

La Terra è un organismo? Gaia come espediente persuasivo e come generatore di ipotesi scientifiche

EMANUELE SERRELLI

Quando nel 1972 si diffusero, attraverso i mezzi di comunicazione, le fotografie della Terra vista dallo spazio scattate dalla missione Apollo 17 nel suo percorso verso la Luna, l'umanità – si dice – iniziò a pensare in modo nuovo il pianeta che la ospita. Particolarmente suggestiva fu la fotografia soprannominata “blue marble”, cioè la “biglia blu”, la prima ad inquadrare perfettamente la parte di superficie terrestre illuminata dalla luce del giorno. Oggi ci si chiede quali immagini, quali parole, quali strumenti comunicativi possano influenzare i comportamenti di miliardi di persone in direzione di una maggiore sostenibilità, possibilmente privilegiando una informazione scientifica corretta invece che forme di persuasione mistificanti, che inducono cioè nei cittadini idee sbagliate sui contenuti scientifici e sul procedere stesso della scienza. In questo mio contributo toccherò, attraverso l'esempio storico dell'ipotesi Gaia, il tema dei *dilemmi* che si creano quando vogliamo che persone – persone complete, con emozioni, cognizioni e inserite in contesti sociali – si interessino alla scienza avendone un'immagine realistica, informazioni corrette, e strumenti per modificare i propri comportamenti in direzione sostenibile. Arriveremo infine a parlare di *ispirazione*, e del suo possibile ruolo non solo nella comunicazione della scienza (o “divulgazione”, termine criticato da diverse parti per le sue implicazioni asimmetriche), ma nella scienza stessa.

James Lovelock e Lynn Margulis sono due indiscussi protagonisti della storia dell'ipotesi Gaia, ed è da questi due scienziati che prendiamo le mosse.

In questo articolo farò uso del termine “metateoria”, col quale indico il lavoro tipicamente filosofico di cercare di definire termini epistemologici come “teoria scientifica”, “ipotesi”, “modello” ecc. e di capire quali siano le relazioni reciproche tra essi¹. Il medesimo termine “metateoria” viene utilizzato per

¹ E. Serrelli, *Metatheory as an enduring field between local understanding and general views*, in revisione presso «Metaphilosophy».

indicare sia l'attività che il suo prodotto, cosicché l'attività di metateorizzare produce *delle* metateorie.

Attraverso alcune affermazioni di Lynn Margulis, rifletteremo sulla metateoria da lei proposta, che inquadra l'equazione Terra = organismo come una persuasiva esagerazione dei dati scientifici, atta a suscitare empatia verso il pianeta e a orientare l'atteggiamento delle persone in direzione sostenibile. Accenneremo alla multiformità teorica e metateorica di Gaia, che soltanto in alcune sue presentazioni e in alcuni contesti coincide con l'affermazione che la Terra è come un gigantesco organismo, mentre più frequentemente ha a che fare con un immenso sistema ecologico planetario integrato e ricco di meccanismi di regolazione che si modulano in base a condizioni storiche interne ed esterne.

Incontreremo poi alcune delle reazioni della comunità scientifica all'idea di Gaia. Esse esprimono una metateoria nella quale Gaia è una descrizione almeno parziale, se non sbagliata, derivante da convinzioni etiche e ideologie politiche che privilegiano la cooperazione rispetto alla competizione. La vicenda di Gaia ci mostrerà bene come la metateorizzazione possa essere utilizzata come strumento di demarcazione tra scienza e non-scienza, nonché, all'interno della scienza, tra ipotesi degne di essere adottate e ipotesi non utilizzabili.

L'opposizione della comunità scientifica a Gaia, spesso portata avanti con strumenti metateorici, dipende da molti fattori, tutti ampiamente presenti negli anni settanta del novecento: la lotta contro la pseudoscienza, il presidio di faticose conquiste intellettuali (es. l'abbandono delle cause finali), l'incastro con dibattiti accesi già in corso (es. quello della selezione di gruppo). Ma quando la scienza gioca in difesa, spesso produce metateorie semplicistiche che infine nuociono alla comunicazione della scienza e all'educazione scientifica delle persone.

Qui propongo una mia metateoria, secondo la quale Gaia è una *cornice narrativa* scientifica aperta, ed è parte integrante della scienza in quanto generatore di ipotesi scientifiche². Ma proprio come un'altra cornice quasi coeva, quella del Gene Egoista, Gaia svela un aspetto ispirazionale, immaginativo, quasi irrazionale ed emotivo dell'attività scientifica, un aspetto che molte metateorie non sono abituate a concedere; e oltretutto invita a collaborare alla narrazione non soltanto gli scienziati, ma anche i non-scienziati, generando così un dilemma tra l'efficacia comunicativa e coinvolgente e la tutela delle sicurezze di cui la comunità scientifica ha bisogno.

² E. Serrelli, *The Gaia narrative and its link with symbiosis and symbiogenesis*, Working paper, 2013, DOI 10.13140/2.1.4338.0487.

If they think it is just a pile of rocks...

Lynn Margulis, originaria di Chicago, ebbe una vita movimentata. Tra le altre cose, fu sposata per alcuni anni con il celebre giornalista scientifico Carl Sagan. Ottenne una posizione all'Università di Boston Amherst, che conservò poi per tutta la sua carriera matura. Nel 1967 formulò l'importantissima ipotesi dell'origine simbiotica delle cellule eucariotiche³, una proposta che rivelava una buona dose di pensiero non-convenzionale, e che ben presto diede a Margulis modo di attingere al suo temperamento battagliero, dato che fu osteggiata per molto tempo dalla comunità scientifica mentre le evidenze si accumulavano fino alla prova molecolare del 1980. La sua associazione con l'ipotesi Gaia risale al 1974, cioè alla primissima fase di elaborazione iniziale da parte di James Lovelock. Nel 1974 Lovelock e Margulis scrissero articoli rivolti a pubblici molto diversi: la comunità scientifica⁴ e il pubblico dei non esperti⁵. Circa vent'anni dopo, nel 1995, Margulis avrebbe risposto a una delle innumerevoli domande sul perché e in quali termini una scienziata come lei si fosse associata all'avventura di Lovelock:

Quando la gente pensa che la Terra sia soltanto un mucchio di roccia, la prende a calci, la ignora, la maltratta. Lovelock lascia credere che la Terra sia un organismo perché le persone, pensandola in questo modo, tenderanno a trattarla con rispetto. Io credo che questo sia un utile stratagemma, non scienza. D'altra parte molto di ciò che gli scienziati fanno non è scienza. Su questo concordo con Lovelock. E capisco che adottando il suo punto di vista egli è molto più efficace di me nel comunicare le idee legate a Gaia⁶.

I pensieri contenuti in questa citazione – ma espressi in molte altre occasioni da varie personalità vicine o lontane dall'idea di Gaia – mi sembrano molto rilevanti per i temi che stiamo iniziando qui a trattare (la comunicazione della scienza, l'influenza su atteggiamenti e comportamenti, l'ispirazione). Sono almeno due gli aspetti interessanti: una ipotesi psicologica e alcuni lineamenti di una visione metascientifica.

³ L. Margulis, *Origin of eukaryotic cells*, Yale University Press, New Haven 1970.

⁴ L. Margulis e J.E. Lovelock, *Biological modulation of the Earth's atmosphere*, in «Icarus», 21, 1974, pp. 471-489; J.E. Lovelock e L. Margulis, *Homeostatic tendencies of the Earth's atmosphere*, in «Origins of Life», 5, 1974, pp. 93-103.

⁵ J.E. Lovelock e L. Margulis, *Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: The Gaia hypothesis*, in «Tellus», XXVI, 1974, pp. 1-10.

⁶ L. Margulis, *Gaia is a tough bitch*, in *The third culture: Beyond the scientific revolution*, a cura di J. Brockman, Simon & Schuster, New York 1995, pp. 130-140, cit. da p. 140, trad. mia.

L'*ipotesi psicologica* menzionata da Margulis sostiene che per le persone considerare la Terra un organismo possa generare empatia per il pianeta, inducendo comportamenti orientati alla sostenibilità. Potremmo grossolanamente simbolizzare l'ipotesi nel seguente modo:

Terra = Organismo → empatia → orientamento etico e comportamentale alla sostenibilità

Questa ipotesi psicologica spiegherebbe l'efficacia comunicativa di Lovelock, che Margulis riconosce come superiore ai propri stessi tentativi.

La *visione metascientifica* tratteggiata da Margulis sostiene che gli scienziati «fanno molte cose che non sono scienza». L'idea della Terra come organismo costituirebbe, ad esempio, un'esagerazione: essa sarebbe la versione estremizzata di un *range* di ipotesi che ricadrebbero pienamente, queste sì, nell'alveo dell'attività scientifica. Così, anche da questo punto di vista (quello scientifico e metascientifico) Terra = organismo sarebbe una sorta di espediente retorico, sempre legato a esigenze di comunicazione.

Discorsi come questi sull'ipotesi Gaia nelle sue varie versioni sono in realtà punte di un enorme iceberg epistemologico e storico. La storia di Gaia è effettivamente lunga e complessa.

James Lovelock nacque e crebbe in una famiglia di media classe e cultura nell'Inghilterra rurale, prima di divenire un chimico e inventore di grande successo dall'intelletto tecnico e multiforme. Egli dette forma e nome a Gaia grazie alle sue conversazioni con il grande scrittore William Golding⁷. Come abbiamo visto, nel 1974 Lovelock scrisse gli articoli con Lynn Margulis, ma il suo primo libro su Gaia – un vero best seller – fu pubblicato nel 1979⁸. In seguito Lovelock continuò a scrivere libri, sempre di grande successo, mentre periodicamente collaborava con altri scienziati pubblicando scoperte che erano anche esempi dei processi in atto dentro e attraverso il grande sistema che comprende litosfera, biosfera, atmosfera ecc. Nel 1987 ad esempio Lovelock e colleghi identificarono un *feedback loop* che, coinvolgendo l'elemento zolfo, attività biologiche e reazioni chimiche inorganiche, avrebbe avuto un ruolo nel controllo della temperatura della superficie della Terra⁹. Il dimetil-solfuro,

⁷ J.E. Lovelock, *Gaia as seen through the atmosphere*, in «Atmospheric Environment» 6(8), 1972, pp. 579-580. Cfr. M. Ruse, *The Gaia Hypothesis: Science on a pagan planet*, University of Chicago Press, Chicago 2013.

⁸ J.E. Lovelock, *Gaia. A new look at life on earth*, Oxford University Press, Oxford 1979 (tr. it. di V. Bassan Landucci: *Gaia. Nuove idee sull'ecologia*, Bollati Boringhieri, Torino 2011).

⁹ R.J. Charlson et al., *Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate*, in

o DMS¹⁰, è un gas fortemente implicato nelle dinamiche del clima globale. Esso viene prodotto da microrganismi nei mari di tutto il mondo al tasso di 200 milioni di tonnellate all'anno. Sebbene i motivi della sua produzione non siano stati ancora chiariti, il DMS deriva da un'altra sostanza, il dimetil-solfonio-propionato (DMSP) che è necessario per il processo biologico dell'osmoregolazione. Il DMS potrebbe dunque essere il sottoprodotto di un processo fisiologico vitale. Lo zolfo, in particolare nella sua forma ossidata (diossido di zolfo, SO₂) è tra i candidati a svolgere il ruolo di "cloud condensation nucleics" (CCNs), insieme a polvere, carbonio in varie forme ecc. Le nuvole non si formano dal nulla. Hanno bisogno di particelle sospese nell'aria, attorno alle quali si possano formare gocce d'acqua. Questi "semi" sono i "cloud condensation nucleics". Le nuvole aumentano l'albedo, cioè la quantità di radiazione solare che viene riflessa nello spazio e che quindi non si trattiene nell'atmosfera e negli strati inferiori. Le nuvole raffreddano, dunque, il pianeta.

Mentre questi studi e modelli pazientemente si depositavano nella letteratura scientifica, l'idea di Gaia circolava in maniera autonoma e più ampia, come dimostrano le varie "Gaia conferences", grandi raduni interdisciplinari organizzati e promossi da enti diversi, che iniziavano a configurare una specie di "Gaia community": nel 1988, 1994-96-99, e 2000¹¹. Intanto Gaia si trasformava e si aggiornava attraverso gli ulteriori libri di Lovelock¹² e la sua autobiografia¹³. I suoi sostenitori dicono che Gaia in quei decenni passò da ipotesi a teoria, ma di fatto le esposizioni riflettono la multiformità teorica e metateorica di questo concetto. Un esempio si trova nell'ultimo volume co-curato da Lynn Margulis prima della sua morte improvvisa e prematura, nel 2011¹⁴. Si tratta del libro *Chimeras and consciousness*, nel quale l'influenza

«Nature» 326(6114), 1987, pp. 655-661.

¹⁰ Solfuro dimetile, la cui formula chimica è (CH₃)₂S.

¹¹ Cfr. *Scientists on Gaia*, a cura di S.H. Schneider e P.J. Boston, MIT Press, Cambridge MA 1992; *Scientists debate Gaia. The Next Century*, a cura di S.H. Schneider, J.R. Miller, E. Crist, P.J. Boston, MIT Press, Cambridge MA 2004.

¹² J.E. Lovelock, *The ages of Gaia*, W.W. Norton, New York 1988 (tr. it.: *Le nuove età di Gaia*, Bollati Boringhieri, Torino 1991); Id., *Gaia: the practical science of planetary medicine*, Gaia Books, London 1991; Id., *The revenge of Gaia*, Allen Lane/Penguin, London 2006 (tr. it.: *La rivolta di Gaia*, Rizzoli, Milano 2006); Id., *The vanishing face of Gaia: a final warning: Enjoy it while you can*, Allen Lane, London 2009 (tr. it.: *Gaia. Ultimo atto*, Felici editore, San Giuliano Terme (PI) 2012).

¹³ J.E. Lovelock, *Homage to Gaia*, Oxford University Press, Oxford 2000 (tr. it.: *Omaggio a Gaia. La vita di uno scienziato indipendente*, Bollati Boringhieri, Torino 2002).

¹⁴ *Chimeras and consciousness. Evolution of the sensory Self*, a cura di L. Margulis, C.A. Asikainen e W.E. Krumbein, MIT Press, Cambridge MA-London, 2011. Cfr. M. Debernardi e E. Serrelli,

di Gaia è molto forte ma dove Gaia viene definita ancora in modo molto vario come «un enorme insieme di comunità, l'una dentro l'altra» (p. 6) e «una dinamica vitale in relazione»; un «processo» (p. 99) che si estende anche oltre la biosfera, e che ha come «proprietà emergente» la «reciprocità» (p. 100); «un sistema autogenerato con tendenze cibernetiche» (p. 93), e «un sistema termodinamico aperto» che genera organizzazione e ordine (p. 93); un sistema che «produce e rimuove gas, ioni, metalli e composti organici» e che in questo modo opera una modulazione della temperatura, acidità e alcalinità della superficie terrestre, la persistenza e quantità di acqua allo stato liquido (p. 11) e «i gas chimicamente reattivi dell'atmosfera e della idrosfera» (p. 124); «più che un singolo gigantesco organismo», Gaia è «un enorme insieme di comunità annidate l'una nell'altra che formano, tutte insieme, in singolo ecosistema» (p. 6, traduzioni mie).

Afflitti da una sindrome buonista?

Gaia non ha mai avuto vita facile nella comunità scientifica. Sia per Lovelock che per Margulis vi furono commenti anche sprezzanti e aggressivi. Qui considereremo le reazioni, più compassate, registrate nel libro *The third culture*, a cura di John Brockman¹⁵. Il libro aveva una struttura particolare: in ogni capitolo uno scienziato presentava con un saggio il proprio lavoro, innovativo e a volte controverso e provocatorio, nonché noto al grande pubblico; poi il capitolo riportava, a seguire, le reazioni e i commenti di altri scienziati altrettanto importanti¹⁶. Lynn Margulis era tra gli scienziati invitati, e il suo saggio si intitolava *Gaia is a tough bitch* (come dire, Gaia è una pellaia dura). In questo saggio Margulis attaccava – invero piuttosto grossolanamente – il neodarwinismo, ma spiegava anche la propria associazione con l'ipotesi Gaia, enfatizzando l'importanza della cooperazione nel mondo vivente (ad esempio nella paradigmatica e già citata simbiogenesi), e distinguendo anche la posizione di Lovelock dalla propria (si veda la citazione più sopra).

In risposta a *Gaia is a tough bitch*, Daniel Dennett sostenne che le ragioni che spingevano Margulis a enfatizzare tanto la cooperazione sulla competizione

From bacteria to Saint Francis to Gaia in the symbiotic view of evolution, in «Evolution: Education and Outreach», 6(4), 2012.

¹⁵ Brockman, *op. cit.*

¹⁶ John Brockman ha proseguito nell'elaborazione dei temi di 'The third culture' sul sito della Edge Foundation, dove scienziati e pensatori condividono i loro pensieri "in plain English", cioè in un linguaggio accessibile.

erano anche politiche, e che in ultima analisi Margulis attribuiva troppa importanza alla cooperazione. Infatti, la presenza di un qualche tipo di cooperazione nella simbiogenesi «non dimostra che la cooperazione sia la norma né che la cooperazione sia sempre positiva o possibile [...]. Non vi è modo di ricavare il messaggio che la natura sia fundamentalmente cooperazione; non lo è»¹⁷.

Per Niles Eldredge, il coinvolgimento di Margulis con Gaia era «confuso [...]». I suoi commenti sulla biologia evoluzionistica sono a volte mal indirizzati. Margulis, come me e molti altri, pensa che la metafora della competizione per il successo riproduttivo abbia fatto il suo tempo nel paradigma ultradarwiniano; d'altra parte, non v'è dubbio che vi sia competizione in natura, anche se lei cerca di enfatizzare la cooperazione»¹⁸.

Richard Dawkins dichiarò: «La retorica dell'ipotesi Gaia mi trova scettico quando arriviamo alle sue applicazioni pratiche, come spiegare la quantità di metano nell'atmosfera, o dire che deve esserci qualche gas prodotto dai batteri che è buono per il mondo nel suo insieme, e che dunque i batteri dovrebbero darsi la pena di produrlo, per il bene del mondo»¹⁹. Questa critica basata sul meccanismo di selezione naturale aveva un grande peso storico, sul quale torneremo più oltre.

Infine, per George C. Williams «Lynn Margulis è decisamente afflitta da una sindrome buonista [...]. Le piace vedere cooperazione e gentilezza dappertutto. Ciò culmina in questa idea di Gaia»²⁰.

Globalmente possiamo dunque dire che i commentatori spiegavano l'interesse di Margulis in Gaia (e la sua insistenza sull'evoluzione per simbiosi) considerandola un'estensione di una sua preferenza personale e idiosincratca: una passione per la cooperazione in opposizione alla competizione, per l'armonia e l'unità in opposizione alla "natura rossa di sangue" attribuita al neodarwinismo²¹, per l'altruismo contro l'egoismo, o anche per l'"equilibrio" e la "omeostasi" in opposizione alla continua modificazione evolutiva dei caratteri²². Se confrontiamo queste argomentazioni degli avversari di Margulis con la *ipotesi psicologica* e con la *visione metascientifica* sostenute da Margulis stessa, notiamo una qualche inversione logica. Ricordiamo infatti l'ipotesi psicologica di Margulis:

¹⁷ D.C. Dennett, *Intuition pumps*, in Brockman, *op. cit.*, cap. 10, trad. mia.

¹⁸ N. Eldredge, *A battle of words*, in Brockman, *op. cit.*, pp. 143-144, cap. 6, trad. mia.

¹⁹ R. Dawkins, *Biology Is just a dance*, in Brockman, *op. cit.*, cap. 4, trad. mia.

²⁰ G.C. Williams, *A package of information*, in Brockman, *op. cit.*, p. 141, cap. 1, trad. mia.

²¹ Da un verso di A. Tennyson: «la natura, rossa di sangue nelle zanne e negli artigli».

²² Ruse, *op. cit.*

Terra = Organismo → empatia → orientamento etico e comportamentale alla sostenibilità

Per i critici non è la metafora scientifica (Terra = Organismo) a suscitare emozioni e di conseguenza orientamenti etico-politici, bensì tutto il contrario: sarebbero gli orientamenti etici e politici a determinare, tramite *wishful thinking*, l'adozione della metafora scientifica:

Orientamento etico-politico + wishful thinking → prevalenza della cooperazione
→ (Terra = Organismo)

Per quanto riguarda la visione metascientifica che emerge nelle critiche, essa è contraddistinta dalla convinzione che aspetti come empatia, valori, impostazioni etiche, *wishful thinking* non siano guide accettabili per la scienza. Non vi sarebbero «livelli di interpretazione teorica» a dare a Gaia cittadinanza scientifica²³.

Lo status metateoretico di Gaia

Cosa è dunque Gaia? Una esagerazione delle conoscenze scientifiche prodotta come espediente comunicativo rivolto al grande pubblico? Oppure una immagine informata da presupposti etici piuttosto che da fondamenti scientifici, che orienta indebitamente la selezione di fatti e di ipotesi tutto sommato non condivise dalla comunità scientifica? Le risposte a domande come queste vengono cercate mediante un lavoro che chiamo metateoretico, che si intravede anch'esso nelle critiche appena ascoltate. Non soltanto i critici dell'ipotesi Gaia, ma anche e soprattutto i suoi "simpatizzanti", si cimentarono in questo sforzo, puntando anche il dito sulla vaghezza – l'oscillazione tra diversi tipi di *claim* empirici – come una delle massime debolezze di Gaia. Un esempio particolarmente chiaro ed esplicito è quello di James W. Kirchner, oggi professore emerito di Earth and Planetary Science e Physical Sciences alla University of California, Berkeley. Kirchner era presente alla *Gaia conference* del 1988 a San Diego, organizzata dalla American Geophysical Union. In quell'occasione Kirchner espresse per la prima volta²⁴ la sua analisi delle ambiguità e delle

²³ Cfr. I. Enting, *Gaia theory: Is it science yet?*, in «The Conversation», 12 Feb 2012, <http://theconversation.edu.au/gaia-theory-is-it-science-yet-4901>, ultimo accesso 28 settembre 2015.

²⁴ Si vedano anche J.W. Kirchner, *The Gaia hypothesis: Can it be tested?*, in «Review of Geophysics» 27, 1989, pp. 23-235; Id., *Gaia metaphor unfalsifiable*, in «Nature», 345, 1990, p. 470; Id., *The Gaia hypothesis: Fact, theory, and wishful thinking*, in «Climatic Change», 52(4), 2002, pp. 391-408.

confusioni epistemologiche presenti nella proposta di Gaia, proponendo di sottoporre Gaia a un vaglio che potremmo definire “popperiano”²⁵:

La prima domanda da farsi su una teoria non è se essa sia vera o falsa, ma che cosa essa significhi e se essa possa essere messa alla prova (*tested*)²⁶.

Gaia, per Kirchner, avrebbe potuto essere definita una teoria scientifica soltanto se essa si fosse rivelata una ipotesi in grado di generare predizioni che a loro volta potessero essere testate per accettare o corroborare l'ipotesi stessa. Analizzando i testi di Lovelock, Margulis e degli altri principali sostenitori di Gaia, Kirchner determinò che vi erano in realtà *quattro* ipotesi Gaia in circolazione, non una.

A volte i sostenitori di Gaia affermavano che tra le componenti biotiche e abiotiche del nostro pianeta vi è una prevalenza di circuiti di *feedback* negativi su quelli positivi, e che tale prevalenza fa del biota un fattore stabilizzante per il pianeta. Questa ipotesi fu battezzata da Kirchner *Homeostatic Gaia*.

In altre occasioni i proponenti di Gaia apparivano meno ambiziosi ed enfatizzavano l'esistenza, tra il biota e l'ambiente abiotico, di influenze reciproche e processuali. Questo *claim* fu chiamato da Kirchner *Coevolutionary Gaia*.

Geophysiological Gaia era invece quell'ipotesi che paragonava la biosfera a un immenso organismo che accomoda al proprio interno, proprio come ogni altro organismo, sia comportamenti omeostatici che tendenze all'instabilità.

Infine, *Optimizing Gaia* affermava che il biota manipola l'ambiente fisico in direzione di condizioni favorevoli e ottimali per la vita stessa.

Passando alla valutazione popperiana delle quattro ipotesi, Kirchner qualificò la terza e la quarta, *geophysiological* e *optimizing Gaia*, come *untestable* in quanto non sufficientemente definite. *Geophysiological Gaia* mancava di una precisa definizione di che cosa fosse un organismo e dunque non formulava previsioni. *Optimizing Gaia* non era né definita (quali sono le condizioni “ottimali per la vita”?) né parsimoniosa, dato che il *fit* tra organismi e ambiente poteva essere spiegato anche dalla selezione naturale. Le due ipotesi testabili rimanevano dunque *Homeostatic Gaia* e *Coevolutionary Gaia*. Quest'ultima, tuttavia, per Kirchner affermava l'ovvio, e dunque pur essendo testabile e facilmente confermabile non costituiva un'ipotesi utile. *Homeostatic Gaia*, sebbene non facil-

²⁵ Cfr. K.R. Popper, *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*, Routledge, London 1963 (tr. it.: *Congetture e confutazioni. Lo sviluppo della conoscenza scientifica*, Il Mulino, Bologna 1972).

²⁶ J.W. Kirchner, *The Gaia hypotheses: Are they testable? Are they useful?*, in Schneider et al., *op. cit.*, cap. 6, cit. da p. 224, trad. mia.

mente testabile, era testabile in linea di principio. Tuttavia per Kirchner i dati frammentari disponibili in merito tendevano a falsificarla, non a corroborarla.

Per Kirchner l'implicazione della propria analisi metateorica era che i sostenitori di Gaia avrebbero dovuto considerare Gaia *una metafora* invece che una ipotesi scientifica. E per quanto Kirchner considerasse una metafora come meno ambiziosa di una ipotesi scientifica, egli avrebbe scritto nel 2003: «Come ho ripetutamente scritto, penso che Gaia sia stata produttiva come metafora e come generatore di ipotesi [*hypothesis generator*]²⁷. In ogni caso nella metateoria di Kirchner, «metafore e ipotesi sono due cose differenti, ed è importante non confonderle»²⁸. Rinviamo il lettore ad altre trattazioni sulla questione di quale siano le possibili marche di distinzione tra metafore e modelli²⁹. Neppure ci occupiamo dell'attento esame delle evidenze eseguito da Kirchner, non solo perché siamo qui maggiormente interessati al concetto di *metateoria*, ma anche perché quasi 25 anni dopo, nel 2013, possiamo menzionare un bellissimo testo che affronta molto bene gli stessi temi aggiornandoli: *On Gaia*, di Toby Tyrrell³⁰. Anche questo libro ci presenta infatti la necessità di *operazionalizzare* Gaia, arrivando a una versione che è inevitabilmente un “precipitato” delle molte diverse ipotesi. Per Tyrrell il nucleo comune a tutte le versioni di Gaia consiste in tre ipotesi scientifiche testabili attraverso molteplici sorgenti di evidenze: *l'ospitalità* del pianeta Terra nei confronti della vita; la *stabilità* nel tempo contro forzanti esterne, lontano dall'equilibrio chimico-fisico; e il *ruolo della vita nella regolazione* delle variabili planetarie.

Nel libro di Tyrrell si parla di ospitalità, non di ottimalità. L'idea che il pianeta Terra offra condizioni ottimali per la vita, tipica delle prime pubblicazioni di Lovelock, è stata negli anni attenuata, mentre allo stesso tempo aumentava la consapevolezza che il *fit* tra organismi e ambiente dipende anche dall'*habitat commitment* prodotto dall'evoluzione, e cioè dal fatto che gli organismi vivono in ambienti nei quali essi stessi si sono evoluti per selezione naturale. Se, ad esempio, la Terra è leggermente alcalina, una condizione cru-

²⁷ J.W. Kirchner, *The Gaia hypothesis: Conjectures and refutations*, in «Climatic Change», 58, 2003, pp. 21-45; cit. da p. 22, trad. mia.

²⁸ Kirchner, *The Gaia hypothesis: Can it be tested?*, cit., p. 226, trad. mia.

²⁹ M. Hesse, *The cognitive claims of metaphor*, in «The Journal of Speculative Philosophy», 2(1), 1988, pp. 1-16; E. Serrelli, *Adaptive landscapes: A case study of metaphors, models, and synthesis in evolutionary biology*. Tesi di Dottorato in Scienze della Formazione e della Comunicazione, Università degli Studi di Milano Bicocca, 2011, <http://hdl.handle.net/10281/19338>.

³⁰ T. Tyrrell, *On Gaia. A critical investigation of the relationship between life and earth*, Princeton University Press, Princeton 2013.

ziale per organismi come i cianobatteri, questa corrispondenza è certamente in parte dovuta all'evoluzione degli organismi, sebbene sia interessante cercare di capire quali meccanismi (ad esempio la produzione biotica di ammoniaca) determinino l'alcalinità, e quanto a sua volta la prosperità e l'attività dei cianobatteri siano determinanti nel mantenimento di altre condizioni cruciali a livello globale per il sostentamento della vita.

La stabilità chimico-fisica della Terra nel tempo in condizioni lontane dall'equilibrio è sostanziata da moltissimi esempi, a partire dalla composizione dell'atmosfera con percentuali di ossigeno (O₂), metano e moltissime altre molecole che, essendo chimicamente reattive l'una con l'altra, sicuramente sussisterebbero in proporzioni ben diverse se non vi fossero processi (biologici) a consumarle (*sink*) e a produrle (*source*) continuamente su scala planetaria.

Le "forzanti esterne" riguardano le sfide all'equilibrio che provengono dallo spazio extraterrestre. Una forzante esterna alla costanza della temperatura ad esempio, già proposta da Lovelock, è la modificazione storica della radiazione emessa dal Sole. A partire dalla formazione del sistema solare, più di quattro miliardi di anni fa, la temperatura della superficie terrestre è rimasta praticamente costante, variando al massimo di 10° C attorno alla media odierna. Nello stesso periodo di tempo, però, l'energia emessa dal Sole è andata aumentando, e non di poco: probabilmente essa è triplicata dalla nascita del sistema solare. Lo deduciamo dalle caratteristiche del sole e dallo studio astronomico comparato della vita delle stelle. Che a fronte di questo aumento di radiazione la temperatura terrestre sia rimasta stabile per puro caso, scrive Tyrrell, è semplicemente incredibile.

Vi è poi la questione del ruolo della vita. Certamente, scrive Tyrrell:

Sappiamo che, in tempi geologici, tutta l'acqua passa attraverso branchie, tutta l'aria dell'atmosfera attraverso polmoni, e tutto il suolo attraverso viscere di lombrichi. La vita ha dunque chiaramente la possibilità di alterare l'ambiente planetario, ma dire ciò è differente dal provare che lo abbia fatto davvero³¹.

Insomma, non vi è dubbio che la biosfera concorra in modo importante a determinare i parametri della superficie terrestre, ad esempio l'albedo o la percentuale di ossigeno. L'attività degli organismi è fondamentale nella circolazione dei composti chimici, in particolare nel riportare sulla terraferma gli elementi che attraverso l'erosione finiscono in mare. È certo poi che i microrganismi sono ampiamente responsabili della produzione dei gas che si trovano

³¹ Ivi, p. 113, trad. mia.

nell'atmosfera, e che il ritmo e il tipo di produzione può avere enormi effetti sulla temperatura della superficie, ad esempio attraverso l'effetto serra.

Nei primi testi che proposero l'idea di Gaia veniva supposto un *controllo* della temperatura e delle altre variabili chimico-fisiche da parte della biosfera, un controllo addirittura *finalizzato* al mantenimento di condizioni ottimali. Le ipotesi si sono poi attenuate, ma rimane la domanda se vi siano o meno veri e propri *meccanismi di regolazione* a livello globale.

Rimandando alla lettura dell'avvincente libro di Tyrrell, riassumo qui che per lo scienziato l'ipotesi Gaia non è ben fondata, mentre lo sono invece l'idea che il biota influenza la biosfera abiotica, e che biota e biosfera si influenzano reciprocamente (coevoluzione). Certamente la vita ha co-causato la persistenza di condizioni viabili (non ottimali) per la vita sulla Terra, ma la vita ha potuto avere soltanto un ruolo di attenuazione e amplificazione di alcune tendenze, non certo di controllo né di vera e propria regolazione. Infine Tyrrell invoca il principio antropico debole per spiegare la nostra impressione di determinismo: è assolutamente vero che le cose avrebbero potuto andare diversamente (la vita avrebbe potuto finire in molti momenti della storia della Terra), ma ogni domanda sul perché non sono andate diversamente può essere posta esclusivamente su un pianeta in cui la vita non si è estinta. Questo ci pone in un punto di vista parziale dal quale non è corretto sovrainterpretare la storia ininterrotta della vita come se essa contenesse meccanismi deterministici di auto-conservazione.

Al di là di queste conclusioni scientifiche, qui siamo ancora interessati a sondare l'aspetto metateorico. Come era stato per Kirchner, per Tyrrell vi sono molte ipotesi più o meno esigenti o permissive nascoste dietro il nome Gaia. Per tradurre l'idea in una ipotesi da confrontare con altre (e da corroborare o indebolire) è necessario formularla in modo adeguato, e Tyrrell lo fa individuando tre ipotesi minimali condivise, secondo lui, da tutte le versioni di Gaia.

Prestare il fianco alla pseudoscienza

Tornando alla questione degli effetti psicologici del considerare la Terra un organismo, invito il lettore a operare una breve ricerca di "Gaia" sul web. Troverà scuole dell'infanzia³², scuole di formazione³³, fondazioni per la protezione

³² Cfr. www.gaiasnest.com.au.

³³ Cfr. www.gaiainiversity.org.

Eppure, lui e i suoi compagni sentivano che ciò che era vecchio stava per finire, e che il nuovo sarebbe giunto³⁹.

Ruse racconta con ironia l'illuminazione di Tim Zell durante la lettura del romanzo di fantascienza di Robert A. Heinlein, *Stranger in a strange land*, e in seguito la fondazione della "Church of All Worlds", fatta presto riconoscere dall'ufficio raccolto tasse degli Stati Uniti (I.R.S.) ai fini dell'esenzione fiscale. In una data ben precisa e memorabile – il 6 settembre 1970 – Zell ebbe la "profonda Visione" che lo confermò nella sua convinzione che la Terra – con tutte le sue parti organiche e inorganiche – fosse un unico gigantesco organismo, per designare il quale Zell prese a utilizzare il nome Terrabios (coincidente quindi, osserva Ruse, con ciò che Lovelock stava per chiamare Gaia).

Praticante entusiasta della *polyamory* – nome per la non-monogamia consensuale e responsabile – e allevatore di unicorni, Oberon Zell-Ravenheart è bersaglio di facili ironie da parte di Ruse nel suo godibile testo. Tuttavia, la parte seria della sua argomentazione riguarda alcuni dei motivi che spinsero gli scienziati a rifiutare con particolare veemenza le idee di Lovelock e soprattutto il concetto di Gaia. Ruse, facendo anch'egli un lavoro metateorico, fa notare come alcune "conoscenze" sul pianeta Terra (ad esempio le nozioni legate a Terrabios ottenute per via mistica) costituiscano pseudoscienza. La metateoria di Ruse individua la pseudoscienza come un fenomeno che, pur esulando dalla scienza professionale (come d'altra parte altre forme di cultura come la *popular science*, la religione e la filosofia), si presenta con modalità comunicative e ambizioni tipiche della scienza professionale. La pseudoscienza è considerata nemica della scienza. Questo potrebbe in parte giustificare l'*over-reaction*, la reazione spropositata da parte della comunità scientifica contro un'idea che pur arrivando dalla comunità scientifica aveva forti somiglianze con immagini utilizzate dalla pseudoscienza.

La lotta tra scienza e cause finali

Ruse è anche bravo nel cercare radici più profonde delle inquietudini verso Gaia, che affondano nella storia del pensiero occidentale nella quale la scienza stessa si è originata. La mappa storica un po' grossolana e anglo-centrica tracciata da Ruse, che qui ulteriormente semplifichiamo, illustra il contrasto tra organicismo e meccanicismo e quello tra organicismo e riduzionismo.

Il contrasto tra organicismo e meccanicismo è – spiega Ruse – soltanto

³⁹ Ivi, trad. mia.

apparente. Specialmente dopo la Seconda Guerra Mondiale, l'organicismo può considerarsi reincarnato in approcci meccanicisti come la cibernetica o l'ecologia di approccio hutchinsoniano, basati sui sistemi complessi non-lineari e sulle retroazioni (*feedback*). Per Ruse, Lovelock è, senza contraddizione, organicista e allo stesso tempo pienamente meccanicista, proprio di quel meccanicismo spiccato tipico della Rivoluzione Industriale seicentesca, che non a caso fu espresso – più che dalla biologia evoluzionistica darwiniana focalizzata sul cambiamento – dalla geologia di Hutton, Lyell, Griggs che fece grande uso del concetto di equilibrio come anche, più tardi, la sintesi della tettonica a placche.

Il contrasto tra organicismo e *riduzionismo* è invece effettivo da molti punti di vista. Il riduzionismo non ammette l'idea di proprietà emergenti, e di conseguenza fatica con idee come quella di equilibrio, tipica dell'organicismo il cui capostipite Ruse individua in Herbert Spencer. In biologia comunque organicismo e riduzionismo convivono e hanno ognuno una tradizione forte e ininterrotta. Nel novecento americano, ad esempio, troviamo l'organicismo della scuola di Chicago con Warder Clyde Allee, Alfred Edwards Emerson e Sewall Wright e poi Niles Eldredge, Stephen J. Gould e Richard C. Lewontin, e il riduzionismo della scuola di Harvard con Lawrence J. Henderson, Walter Cannon, William Morton Wheeler.

Ma l'idea di Gaia non rievoca soltanto i contrasti e le convivenze interne alla scienza (organicismo, meccanicismo, riduzionismo). Essa rievoca fondamenti epistemologici antichi e abbandonati per sempre con la nascita stessa della scienza moderna. Qui Ruse si riferisce a idee platoniche sul Bene che dà forma al mondo, alla cruciale importanza delle cause finali nella visione aristotelica, e all'ilozoismo – il pensiero basato sull'anima del mondo e la credenza che la Terra sia un organismo – il quale nella storia del pensiero «non ha fatto che andare e venire, raramente sparendo del tutto, e spesso godendo di forte ascendente». Un mondo antico dove dominano ilozoismo e cause finali orientate al bene, Michael Ruse cerca di illustrarlo proponendo un viaggio mentale a ritroso nel tempo:

Immaginate di vivere in un'era preindustriale, in una campagna da qualche parte sulle coste del Mediterraneo. La vita è fondamentalmente agricola. Anche se vivete in un centro o in una città, si tratterà al massimo di qualche migliaio di persone. Sarete consapevoli delle stagioni in una maniera inaccessibile alla maggior parte di noi, oggi: il tempo primaverile della rinascita e della crescita; poi l'estate e il raccolto, che fluisce nell'autunno, per poi finire nell'inverno dove tutto muore nuovamente; se vivete sufficientemente a nord o ad altitudini elevate, la neve e il

freddo. Vi renderete conto di quanto importanti siano le sorgenti di acqua fresca che zampillano misteriosamente dalla terra e che si riversano in paludi e acquitrini, in fiumi e corsi d'acqua – acqua che può irrigare i campi e che ospita abbondanti riserve di pesce oltre a supportare altri animali, e che rende possibili i trasporti. Attenderete la pioggia, il cui tempismo e giusta quantità saranno di importanza vitale. Le vostre più grandi paure saranno la siccità e l'inondazione. Quasi certamente temerete il lampo e il tuono, e se vivete vicini al mare e, per vivere, navigate guarderete con sospetto il sorgere di tempeste che possano minacciarvi. Vedrete i corpi celesti in un modo che la maggior parte di noi, con i cieli resi fievoli dalle luci artificiali, non può nemmeno immaginare. La domanda non è se pensereste o meno che il nostro pianeta sia un organismo vivente – la Madre Terra – bensì perché mai dovrete dubitarne⁴⁰.

Ecco, per Ruse gli oppositori di Gaia videro in essa un tentativo di ripristinare queste idee antiche e smantellate, delle quali tra l'altro Jim Lovelock, per propria formazione e cultura, non era affatto a conoscenza.

Ma nella reazione a Gaia vi è ancora di più: aspetti che riguardano la situazione storica degli anni settanta e i dibattiti allora in corso nella comunità scientifica.

Quando la scienza si difende

Secondo l'analisi di Michael Ruse, non bastano tutti i motivi addotti finora a spiegare la reazione della comunità scientifica verso Gaia. Ruse caratterizza infatti il periodo in cui l'idea di Gaia venne proposta (i primi anni Settanta) come una fase in cui la scienza professionale si trovava seriamente minacciata. Innanzitutto, come già accennato, il pericolo veniva dalla pseudoscienza di "sapienti" come Oberon Zell-Ravenheart:

Zell era nel *business* dell'allevamento di unicorni (in verità capre dalle corna chirurgicamente alterate), stava per salpare per i Mari del Sud in cerca di sirene, viveva in un *ménage* sessualmente liberato che superava le fantasie di qualsiasi adolescente, praticava una religione la cui massima ambizione era che i suoi fedeli andassero in giro come mamma li aveva fatti [...], ed era convinto di poter avvicinare la Luna alla Terra...⁴¹

Gli scienziati – osserva Ruse – per quanto abbiano spesso tendenze piuttosto liberali, sono persone piuttosto conservatrici su molte questioni.

Tutti sapevano dei Figli dei Fiori californiani con i loro canti, erbe e varie so-

⁴⁰ Ivi, trad. mia.

⁴¹ Ivi, trad. mia.

stanze allucinogene. Tutti sapevano delle medicine, filosofie e religioni alternative – l'ecologia profonda, l'ecofemminismo, la spiritualità dei Nativi americani. Tutti sapevano delle eccentriche pratiche e cerimonie: va', purificati con un bagno e con vestiti puliti, pratica i rituali e gli incantamenti giusti, e sentiti uno con l'universo. Tutti sapevano dei bizzarri culti, fossero essi Scientology o Hare Krishna o pagani. E tutti sapevano (o ipotizzavano) che fosse tutta una questione di sesso, sesso, sesso. Gaia fu abbracciata entusiasticamente da questa cultura – qualcosa che Lovelock troppo spesso diede l'impressione di approvare. Difficile meravigliarsi dell'orrore degli scienziati professionisti: a volte, più del contenuto, conta la compagnia.

In realtà nei tardi anni '70 la comunità scientifica era bersaglio di veri e propri attacchi sistematici che cercavano di minare l'intero edificio della scienza. Questi attacchi provenivano dalle filosofie critiche, dalle battaglie politiche che associavano la scienza a posizioni di potere, e dalle ideologie anti-militaristiche, oltre che dall'accademia stessa, specialmente dai dipartimenti di scienze umane. Ecco perché secondo Ruse «la comunità professionale si rivoltò contro Gaia non soltanto per i fallimenti di Gaia, ma per le proprie insicurezze».

Ma Gaia non si frappose soltanto nel combattimento tra scienza e pseudoscienza: la proposta entrò direttamente “in fase” con lotte intestine molto accese, soprattutto quelle interne alla biologia evuzionistica. Ci riferiamo qui al celebre dibattito sulla selezione di gruppo. A metà degli anni sessanta, le dimostrazioni matematiche di William Hamilton e di John Maynard Smith avevano screditato le ipotesi di Wynne Edwards⁴² che tratti che hanno valore “per la sopravvivenza del gruppo” a discapito dell'individuo che li esibisce potessero evolvere per selezione naturale. Si era elaborata una alternativa teorica, la selezione di parentela (*kin selection*) attraverso cui, in particolari condizioni, tratti apparentemente altruisti avrebbero potuto evolvere per normale selezione naturale basata sul vantaggio riproduttivo del patrimonio genetico *individuale*⁴³. Ma soprattutto si era impresso nella mente degli evuzionisti che fosse superfluo, anzi scorretto e perfino pericoloso per la solidità delle ipotesi, postulare che i tratti biologici possano emergere per portare vantaggio a un gruppo o a una comunità. Il tutto aiutato dall'efficacissima opera divulgativa di Richard Dawkins⁴⁴. L'altruismo come egoismo mascherato, inoltre, poteva

⁴² V.C. Wynne-Edwards, *Animal dispersion in relation to social behaviour*, Oliver and Boyd, Edinburgh 1962.

⁴³ A. Shavit, *Altruism and group selection*, in «Internet Encyclopedia of Philosophy», 2010, <http://www.iep.utm.edu/altr-gtp>.

⁴⁴ F. Elsdon-Baker, *The Selfish Genius. How Richard Dawkins rewrote Darwin's legacy*, Icon

evolvere solo in condizioni determinate, ovvero quando la parentela è stretta e il gruppo che evolve è sufficientemente piccolo e isolato. Non a caso fu proprio Dawkins l'autore di una delle stroncature più sonanti dell'idea di Gaia. Ricordiamo la sua posizione reiterata nel libro di Brockman:

La retorica dell'ipotesi Gaia mi trova scettico quando arriviamo alle sue applicazioni pratiche, come spiegare la quantità di metano nell'atmosfera, o dire che deve esserci qualche gas prodotto dai batteri che è buono per il mondo nel suo insieme, *e che dunque i batteri dovrebbero darsi la pena di produrlo, per il bene del mondo*⁴⁵.

Molto visibile ed efficace fu anche la recensione di un altro evoluzionista, W. Ford Doolittle⁴⁶. John Maynard Smith spiegò a Lovelock quanto la proposta di Gaia fosse stata penalizzata dal momento storico in cui fu proposta:

Jim, il punto è questo: tutto il problema con Gaia è perché abbiamo attraversato una tale sofferenza con il vitalismo, la selezione di gruppo e tutto il resto, e pensavamo di aver finalmente risolto tutto. Finché non sei arrivato tu. Non avresti potuto scegliere un momento peggiore⁴⁷.

Gaia come generatore di ipotesi scientifiche, e la fretta difensiva di una scienza sotto attacco mediatico

Tyler Volk, in una riflessione su Gaia nel 2002, scrisse:

Ciò che inizialmente rese così eccitanti le idee di Lovelock, nei suoi primi libri, fu la potenzialità di un principio esplicativo comune a molti aspetti della chimica della biosfera. [Le sue] conclusioni iniziali, a mio avviso, non funzionavano. Ma molti di noi continuarono, ispirati almeno dall'enfasi di Lovelock sui circuiti di retroazione e dal suo talento nel porre grandi domande. Io fui ispirato [...] a occuparmi dei problemi dell'effetto della vita su scala globale, un interesse che portò a lavori tecnici che non avrei altrimenti iniziato e portato a termine. Ma per me a quel punto Gaia era divenuta il nome per un programma di ricerca [*scientific program*]. Era diventata un modo di pensare, un mantra per essere consapevoli delle massime scale di osservazione. Dobbiamo forse concludere che la teoria di Gaia è uno strumento per generare ipotesi, invece che una specifica ipotesi circa il modo in cui la biosfera funziona?⁴⁸

Books, London 2009.

⁴⁵ Dawkins, *op. cit.*, p. 144, trad. mia.

⁴⁶ Doolittle, *op. cit.*

⁴⁷ Ruse, *op. cit.*, trad. mia.

⁴⁸ T. Volk, *Toward a future for Gaia theory. An editorial comment*, in «Climatic Change», 52(4),

Guardando a Gaia con maggiore serenità, fuori dagli accesi dibattiti degli anni Settanta e dalle manovre difensive della scienza sotto attacco, ci si accorge che Gaia è stata un generatore di ipotesi, e quindi di nuove conoscenze (e tipologie di conoscenze)⁴⁹. Non solo: è stata uno dei semi che hanno poi dato vita alla fiorente scienza del sistema Terra⁵⁰.

Se “generatore di ipotesi” non è una descrizione sufficientemente precisa di cosa Gaia possa essere dal punto di vista metateorico, si potrebbe dire che Gaia è una *cornice narrativa* a finale aperto e ad uso aperto, una modalità di raccontare la storia del nostro pianeta da un particolare punto di vista, che in questo modo genera nuove storie e nuovi modi per raccogliere informazioni e per raccontarle. Nelle parole di Paul Ricoeur⁵¹, Gaia è un «vincolo semiotico» che non chiude le storie ma apre allo sforzo collaborativo: il vincolo permette infinite versioni nel numero e nella sequenza degli eventi, molti scenari alternativi sia del passato che del futuro, e una miriade di dettagli da definire, anche importanti (come la prevalenza o meno di *feedback* negativi *versus* positivi, oppure come il rapporto con la selezione naturale). Uno degli aspetti che rendono potente una cornice narrativa è la sua attrattività che chiama a condividere l'attività di *story building*.

Naturalmente l'attrattività di una cornice narrativa come Gaia non implica che gli scienziati siano obbligati ad accettare di cooperare alla narrazione. Al contrario, vi sono molte altre narrazioni disponibili. Un paragone immediato qui è quello con il Gene Egoista di Richard Dawkins⁵² che a mio parere po-

2002, pp. 423-430, cit. da p. 428, trad. mia.

⁴⁹ Volk enfatizzò ripetutamente il legame diretto tra Gaia e i suoi importanti articoli tecnici, motivando in questo modo la sua entusiastica partecipazione a tutte le *Gaia conferences*. Per i lavori tecnici si vedano T. Volk, *Feedbacks between weathering and atmospheric CO2 over the last 100 million years*, in «American Journal of Science», 287, 1987, pp. 763-779; T. Volk, *Sensitivity of climate and atmospheric CO2 to deep-ocean and shallow-ocean carbonate burial*, in «Nature», 337, 1989, pp. 637-640; T. Volk e J.D. Rummel, *The case for cellulose production on Mars*, in *The Case Mars III: Strategies for Exploration – Technical*, vol. 75, American Astronautical Society Science and Technology Series, 1989, pp. 87-94; T. Volk, *Miniaturizing simplified agro-ecosystems for advanced life support*, in «Ecological Engineering», 6, 1996, pp. 99-108; T. Volk, B. Bugbee e R.M. Wheeler, *An approach to crop modeling with energy cascade*, in «Life Support and Biosphere Science», 1, 1995, pp. 119-127. In ambito divulgativo si veda T. Volk, *Gaia's body: Toward a physiology of earth*, Copernicus Book/Springer-Verlag, New York 1998; MIT Press, Cambridge MA 2003.

⁵⁰ *Earth system science*, cfr. A. Kleidon, *Testing the effect of life on Earth's functioning: how Gaian is the Earth system?*, in «Climatic Change» 52(4), 2002, pp. 383-389; Tyrell, *On Gaia*, cit.

⁵¹ P. Ricoeur, *Temps et récit*, 3 volumi, Le Seuil, Paris 1983, 1984, 1985 (tr. it. *Tempo e racconto*, 3 volumi, Jaca Book, Milano 2007-2008).

⁵² R. Dawkins, *The selfish gene*, Oxford University Press, New York 1976 (tr. it.: *Il gene egoista*,

trebbe essere considerato una cornice narrativa esattamente allo stessa stregua di Gaia⁵³. Il Gene Egoista ha un inventore, Dawkins, proprio come Gaia ha James Lovelock. Il Gene Egoista ha i suoi sviluppatori principali come Daniel Dennett e Susan Blackmore, proprio come Gaia ha i propri difensori come Lynn Margulis. Entrambe le cornici narrative sono aperte, anzi chiedono a cooperare.

Un'implicazione di ciò è che una cornice narrativa come Gaia sarà aperta, disponibile e attraente non soltanto verso gli scienziati, bensì anche per un ampio pubblico di non-specialisti e non-scienziati. Sarà aperta agli usi e ai contributi più vari. Una visione dominante tra gli scienziati sembra essere quella che solo la comunità scientifica sappia come maneggiare una cornice narrativa attraente, contrariamente ai non-scienziati e ai non-esperti. Sia Gaia che il Gene Egoista sono narrazioni molto attraenti. Spesso gli scienziati dichiarano di essere preoccupati quando le narrazioni sono *troppo* attraenti. Non solo Gaia, ma anche il Gene Egoista incontrano resistenza da parte di scienziati consapevoli e critici che sottolineano quanto “innamorarsi” di una narrazione o di una metafora possa in ultima analisi ostacolare la scienza, creando visioni tunnel ed escludendo possibilità esplicative alternative o perfino interi campi di studio.

Gli scienziati possono coinvolgersi nel raccontare la storia della vita sulla Terra come una vicenda di geni, studiando le loro dinamiche e strategie; oppure nel raccontare la storia del nostro pianeta come una unità bio-fisico-chimica. E vi è spazio per storie molto differenti in ciascuno dei due spazi “semitoticamente vincolati”. Il Gene Egoista è ricordato da molti scienziati come un aiuto nella generazione di ipotesi⁵⁴, e come promemoria per comprendere fenomeni difficili da spiegare altrimenti, proprio come Gaia nella visione di altri scienziati come Tyler Volk⁵⁵. Sto insomma parlando di *ispirazione*, e del suo possibile ruolo nella scienza, nonché dei dilemmi che si creano quando vogliamo che persone – persone complete, con emozioni e cognizioni e inserite in contesti sociali – si interessino alla scienza avendone un'immagine realistica, informazioni corrette, e strumenti per modificare i loro comportamenti in direzione sostenibile.

In ogni caso, quando la scienza è sotto attacco, le metateorie che essa elabo-

Mondadori, Milano 1995).

⁵³ *From Gaia to selfish genes*, a cura di C. Barlow, MIT Press, Cambridge MA 1991.

⁵⁴ *Richard Dawkins: How a scientist changed the way we think*, a cura di A. Grafen e M. Ridley, Oxford University Press, Oxford 2006.

⁵⁵ Cfr. Volk, 2002, cit.

ra nel contesto del cosiddetto *boundary work*⁵⁶ rischiano di essere semplicistiche (come la demarcazione attraverso il principio di autorità). O gli scienziati davvero fanno, come sosteneva Margulis, «molte cose che non sono scienza», oppure la scienza dovrebbe essere riconosciuta nella sua complessità, ad esempio ammettendo l'importanza delle *cornici narrative* che costituiscono durevoli fonti di ispirazione per la generazione di ipotesi scientifiche. Se educazione scientifica è anche diffusione della natura della scienza (*Nature of Science, NOS*), allora una metateoria semplicistica nuocerà all'educazione scientifica forse più che l'utilizzo di metafore narrative "scorrette" (ammesso che la correttezza sia un criterio dicotomico applicabile a questo tipo di oggetti metateorici).

⁵⁶ Per il sociologo Thomas Gieryn, gli scienziati sono costantemente impegnati nel «boundary-work», cioè nel tracciare confini che tutelano la loro obiettività e autonomia, come la demarcazione tra scienza e non-scienza o tra campi diversi del sapere. Dal punto di vista tecnico sociologico, le discussioni che fanno parte del *boundary-work* sono considerate "ideologiche" e analizzate di conseguenza. T.F. Gieryn, *Boundary-work and the demarcation of science from non-science: Strains and interests in professional ideologies of scientists*, in «American Sociological Review», 48(6), 1983, pp. 781-795; Id., *Cultural boundaries of science*, The University of Chicago Press, Chicago 1999.