversificazione e complessità dei rami evolutivi. Essa rappresenta un'istantanea preziosa del momento di massima diversificazione evolutiva a seguito della radiazione adattativa.

Le fasi previste dal nuovo modello per la fauna di Burgess sono: a) radiazione adattativa, dovuta forse a cambiamenti ecologici radicali, oppure a un'estinzione di massa di cui abbiamo perso le tracce, oppure all'introduzione di un adattamento particolarmente innovativo (la predazione e la vista, secondo ipotesi recenti il cui carattere resta però piuttosto speculativo); b) diversificazione progressiva: la radiazione adattativa si estende nel tempo fino a un massimo di disparità morfologica e strutturale; c) decimazione: si verifica una riduzione della diversità e una estinzione progressiva della maggior parte dei piani anatomici fondamentali; d) diversificazione dei piani anatomici sopravvissuti: i *phyla* rimasti si differenziano in specie eterogenee, si ha cioè un aumento di diversità e una riduzione di disparità.

L'interrogativo si sposta dunque sulle modalità e sulle caratteristiche evolutive della decimazione che segue al periodo analizzato a Burgess. Solo una piccola percentuale dei pluricellulari di Burgess sopravvive all'estinzione successiva e siamo facilmente indotti a pensare che la selezione naturale sia l'unica responsabile di questa decimazione. Un'interpretazione adattazionista riporterebbe all'idea di un processo di sostituzione e di trasformazione delle forme organiche dettato dall'azione della selezione naturale. L'organiz-

zazione ecologica della fauna di Burgess e l'evidente dispiegamento di strutture funzionali sofisticate non sembrano tuttavia dare molto credito a questa lettura per Gould: non sempre i vincitori mostravano un'evidente superiorità competitiva e spesso i perdenti erano le forme apparentemente di successo.

Si sarebbe trattato, secondo Gould, di un'eliminazione massiccia e su larga scala che ha colpito trasversalmente senza un criterio selettivo prevalente. La riduzione drastica della diversità morfologica e della quantità generale di forme viventi riporta quindi a un modello simile a quello delle estinzioni di massa: immense ricombinazioni della distribuzione dei viventi, innescate probabilmente da "cambiamenti di regole" imprevedibili e su vasta scala. Un gruppo di pesci può raggiungere gradualmente culmini di grande perfezione adattativa in acqua, ma soccomberà se il lago in cui vivono si prosciuga per ragioni del tutto indipendenti dalla loro *fitness*.

Se nella fase di rapida trasformazione ambientale alcuni organismi si trovano accidentalmente provvisti di strutture utili da poter cooptare per la sopravvivenza nel nuovo contesto, il loro successo differenziale sarà moltiplicato dalle crescenti difficoltà adattative della maggioranza di organismi votata all'estinzione. Il messaggio della massima disparità seguita da un'improvvisa estinzione di massa si riconnette dunque, in Gould, al concetto di *exaptation* e di cooptazione funzionale, cioè all'idea che in alcuni frangenti sopravviva l'organismo in grado di cogliere l'opportunità di nicchie ambientali lasciate improvvisamente libere. Quindi, la riduzione della disparità di Burgess, secondo Gould, è stata una «decimazione» trasversale in gran parte non selettiva.

### *L'ipotesi dell'allentamento dei vincoli genetici*

Abbiamo visto che la distinzione cladistica fra caratteri condivisi primitivi e caratteri condivisi derivati risolve alcune ambiguità tassonomiche dell'interpretazione tradizionale, senza però aiutarci del tutto nell'attribuzione delle morfologie cambriane a uno schema classificatorio ben definito. Sembra che il grado di complessità delle forme e della disparità anatomica di Burgess sia irriducibile anche ad approcci tassonomici più flessibili. In particolare si registrano somiglianze molto forti e ben focalizzate in organismi diversissimi, senza che queste possano essere considerate come analogie funzionali: si tratta di omologie genetiche distribuite trasversalmente e localizzate nei modi più differenti. Briggs, in una monografia del 1983, avanzò un'ipotesi interessante.

L'analisi delle bizzarre e variegata soluzioni anatomiche di Burgess, in particolare degli organismi in qualche modo appartenenti al *phylum* degli artropodi, rivela l'esistenza di una sorta di «riserva di caratteri comuni» trasversale, cui gli animali delle varie famiglie attingerebbero liberamente. L'ipotesi di Briggs è che i caratteri comuni condivisi e primitivi di Burgess non identifichino linee genealogiche definite, ma siano un patrimonio genetico comune a tutte le famiglie. Solo in questo modo possiamo giustificare la ripetizione, e il riutilizzo «creativo», di strutture identiche in anatomie diversissime. Questa ipotesi indebolisce però l'idea che vi sia stata una disparità così ampia negli artropodi di Burgess, perché se tutti gli animali dell'esplosione cambriana condividevano un genoma molto simile e flessibile significa che le loro differenze potevano essere soltanto variazioni di sviluppo a partire da un patrimonio genetico comune e non indizi di una disparità dei piani anatomici fondamentali, come ha notato Susan Ohno (1996).

Nel modello per differenziazione e decimazione dobbiamo allora introdurre l'idea di sperimentazione evolutiva e di flessibilità genetica potenziale: l'intervallo di tempo corrispondente alla spinta estrema della radiazione adattativa sarebbe una fase di sperimentazione funzionale a partire dalla disponibilità di una riserva exattativa di tipo genetico, una sorta di genoma "pan-animale". Questi potenziali latenti nel sistema genetico del piano di base di tutti gli artropodi primitivi potrebbero essere stati reclutati separatamente in linee genealogiche parallele, per poi essere cristallizzati o "trincerati" (*entrenchment*) in sistemi di sviluppo piú rigidi nelle epoche successive. I piú recenti studi nel campo della biologia evolutiva dello sviluppo, o *evo-devo*, sembrano confermare questa impostazione.

Non è da escludere che la riduzione successiva della disparità nei tempi e nei modi di un'estinzione di massa non selettiva si sia verificata contemporaneamente alla riduzione del potenziale genetico originario e alla stabilizzazione di sviluppo. Ciò confermerebbe il modello piú recente delle estinzioni non selettive, per cui l'evento traumatico potrebbe anche inserirsi in una situazione di "crisi" adattativa preesistente. Lo scenario della biosfera dopo l'estinzione sarebbe dunque, come verificabile nella documentazione successiva, quello di una minore disparità, di una maggiore diversità, di una coerenza genetica e di sviluppo piú forte fra i gruppi rimasti e di un divario morfologico piú marcato fra i *phyla* sopravvissuti: una fase cioè di "standardizzazione" genetica.

Il modello della riserva genetica comune potrebbe addirittura interessare tutti i *phyla* di Burgess e non solo la divisione degli artropodi cambriani. In questo caso la riduzione di disparità e l'abbassamento della soglia di "disponibilità" di strutture latenti dei periodi successivi comporterebbero

una “cristallizzazione” dei confini genetici e una canalizzazione genetica delle linee genealogiche superstiti. La appendice boccale di *Anomalocaris* e le mandibole di *Wiwaxia* non sono riducibili al “reclutamento” di caratteri tipici del *phylum* degli artropodi: potrebbe trattarsi di caratteri disponibili in un “contenitore” piú vasto, tale da trascendere le demarcazioni poi fissatesi fra i gruppi maggiori. Questa fluidità genetica rappresenterebbe, in altre parole, un contesto evolutivo antico caratterizzato da un’azione combinatoria molto piú libera e ricca che nelle epoche seguenti. I vincoli strutturali della trasformazione morfologica (regole di costruzione, di ordine, di sviluppo embriologico...) potevano probabilmente operare su un *range* di possibilità genetiche piú largo. Erano garantite tante soluzioni alternative da rendere praticabile una diversificazione delle strutture funzionali a parità di sollecitazione ambientale, o viceversa il delinarsi di percorsi evolutivi paralleli in organismi diversi.

### *L'ecologia del primo Cambriano*

L'interpretazione dei significati evolutivi della fauna di Burgess non può non integrarsi con una considerazione globale degli organismi cambriani come una “comunità ecologica funzionante”. Una prima monografia di ecologia teorica su Burgess fu data alle stampe da Briggs e Whittington nel 1985, al termine delle ricerche tassonomiche e genealogiche sul *phylum* degli artropodi. A differenza dei risultati ottenuti dalle prime due angolazioni disciplinari, gli stili di vita e di nutrizione degli animali scoperti non sembravano discostarsi considerevolmente dalle abitudini e dai comportamenti delle faune moderne che vivono in ambienti simili. Essi identificarono sei categorie ecologiche degli artropodi

cambriani: organismi predatori che vivevano sul fondale senza nuotare, organismi detritivori che vivevano sul fondale, organismi predatori che camminavano e nuotavano sul fondale, organismi detritivori che nuotavano sul fondale, organismi nuotatori che filtravano il cibo e altri con abitudini eccentriche.

In questa ripartizione dei ruoli ecologici fondamentali, che interessano trasversalmente tutti i generi di artropodi cambriani, non vi è quindi nulla di paragonabile alla disparità dei piani anatomici. L'affermazione non è di poco conto. L'apparente "normalità" del contesto ecologico cambriano impedisce infatti di risolvere la disparità anatomica con una strategia di rispecchiamento adattativo. Una possibilità sarebbe infatti quella di trattare la diversità morfologica come una risposta alla molteplicità di nicchie disponibili. Siamo invece di fronte a un'asimmetria evidente fra multiformità strutturale e omogeneità ambientale, che rivela da un nuovo punto di vista la proprietà peculiare della fauna di Burgess: aver sviluppato una gamma di percorsi evolutivi alternativi e paralleli per adattarsi a una nicchia ecologica non particolarmente complessa né originale rispetto a quelle moderne.

Il disaccoppiamento fra soluzioni adattative e diversità delle nicchie ecologiche potrebbe essere un altro indizio della capacità di sperimentazione evolutiva che caratterizza la fauna di Burgess. L'organismo bizzarro non sarebbe, allora, né la deviazione temporanea e casuale da una norma adattativa primaria e generale, né la soluzione ad hoc per un problema specifico di natura ecologica. I "problema" di Burgess potrebbero essere i diversi "picchi adattativi" che a pari dignità evolutiva rappresentano soluzioni alternative al medesimo contesto ambientale. Tanto più un ecosistema è ben utilizzato, tanto più la composizione dei suoi abitanti è

diversificata. L'esplosione del Cambriano sarebbe quindi un processo speciativo di vaste proporzioni: la colonizzazione per diversificazione di un vasto ambiente resosi disponibile.

Nella seconda metà degli anni Ottanta la linea interpretativa dell'ecologia cambriana introdotta da Briggs e Whittington fu rafforzata da due generalizzazioni progressive che fecero dell'“esempio di Burgess” un episodio centrale per la comprensione di tutta la fauna cambriana terrestre. Nel 1986 Conway Morris concluse le sue pubblicazioni sul sito canadese con un'analisi approfondita ed estesa dell'ecologia e dei rapporti numerici di tutta la fauna e la flora rinvenute negli ultimi venti anni. La percentuale di alghe fotosintetiche e di specie di fondale lo convinse che l'ambiente di Burgess doveva essere caratterizzato da acque basse, ricche di ossigeno e inondate di luce. Confermò che gli stili di alimentazione e di habitat parevano del tutto convenzionali e notò un certo equilibrio fra specializzazioni focalizzate (soprattutto nella capacità di scegliere il cibo) e abitudini elementari poco sviluppate (nelle strategie di predazione). La struttura trofica complessiva di Burgess presenta, in definitiva, le caratteristiche generiche di una fauna mediamente specializzata. Conway Morris usò una metafora teatrale e concluse che la “scena” ecologica non giustificava il “dramma” della diversità e decimazione cambriana (Conway Morris, 1986, p. 451).

Secondo il paleobiologo Mark McMenamin (1998), invece, l'esplosione di disparità del primo Cambriano non è dovuta tanto a un incremento delle risorse disponibili e quindi a un calo della pressione competitiva, ma all'invenzione delle relazioni predatore-preda e alla conseguente moltiplicazione di strategie adattative di caccia e difesa: è l'inizio dell'età della paura, dopo l'età dell'oro di Ediacara

e del pre-Cambriano (ipotesi del “giardino di Ediacara”). Maynard Smith diede invece molto credito all’ipotesi di un incremento della concentrazione di ossigeno (1999). Nel 1997 fece scalpore un’altra ipotesi, molto suggestiva anche se tuttora controversa. Un team di paleogeologi del Caltech di Pasadena (Kirschvink, Ripperdan e Evans) affermò di avere trovato indizi di una migrazione dei poli terrestri (*True Polar Wander*), coincidente con la radiazione adattativa dei pluricellulari. Nel volgere di quindici milioni di anni la Terra avrebbe ruotato il mantello e la litosfera di quasi 90°, invertendo la posizione dei poli e dell’equatore. Il fenomeno avrebbe indotto una frammentazione del supercontinente Rodina e degli ecosistemi regionali stabili del pre-Cambriano, creando un sistema di ambienti di basso fondale molto favorevoli alla vita.

Fra il 1988 e il 1989 le ricerche sulla fauna cambriana ottennero una generalizzazione planetaria. Il caso di Burgess fu esteso alla fauna mondiale del Cambriano e i valori di disparità morfologica furono affinati e commisurati ai tempi immediatamente precedenti e seguenti. Collins, indagando sui piccoli giacimenti vicini al sito originario, notò che i nuovi siti collaterali estendevano la fauna di Burgess, con piccole variazioni nella frequenza di alcuni esemplari, su quattro livelli stratigrafici contigui: l’episodio di Burgess riguardava dunque un intervallo temporale consistente.

Quanto alle estensioni geografiche, la sequenza fu molto rapida. Nel 1986 Collins e Robinson scoprirono nello Utah e nell’Idaho quattro comunità di organismi dal corpo molle, con l’80% di esemplari identici a quelli della British Columbia, databili intorno allo stesso periodo. Nel 1987 Conway Morris, Peel, Higgins, Soper e Davis descrissero per la prima volta una fauna cambriana piú antica nella Groenlandia settentrionale, con gli stessi artropodi non trilobiti del

Canada meridionale: la diversificazione di Burgess, oltre ad essere un fenomeno su scala planetaria, poteva dunque essere retrodatata al periodo stesso della radiazione adattativa.

Infine, grazie al lavoro di due paleontologi di Pechino nella seconda metà degli anni Ottanta, Zhang e Hou, si può oggi asserire che una fauna simile a quella americana, e leggermente retrodatata, è riscontrabile anche in Asia orientale, all'altro capo del pianeta. La disparità anatomica cambriana, individuata di recente anche in giacimenti europei, è un fenomeno planetario originatosi e stabilizzatosi probabilmente già agli inizi della radiazione adattativa. Burgess sarebbe una rappresentazione di tale disparità, più giovane di 20-30 milioni di anni, successiva a un periodo di stabilizzazione e di consolidamento dei diversissimi *phyla* anatomici prodotti dall'esplosione. La rapida decimazione sarebbe sopraggiunta di lì a poco.

L'importanza di tentare una spiegazione evolutiva generale di queste grandi "pulsazioni" della storia naturale si è quindi accresciuta notevolmente negli ultimi anni. I biologi evuzionisti avevano già fornito una spiegazione selettivista delle discontinuità evolutive riscontrate in occasione delle radiazioni adattative più profonde: gli episodi di esplosione improvvisa delle forme viventi devono essere considerati come "accelerazioni" della velocità evolutiva. Un'alterazione verificata per i ritmi di trasformazione morfologica deve corrispondere a un'alterazione delle condizioni ecologiche, e quindi dei valori della pressione selettiva. Si presuppone che la velocità di diversificazione sia determinata dal "motore" della selezione naturale.

Ora, lo scenario di Burgess rappresenta un'evidente attività di sperimentazione morfologica e funzionale: si registra una sorta di allentamento dei vincoli costruttivi, una maggiore libertà di scelta fra soluzioni alternative plausibili. In

una prospettiva selezionista classica questo allentamento dei vincoli può essere indotto soltanto da un abbassamento della pressione selettiva, inversamente proporzionale alla velocità e all'entità della diversificazione in atto. In altre parole, la radiazione adattativa è innescata da una maggiore disponibilità ecologica, da un massimo di "indulgenza" da parte della selezione naturale. Con una metafora prettamente quantitativa, si può dire che il "barile ecologico" era sostanzialmente vuoto e disponibile ad essere riempito dalle forme più diverse.

Tutti i ricercatori di Burgess sottoscrivono questo modello della proliferazione in una nicchia eccezionalmente priva di competizione. Adottando una nota metafora darwiniana, il meccanismo della radiazione adattativa sarebbe come quello di chi conficcasse dei cunei in un tronco lasciato libero: la natura, con l'esplosione del Cambriano, riempì di cunei lo spazio del tronco disponibile; da quel momento in poi l'ingresso di un nuovo cuneo avrebbe significato la competizione con altri.

Secondo Gould, tuttavia, il "cuneo del progresso" è una spiegazione necessaria, ma forse non sufficiente per l'esplosione della vita pluricellulare. Se è vero che la sua negazione renderebbe impossibile la radiazione evolutiva (in un mondo densamente popolato essa non si sarebbe verificata: il "barile ecologico vuoto" è una condizione preliminare necessaria per l'esplosione adattativa), essa incorre tuttavia in almeno due difficoltà. La prima è relativa a una considerazione quantitativa circa l'estensione della diversificazione in rapporto all'"indulgenza" dell'ambiente. È vero, infatti, che in occasioni successive, per esempio a seguito dell'estinzione del Permiano dove per il 96% delle specie secondo le stime di Raup, malgrado l'apparenza contraria, il "deserto ecologico" risultante era diverso e meglio strutturato

che non quello dei mari cambriani. Come hanno mostrato Erwin, Valentine e Sepkoski in uno studio del 1987, dopo la catastrofe del Permiano non erano stati decimati i *phyla* (i “cunei” piú grossi nella metafora), bensí le specie all’interno dei *phyla*, cosicché lo spazio effettivamente libero sul “tronco” era ridotto e le possibilità di diversificazione anatomica profonda erano inferiori. Non si capisce però il motivo per cui in altre situazioni, piú ristrette ma analoghe sul piano della disponibilità ecologica come nel caso delle colonizzazioni di interi continenti, non si siano registrate analoghe differenziazioni.

L’entità della ramificazione cambriana suggerisce un ruolo centrale (anche se forse non esclusivo) degli organismi e del loro apparato genetico. È cosí che si è profilata un’interpretazione piú comprensiva, centrata sulla disponibilità non piú solo di una nicchia libera ma anche di un corredo genetico meno vincolato. Questa seconda ipotesi sulla radiazione adattativa non ha lasciato indifferenti i biologi evolutivi, suscitando ora perplessità, ora adesioni.

Il problema piú delicato è quello di spiegare le modalità di “irrigidimento” del corredo genetico dopo la massima spinta della radiazione adattativa. Perché il sistema genetico, in fondo costituito di materiale chimico invariabile nella sostanza, dopo una fase di labilità e bricolage creativo dovrebbe “invecchiare”? L’ipotesi del biologo James W. Valentine è che si tratti di una qualche forma di cristallizzazione strutturale progressiva: a) le interazioni fra geni potrebbero essere aumentate in seguito, diminuendo gradualmente le combinazioni realizzabili; b) la traduzione fra gene e prodotto fenotipico era forse allora meno mediata; c) il genoma non si era ancora strutturato fino a comprendere i geni regolatori dello sviluppo embrionale e il processo di embriogenesi era forse meno vincolato.

L'insegnamento principale derivante dagli studi sui primi stadi della vita è dunque quello di una esuberante esplorazione del "morfo-spazio" virtuale. Vincoli fisici e strutturali limitano il campo del possibile, tuttavia esso rimane così ampio da essere esplorato solo in parte. Ci sono molti modi di essere artropode, mollusco, ominide o crostaceo e l'evoluzione sperimenta soluzioni alternative, scegliendone alcune anziché altre non sempre sulla base di criteri rigidamente selettivi. La scelta iniziale condiziona il resto della storia, divenendo a sua volta un vincolo per il futuro.

### *La contingenza evolutiva*

Nel 1989 Gould ipotizza che il modello sperimentazione-decimazione sia una proprietà generale dei sistemi evolutivi e che un modello astratto, basato sulla metafora del "paesaggio adattativo" usata spesso dagli evolucionisti, possa risolvere le contraddizioni dell'interpretazione selettivista classica. Lo scenario della fauna cambriana agli inizi della radiazione adattativa è illustrato metaforicamente come un ambiente libero a disposizione di pochi organismi. La nicchia ecologica vuota è però descritta non come una piana "distesa", bensì come una successione di "picchi adattativi" multipli, interrotti da sommità più basse e avvallamenti.

La situazione iniziale è data da pochi organismi che popolano il paesaggio adattativo, collocandosi casualmente su alcuni picchi, su avvallamenti, e così via. L'altezza della loro posizione è direttamente proporzionale al "successo" selettivo che hanno conseguito al momento. Gli organismi, in questa prima fase, possono liberamente cambiare collocazione: un piccolo spostamento corrisponderà a un cambia-

mento morfologico e anatomico minore (da una specie a un'altra), un grande "salto" verso un picco piú alto corrisponderà a trasformazioni piú radicali della struttura (verso un nuovo *phylum*). Tanto maggiore è l'entità del cambiamento tanto piú rischioso sarà l'esito: metaforicamente, si potrebbe cadere a un picco piú basso o in fondo a un avvallamento.

La valutazione del ritmo di cambiamento verso picchi piú alti (ossia la formazione potenziale di nuovi *phyla* anatomici ben adattati) è affidata a questo punto al calcolo probabilistico: la probabilità di successo è dapprima molto alta, poi scende vertiginosamente fino quasi a zero. Quello che in termini di struttura genica si è tentato di chiamare "invecchiamento" o cristallizzazione potrebbe corrispondere a questa saturazione adattativa per cui la disponibilità di picchi diminuisce rapidamente e i rappresentanti arroccati nelle posizioni piú favorevoli si stabilizzano al punto da non potersi piú muovere.

Il grado di rigidità morfologica e di stabilizzazione evolutiva aumenta al passare del tempo. Questo spiegherebbe due fenomeni enigmatici nelle prospettive precedenti: la minore flessibilità della fauna residuale, dimostrata nei periodi immediatamente seguenti a grandi estinzioni di massa posteriori come quella del Permiano; la mancanza progressiva di elasticità genetica che porta le specie non a evolversi quanto piuttosto a "resistere" all'estinzione. Le specie rimaste "arroccate" sui loro picchi adattativi diventano conservative.

Il modello, benché identifichi un andamento probabilmente corretto dell'evoluzione post-cambriana in grado di sintetizzare le due soluzioni parziali, non è tuttavia sufficiente per spiegare l'evento specifico della decimazione. O si considera la ricostruzione come una tendenza evolutiva

generale su cui si innesta poi una dinamica specifica di decimazione dei *phyla* creatisi, o si è obbligati a ritenere che nel modello siano predefiniti dei picchi adattativi da “conquistarsi” per poter guadagnare la sopravvivenza successiva. Ma la diversità riscontrata nel primo Cambriano è morfologica, non adattativa. La domanda diventa allora la seguente: che probabilità aveva ciascun *phylum* di Burgess di sopravvivere alla decimazione? Aveva una probabilità direttamente proporzionale alla “quota altimetrica” raggiunta nel paesaggio adattativo, oppure è intervenuta una dinamica irriducibile al calcolo delle potenzialità di ciascun *phylum*, per cui possiamo concludere che ognuno aveva in realtà le stesse probabilità di sopravvivenza?

I sostenitori della visione tradizionale della dinamica evolutiva di Burgess hanno una risposta semplice per sciogliere l'enigma della decimazione cambriana. Se la diversificazione è data da un collasso della pressione selettiva generale, la decimazione sarà dettata da un innalzamento rapido e irrevocabile della pressione selettiva medesima. In pratica, il barile ecologico si riempie e riparte il “motore” della competizione e della lotta per la sopravvivenza: il setaccio spietato della selezione lascia sul campo una minoranza di sopravvissuti. I “pionieri” della prima ora sono sostituiti da esemplari meglio adattati. Ma già Darwin, rispondendo alle obiezioni di alcuni creazionisti, aveva mostrato che la sopravvivenza valutata a posteriori non è la dimostrazione dell'adattamento: la *fitness* di un organismo va misurata *prima* che la competizione abbia dato il suo esito.

Nei primi anni delle loro ricerche, Whittington, Conway Morris e Briggs adottarono questa interpretazione della riduzione dei piani anatomici post-cambriani, ma si scontrarono ben presto con l'evidenza di organismi estinti che pure esprimevano specializzazioni adattative che nulla avevano

da invidiare a quelle degli organismi che poi sarebbero sopravvissuti. I “problematica” di Burgess non potevano essere considerati i “vicoli ciechi” o gli esperimenti falliti della sperimentazione evolutiva. L’unica strategia che rimaneva era quella di scovare nella fauna di Burgess, all’apogeo della disparità anatomica, una serie di criteri-setaccio per vagliare i possessori di “vantaggi” selettivi e separarli dai “predestinati” all’estinzione. La ricerca non ha portato a risultati eclatanti, se non a quello di accentuare la ricostruzione ipotetica di “storie plausibili” sui motivi di estinzione di alcuni e di sopravvivenza di altri.

Intorno ai primi anni Ottanta, quando il numero di monografie su organismi bizzarri di Burgess superò una certa massa critica, i paleontologi del gruppo di Whittington cominciarono a deviare dalla linea interpretativa convenzionale. Conway Morris arrivò a sostenere che un ipotetico osservatore della fauna cambriana non avrebbe mai potuto prevedere lo scenario successivo alla decimazione. Con l’introduzione dell’argomento dell’imprevedibilità e dell’incertezza era sancita un’importante svolta: l’esistenza di percorsi alternativi divergenti ma egualmente plausibili, senza che vi sia un criterio di determinazione a priori di una traiettoria favorita, rimanda infatti a un principio di *contingenza evolutiva*.

Burgess non sarebbe un caso anomalo ma rappresenterebbe un tema generale della storia naturale: gli alberi filogenetici sembrano avere il massimo di diversità all’inizio della loro storia e la riduzione successiva non manifesta determinazioni adattative specifiche. Ripetendo il film della vita  $n$  volte, otterremmo uno scenario di sopravvivenza  $n$  volte diverso. Il principio della contingenza evolutiva si regge pertanto sul tema generale della sperimentazione precoce seguita da una posteriore standardizzazione. È bene

notare, a questo proposito, che il concetto di contingenza per Gould è connesso a precisi schemi evolutivi ricorrenti e non va in alcun modo confuso con l'idea di una casualità generalizzata del processo di trasformazione biologica.

La contingenza evolutiva, in altri termini, non è una attenuazione del determinismo della selezione naturale per opera di un principio di casualità, cioè di semplice assenza di regolarità e di principi causali. Per contingenza Gould intende il "potere causale del singolo evento", cioè la capacità potenziale di una singola biforcazione di deviare la traiettoria della storia evolutiva su un binario non prevedibile a priori. La contingenza racchiude la dimensione di imprevedibilità intrinseca dell'evoluzione, ma non esclude che a posteriori sia possibile ricostruire nel dettaglio la catena di cause ed effetti che ha determinato un percorso, escludendone altri.

Contingenza per Gould significa che ogni storia evolutiva è irreversibile e potenzialmente unica, proiettata nell'esplorazione di uno spazio di possibilità così ampio da non poter essere prevedibile su larga scala, anche se nei suoi testi si avverte un'oscillazione fra una definizione radicale di contingenza (per cui ogni evento apparentemente insignificante devia la traiettoria della storia) e una definizione più moderata (il singolo evento è potenzialmente generatore di una biforcazione storica). Tuttavia, contingenza non è sinonimo né di caso né di inintelligibilità e non è incompatibile né con l'idea che la storia naturale abbia avuto una direzione né con l'assunzione che la selezione naturale sia il motore di fondo dell'evoluzione. Non contravviene ad alcuna legge fisica e non esclude nemmeno uno dei meccanismi di base dell'evoluzione. Una freccia del tempo esiste, anche solo per il fatto che le specie si succedono in modo irreversibile e ogni epoca ha una propria conformazione biotica

peculiare: il problema è capire quale grado di necessità (o, se vogliamo, di ripetibilità di medesimi *pattern*) vi sia in questa direzionalità.

Il filosofo Daniel Dennett ha associato la contingenza evolutiva all'idea erronea che il successo o l'insuccesso nella lotta per la sopravvivenza siano dovuti al puro caso, opposto all'adattamento funzionale (1995). Una mossa che Gould ha decisamente respinto. Ciò che conta per quest'ultimo è che se i prodotti dell'evoluzione dipendono sensibilmente dalla variazione di una o più condizioni iniziali, allora significa che il processo è intrinsecamente imprevedibile e non dipende dal grado di dettaglio della nostra conoscenza delle variabili in gioco. Ciò non esclude che l'intero processo sia retrospettivamente intelligibile. Del resto, una buona dose di contingenza è data proprio dal ruolo dei fattori ecologici, che sono indipendenti dal valore di *fitness* delle popolazioni: il formarsi di una barriera geografica e la deriva genetica che ne consegue sono "contingenti" rispetto al grado di adattamento della specie madre. In questi casi, un evento accidentale può dare origine a nuovi *taxa* e cambiare il volto della storia naturale.

Ciò non significa, però, che gli adattamenti siano di per sé contingenti: lo sono nel momento in cui dipendono da processi speciativi e da pressioni locali, ma l'innovazione funzionale che ne deriva è legata a un rapporto di coevoluzione fra organismi e nicchie che può anche ripetersi analogamente in soggetti e in tempi diversi. Pertanto l'idea di contingenza non sembrerebbe sminuire l'importanza delle convergenze adattative e la "necessità" funzionale di alcuni complessi adattativi molto efficaci, come invece ha sostenuto con vigore Conway Morris nel 1998. Piuttosto, essa è incompatibile con l'idea di ottimalità, perché presuppone che esistano strategie adattative multiple e che l'adatta-

mento sia un fenomeno incompiuto sottoposto ai dettagli della storia e ai vincoli strutturali degli organismi.

### *Complessità, progresso ed evolvibilità*

*La vita meravigliosa* si conclude con la ricollocazione tassonomica di un ultimo, piccolo organismo di Burgess. Walcott aveva classificato fra i vermi policheti anche uno strano organismo nastriforme, schiacciato lateralmente, lungo circa cinque centimetri, molto simile all'anfiosso moderno (un piccolo cordato prevertebrato marino) e chiamato dallo scopritore *Pikaia gracilens*. Conway Morris lasciò per ultima l'analisi di *Pikaia* perché intuì, come già altri prima di lui, che potesse essere non un verme, ma un cordato. *Pikaia* presenta infatti una corda dorsale, una formazione mediana che rappresenta la forma ancestrale di una colonna vertebrale e la muscolatura a zig zag corrispondente alla corda dorsale. È un cordato prevertebrato, dunque uno dei primi esponenti documentati del novero dei nostri progenitori diretti.

*Pikaia* è un organismo piuttosto raro a Burgess e non si registra la presenza di altri cordati nelle *lagerstätten* del Paleozoico Inferiore. Il sospetto di Gould è che «il nostro *phylum* non fosse tra quelli di maggior successo nel Cambriano, e che al tempo della fauna di Burgess i cordati avessero scarse prospettive di sviluppi futuri» (*op. cit.*, p. 334). Un ipotetico allibratore cambriano non avrebbe scommesso molto sulle sorti di questo animaletto. Attraverso *Pikaia* scopriamo allora una sottile connessione fra la decimazione di Burgess e la successiva evoluzione del nostro piano anatomico fondamentale. Abbiamo un controfuturo equiprobabile, in cui la presenza umana poteva non essere contemplata.

Il messaggio di *Pikaia* è adottato da Gould come icona della contingenza storica. Il piccolo cordato di Burgess rac-

coglie in un singolo episodio il senso che un approccio non progressionista all'evoluzione assegna, secondo Gould, alla "natura della storia". Se riavvolgiamo il film della vita e *Pikaia*, per ragioni che a posteriori potremmo ricostruire senza difficoltà, non sopravvive, il suo discendente *Homo sapiens* potrebbe non fare mai la sua comparsa sul palcoscenico della biodiversità. Noi siamo dunque figli di *Pikaia*, cioè, per Gould «figli di pura storia» (*op. cit.*, p. 334).

Qualcuno invece ritiene che questa risposta sia insoddisfacente ed è proprio quel Conway Morris che inizialmente era stato attratto dall'idea di contingenza evolutiva e dall'esercizio di immaginare controfuturi alternativi, simulando il destino della biosfera se anziché la famiglia dei vermi policheti (oggi dominante) fosse prevalsa nel primo Cambriano quella dei vermi priapulidi (oggi relegati in nicchie inospitali e minoritarie, ma al tempo di Burgess il gruppo più numeroso e specializzato). Ribaltando ciò che aveva scritto fino al 1989, Conway Morris iniziò nel 1993 i suoi tentativi di ricondurre la filogenesi dei primi animali, in chiave gradualista e progressionista, a forme precedenti e seguenti, in alcuni casi con successo.

Il messaggio circa la natura contingente della storia evolutiva, letto da Gould nei fossili della Burgess Shale, fu duramente contestato anche da Richard Dawkins, che finì ben presto per conquistare alla sua visione adattazionista Conway Morris, il quale nel 1998, in *The Crucible of Creation*, mosse una critica a tutto campo al modello di Gould. Secondo l'autore de *Il gene egoista*, l'approccio di Gould contiene un errore di partenza che ne inficia tutta la struttura argomentativa: non considera la crescita della complessità di adattamento degli organismi nel corso del tempo. A suo avviso è innegabile che esista una tendenza nella storia della vita verso una *complessità adattativa crescente*. La vita oggi

ha raggiunto livelli di complessità incomparabili rispetto a quelli di decine di milioni di anni fa e può dunque essere definita a tutti gli effetti come un progresso cumulativo.

Conway Morris rincarò la dose e rilesse l'intera storia dello scavo di Burgess, che lo aveva visto protagonista in prima persona, come una costruzione di piani anatomici ottimali e diede un peso preponderante all'idea di convergenza funzionale, a suo avviso in grado di scardinare qualsiasi ipotesi di contingenza evolutiva. Esistono complessi adattativi ottimali, come i sistemi di visione, che non possono essere sorti per motivi contingenti, ma per un'evoluzione parallela spinta da stringenti ragioni funzionali. Altri studiosi invitano però alla prudenza: il peso delle convergenze adattative potrebbe essere esagerato dal fatto che non conosciamo una base genetica omologa o più semplicemente dal fatto che non calcoliamo tutti i casi in cui, pur a parità di condizioni, non si genera tale convergenza.

I problemi relativi a queste tesi sono due: definire con una certa precisione e oggettività la "complessità" di un organismo o di un clade; spiegare le ragioni evolutive di questo trend verso una complessità crescente. Dawkins propone di utilizzare la definizione algoritmica di complessità del matematico Greg J. Chaitin: con essa intendiamo la lunghezza della descrizione formale di una struttura organica. Secondo D.W. McShea, invece, la complessità di una struttura è data dal numero delle parti componenti unitamente al loro grado di differenziazione e non funziona come criterio di progresso generale nella storia della vita. Ma queste definizioni rendono bene quando si tratta di comparare strutture abbastanza simili e imparentate l'una all'altra, falliscono se si tratta di confrontare organismi molto diversi come un batterio e un mammifero perché la decisione circa il grado di dettaglio della descrizione è arbitraria.

Le cause del presunto “progresso” della complessità non sono meno problematiche. Su due punti Gould e Dawkins concordano. Entrambi accettano l’idea che nella storia della vita siano comparsi organismi più complessi dei precedenti: un mondo in cui esistono soltanto alghe azzurre unicellulari è decisamente più semplice di un mondo in cui scorazzano predatori e prede pluricellulari, dotati di sistema nervoso e con decine di migliaia di geni nel loro corredo. Entrambi, del resto, concordano che spesso le definizioni correnti di complessità strutturale sono viziate da un pregiudizio antropocentrico: essendo la complessità una caratteristica delle nostre descrizioni del mondo piuttosto che del mondo in quanto tale, la pietra di paragone in ambito evolutivo rischia sempre di essere la specie umana, ritenuta espressione della massima complessità neurale e comportamentale. I due si dividono però sulla nozione di progresso. Per Gould non esistono surrogati di complessità in grado di resuscitare l’idea di progresso nella teoria dell’evoluzione. Per Dawkins invece l’evoluzione è progressiva perché nel corso del tempo la vita è diventata più adatta alle nicchie ambientali grazie all’azione della selezione naturale: le modalità attraverso le quali gli organismi sono progettati hanno giovato di un graduale e costante miglioramento.

Nell’ottica dell’adattazionismo esplicativo di quest’ultimo, è possibile comparare gradazioni differenti di *fitness* non soltanto fra organismi, ma anche fra popolazioni coetanee e fra specie lontane milioni di anni, anche se le loro morfologie e i loro ambienti sono notevolmente diversi. La spinta al progresso è data, a livello degli organismi e delle popolazioni, dalla selezione naturale, mentre a livello macroevolutivo dalla competizione e dalle “corse agli armamenti” (*arms races*) ingaggiate dalle linee di discendenza ge-

netiche. Finché non viene interrotta da estinzioni di massa, l'escalation competitiva fra i lignaggi genici spinge a un miglioramento costante degli adattamenti. Vi è dunque una proprietà generale di adattatività (*adaptedness*), di buon adeguamento fra specie e nicchie, che aumenta nel tempo, può essere misurata e va di pari passo con la complessità progettuale degli organismi. Il problema della nozione di adattatività crescente risiede però nella sua astrattezza e nella sua apparente indipendenza da qualsiasi cambiamento nelle nicchie e nel rapporto fra organismi e nicchie. Possiamo afferrarla facilmente se immaginiamo il progresso di adattatività in una linea di discendenza immersa nello stesso ambiente (i mimetismi migliorano, le strategie di difesa si raffinano, e così via), ma diventa molto più laborioso definirla sulla scala larga della macroevoluzione. Essa non tiene conto della relazione di co-costruzione fra organismi e nicchie sul lungo periodo.

Nel 1996, in *Full House*, Gould propose una critica radicale dell'idea di progresso nell'evoluzione, rifiutando di considerare la crescita di complessità, adattativa o strutturale, come una tendenza cumulativa e direzionale. La comparsa di organismi più complessi dei predecessori è un dato di fatto, ma non implica l'esistenza di una tendenza globale: è piuttosto un effetto prospettico, un risultato statistico collaterale dell'allargamento dello spettro di variazione. Dato che la vita ai suoi esordi è allo stadio di minima complessità possibile, l'esplorazione occasionale di nuove forme per differenziazione di specie non potrà che spostarsi verso livelli di complessità maggiore. Se il punto di origine è al minimo di complessità, ogni evoluzione successiva non potrà che "apparire" come una crescita di complessità adattativa e strutturale, ma in realtà è soltanto l'esito della diffusione passiva e casuale di varietà a partire

da un minimo statistico. Come un ubriaco che cammina ondeggiando su un marciapiede con un muro alla sinistra prima o poi finirà per cadere in strada, l'evoluzione produce una "coda" di organismi che esplorano livelli di complessità più alti verso destra.

Dunque, il progresso sarebbe solo un'illusione prodotta da un meccanismo stocastico del tutto cieco al valore adattativo della complessità degli organismi. Lo dimostrerebbe il fatto che gran parte della vita si mantiene ancora oggi vicina al muro sinistro di minima complessità e che questa biomassa di esseri viventi semplicissimi risulta adattata in modo molto robusto e flessibile ad ambienti diversissimi e spesso inospitali. Oggi sappiamo che alcuni batteri sono in grado di sopravvivere a condizioni fisiche estreme (estremofili), alle quali qualsiasi altro organismo "complesso" soccomberebbe. Su altri pianeti oggi cerchiamo qualcosa di simile a batteri, non alieni complessi. Non solo, sappiamo che i cicli di autoregolazione del pianeta dipendono in gran parte da questi protagonisti silenziosi allo stadio minimo di "progresso" e che la loro estinzione metterebbe a repentaglio la sopravvivenza dell'intera panopia di organismi complessi. Viceversa, se questi ultimi si estinguessero (noi compresi, sulla punta della coda destra) la loro evoluzione proseguirebbe indisturbata verso altre "passeggiate dell'ubriaco" (*drunkard walk model*).

L'elegante modello statistico di Gould e la sua critica all'idea di una complessità adattativa media in crescita rianimarono le polemiche su evoluzione, progresso e complessità. Mentre Dawkins si limitò a ribadire la potenza predittiva del suo adattazionismo esplicativo, la reazione di Maynard Smith e del collega Eors Szathmary (già proposta nel 1995) entrò nel merito del modello gouldiano e ne colse un punto debole. Lo schema della "passeggiata dell'ubriaco"

prevede un muro di sinistra fisso e la creazione di code statistiche a destra, ogni volta diverse in virtù del principio di irreversibilità e contingenza evolutiva. La complessità ha un limite minimo intrinseco, ma non un limite massimo. L'obiezione di Maynard Smith e Szathmary puntò proprio su questa assunzione, che a loro avviso non teneva conto del fatto che le condizioni all'interno delle quali l'evoluzione si realizza cambiano anch'esse nel tempo: l'evoluzione evolve. I muri di complessità si spostano, non restano fissi, e ciò permette di reintrodurre una direzionalità nell'evoluzione e una successione di "grandi transizioni" nell'informazione biologica riconoscibili come passaggi chiave di questa "evoluzione dell'evoluzione".

La critica risulta particolarmente efficace perché tiene conto proprio degli effetti circolari e costruttivi che si instaurano fra gli organismi e gli ambienti che essi contribuiscono a trasformare in una relazione di persistente coevoluzione. Se accettiamo questa idea di reciproca costruzione, allora i vincoli di complessità evolvono necessariamente insieme alla vita, producendo a loro volta nuove possibilità evolutive e pregiudicandone altre. La comparsa dei pluricellulari ha abbattuto un muro di complessità massima, a destra, che limitava lo sviluppo degli eucarioti. L'emergenza della differenziazione cellulare, degli organismi, del sesso e poi delle colonie di organismi ha ulteriormente spostato il muro di destra. Nell'altra direzione, la vita batterica, sfruttando la complessità degli organismi alla sua destra, ha sviluppato forme di vita virale e prionica che si trovano a uno stadio di complessità addirittura inferiore: anche il muro di sinistra quindi si è spostato. Non è detto che con il passare del tempo le potenzialità evolutive crescano progressivamente, possono anche diminuire, come mostrerebbe l'ipotesi della cristallizzazione

dei vincoli genetici e di sviluppo successiva all'esplosione cambriana, ma si tratta pur sempre di un'evoluzione dell'evoluzione. Dunque, il modello di Gould cade in contraddizione laddove non tiene in considerazione l'evoluzione dell'*evolvibilità*. Ciò che prima non era possibile ora lo è, e viceversa. I muri di complessità, minima e massima, si spostano.

Molte di queste controversie nascono dal fatto che il tema della contingenza evolutiva è legato, in Gould, a due questioni piuttosto diverse. Il potere causale del singolo evento, sia esso l'impatto dell'asteroide o la sopravvivenza di *Pikaia*, e l'impossibilità di associare la crescita di complessità degli organismi a una necessità intrinseca della storia naturale hanno come obiettivo finale la critica dell'idea di progresso nell'evoluzione in ogni variante possibile, con i punti deboli che abbiamo visto. Ma in un'accezione più profonda la contingenza evolutiva è un modo per definire la reciproca influenza della storia, della selezione naturale e dei vincoli, fisici e strutturali, che limitano il potere della prima e della seconda. È cioè una questione che tocca il nocciolo teorico individuato, con un'altra terminologia, da Charles Darwin e da Asa Gray nella loro corrispondenza: dove comincia il regno delle leggi naturali e dove finisce quello della singolarità storica. Il grado di contingenza di un percorso evolutivo dipende dalla scala alla quale lo osserviamo: ciò che a una grana fine di dettaglio ci appare contingente può invece appartenere a un *pattern* più ampio di regolarità. L'opzione di Gould è quella di un operato della selezione naturale e di un'influenza dei vincoli così indulgenti da permettere soluzioni di dettaglio pressoché indominabili e comunque imprevedibili a priori. Nelle apologie dei dettagli rese celebri dai suoi saggi di storia naturale, l'ultima parola spetta sempre

alla storia. Altri filosofi della biologia collocano invece il potere vincolante dei *pattern* ripetuti a un livello piú alto.

Kim Sterelny ha definito efficacemente queste differenze attraverso il termine di «resistenza controfattuale» (Sterelny, Griffiths, 1999, p. 297). Il grado di contingenza che attribuiamo a un processo evolutivo è dato dalla sua resistenza ai contropresenti alternativi. Se qualsiasi dettaglio facesse deragliare il percorso su altri binari e verso prodotti finali diversi, non vi sarebbe alcuna resistenza controfattuale e non esisterebbe una spiegazione di processo “robusta”: esisterebbero soltanto storie effettive, singolari, sequenze irripetibili di eventi la cui spiegazione sarebbe lunga tanto quanto il processo stesso. La “teoria” dell’evoluzione coinciderebbe con una descrizione infinitamente dettagliata dell’evoluzione stessa, perché non potrebbe selezionare, come ogni teoria inevitabilmente fa, i dettagli pertinenti da quelli ininfluenti. All’estremo opposto, se qualsiasi scenario alternativo conducesse al medesimo risultato, la resistenza controfattuale sarebbe massima e la spiegazione sarebbe non solo robusta, ma anche deterministica. Nella gamma di soluzioni intermedie si situano le filosofie della storia che sottendono i diversi approcci alla teoria dell’evoluzione contemporanea. In ogni caso, la provocazione di Stephen J. Gould continuerà ad alimentare interessanti discussioni. La potenza e la profondità delle due grandi metafore rivali del progresso e della contingenza sono tali da condizionare ancora oggi il nostro modo di raccontare la storia naturale. Fino al giorno in cui inventeremo una macchina per viaggiare nel tempo, il test del “film della vita” non avrà valore empirico.

## BIBLIOGRAFIA RAGIONATA

La monografia di Gould sulla Burgess Shale è *La vita meravigliosa. I fossili di Burgess e la natura della storia*, Feltrinelli, Milano 1990 (orig. 1989). Il significato dello scavo di Burgess per Simon Conway Morris è sintetizzato, con una nota finale molto critica verso l'interpretazione "contingentista" di Gould, in *The Crucible of Creation. The Burgess Shale and the Rise of Animals*, Oxford University Press, Oxford 1998.

Il classico dello storico delle idee Arthur J. Lovejoy sul concetto di progresso nelle scienze del vivente è: *La Grande Catena dell'Essere*, Feltrinelli, Milano 1966. Il progressionismo nella teoria dell'evoluzione viene discusso in: J. Dupré, a cura di, *The Latest on the Best. Essays on Evolution and Optimality*, MIT Press, Cambridge (MA) 1987; M.H. Nitecki, a cura di, *Evolutionary Progress*, Chicago University Press, Chicago 1988; M. Ruse, *Monad to Man. The Concept of Progress in Evolutionary Biology*, Harvard University Press, Cambridge (MA) 1996. L'ipotesi di McMenamin sull'esplosione della vita pluricellulare: *The Garden of Ediacara*, Columbia University Press, New York, 1998.

Sul genoma "pan-animale" del Cambriano e sulla cristallizzazione genetica v.: S. Ohno, «The notion of the Cambrian pananimalia genome», in Proc. Of the Nat. Acad. Of Sc. USA, 1996, 93, pp. 8475-8478; A. Hallam, a cura di, *Patterns of Evolution*, Elsevier, New York 1977 (in particolare il contributo di James Valentine). Il modello dell'evoluzione del paesaggio adattativo è citato qui nella versione proposta dal biologo teorico Stuart Kauffman in *The Origins of Order*, Oxford University Press, Oxford 1993.

Complessità adattativa e progresso, associati da Richard Dawkins in *Alla conquista del monte improbabile*, Mondadori, Milano 1997 (orig. 1996), sono discussi criticamente da Gould attraverso il modello della «passeggiata dell'ubriaco» in *Gli alberi non crescono fino in cielo*, Mondadori, Milano 1997 (orig. 1996). La risposta di Dawkins è stata ripubblicata in *Il cappellano del diavolo*, Cortina Editore, Milano 2004 (orig. 2003). Un trattato esaustivo sull'interpretazione adattazionista del darwinismo è quello di Daniel Dennett: *L'idea pericolosa di Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino, 1997 (orig. 1995). Il superamento dell'obiezione di Gould in termini di "evolubilità" è stato efficacemente proposto da John Maynard Smith ed Eors Szathmary in *The Major Transitions in Evolution*, Freeman, New York 1995, e implicitamente in *Le origini della vita*, Einaudi, Torino 2001 (orig. 1999). La critica serrata del concetto di contingenza evolutiva da parte di Conway Morris e l'ipotesi radicalmente opposta dell'inevitabilità dei prodotti adattativi attuali (fino agli estremi

parossistici di dedurne una “teologia evoluzionistica”) sono contenute in: *Life's Solution. Inevitable Humans in a Lonely Universe*, Cambridge University Press, Cambridge (UK) 2003.

Il pluralismo esplicativo di Kim Sterelny è proposto in «Explanatory pluralism in evolutionary biology», in *Biology and Philosophy*, 1996, 11, pp. 193-214. Sterelny è anche autore, insieme a Paul E. Griffiths, di *Sex and Death. An Introduction to Philosophy of Biology*, University of Chicago Press, Chicago, 1999.

Telmo Pievani è professore di Filosofia della Scienza presso l'Università di Milano Bicocca.



## INDICE

<i>Nota introduttiva</i>	7
PIETRO GRECO, <i>Kosmos, arte e scienza allo specchio</i>	9
GIUSEPPE O. LONGO, <i>Letteratura e scienza: i legami profondi</i>	27
GASPARE POLIZZI, <i>Uno sguardo sul cosmo: Calvino tra Galileo e Leopardi</i>	39
GIANNI ZANARINI, <i>Robot e androidi: creature cinematografiche come specchi dell'umano</i>	65
TELMO PIEVANI, <i>Progresso e contingenza nei mari cambriani: note sulla filosofia della biologia di Stephen J. Gould</i>	123



Finito di stampare  
nel mese di luglio 2009  
Arti Grafiche Cecom s.r.l.  
Bracigliano (SA)

