

LA «METEORA SAPIENS»

Alcune riflessioni a proposito della Sesta Estinzione

Vincenzo Caprioli, Alessandra Stocchetti

1. L'Uomo e l'asteroide. Considerazioni generali

Già da qualche decennio nell'impatto ambientale della presenza umana sulla Terra vengono riconosciuti i sintomi di una tipica estinzione di massa. Tipica perché, come i risultati convergenti di varie discipline hanno mostrato, il pianeta non è nuovo a traumi di paragonabile portata. La biosfera terrestre è anzi una vera e propria veterana di battaglie epiche: ben cinque volte, nel corso della sua lunga vita, è stata sottoposta a colpi potenzialmente esiziali, tali da infliggere agli ecosistemi ferite insanabili di cui tuttora l'albero tassonomico esibisce le cicatrici. L'ultimo di tali eventi, occorso circa 65 milioni di anni fa, ha segnato la transizione dal Cretaceo al Terziario e, per la tragicità del suo accadimento, si presta facilmente a colpire l'immaginazione. Sembra infatti riconducibile, con buona probabilità, allo schianto di un gigantesco asteroide nella zona corrispondente all'attuale Yucatan: si valuta che le conseguenze dell'impatto siano state fatali per circa due terzi delle specie allora presenti sul pianeta (e verosimilmente per l'80% del totale degli individui). Alcuni dei gruppi prevalenti, fra cui i dinosauri, subirono un drastico rovescio, fino a scomparire quasi del tutto (con l'eccezione di una parte dei rettili aviari, dalla quale successivamente si sarebbero sviluppati gli uccelli); quasi la metà delle classi di organismi marini subì il medesimo destino.¹

Si concorda oggi nel ritenere che le cinque estinzioni di massa preistoriche (dette anche Big Five) possano rientrare in una categoria di fenomeni abbastanza precisa e identificabile nei suoi tratti generali. Anzitutto, si tratta di eventi caratterizzati da *tempi d'azione assai contratti*: una causa scatenante induce una catena di retroazioni di violenza singolare concentrate in un periodo che, su scala geologica, appare significativamente breve. Da ciò consegue una radicale *non-selettività* degli effetti a livello biologico, nel senso che vengono coinvolte linee filitiche anche molto lontane tra loro e che il destino delle specie non dipende più dai tratti adattativi esibiti, bensì da fattori estranei al processo di selezione naturale ordinario. Il bilancio delle perdite restituisce uno scenario in cui l'inferiorità competitiva si ridimensiona a favore di una preminente contingenza storica². Terzo elemento comune è l'*origine inorganica*

¹ I dati sull'ammontare delle estinzioni in seguito alle principali catastrofi massive sono ricavati principalmente da V. Courtillot, *Evolutionary Catastrophes: the Science of Mass Extinction*, Cambridge University Press, Cambridge 1999; E.O. Wilson, *The Diversity of Life*, Harvard University Press, Harvard 1992, trad. it. *La diversità della vita*, BUR, Milano 2009, pp. 50-61; J.L. Powell, *Night comes to the Cretaceous*, Harcourt Brace & Co., New York 1998. Sull'ipotesi dell'asteroide per l'evento di fine Cretaceo e sul relativo dibattito cfr. L. Alvarez, *Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. Experimental results and theoretical implications*, «Science», 208, 1980, pp. 1095-1108; J.D. Archibald, *Cretaceous extinctions: Multiple causes*, «Science», 328, 2010, p. 973. In generale sulle altre quattro estinzioni di massa preistoriche (fine Permiano, fine Ordoviciano, fine Devoniano e fine Triassico) cfr. A. Barnosky, *Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?*, «Nature», 471, 2011, pp. 51-57.

² In questi casi, la sopravvivenza non si gioca sul confronto «più adatto-meno adatto», poiché il dissesto che investe gli ecosistemi è irriducibile alle variazioni di habitat cui le specie possono reagire mediante opportune risposte adattative. Fenomeni siffatti danno semplicemente adito a nuovi scenari nell'ambito dei quali il normale processo di selezione naturale si ripristina,

dell'inesco primario: consista in un asteroide, in un'eruzione generalizzata, in una glaciazione o in un surriscaldamento anomalo, esso appare sempre estemporaneo ed ascrivibile al più vasto contesto abiotico nel quale i viventi sono immersi³.

La situazione attuale del pianeta sembra manifestare un andamento coerente con il profilarsi di una nuova ondata di estinzioni su scala globale: la Sesta, appunto. Il bilancio è pesante: negli ultimi quattro secoli specie appartenenti ai più diversi ordini sono scomparse, manifestando, da un punto di vista quantitativo e qualitativo, un andamento compatibile con gli effetti di un disturbo su vasta scala. Il fenomeno ha assunto un'accelerazione inedita soprattutto da circa 60-70 anni in qua: estensione, rapidità e non-selettività lo rendono senz'altro assimilabile a una tipica estinzione di massa. Benché percentualmente non si tocchino ancora i picchi che hanno caratterizzato le Big Five, il ritmo del processo odierno è apocalittico e le stime si aggravano nel momento in cui nel calcolo vengano incluse le specie attualmente a rischio. Se infine si tenesse conto di quante forme di vita potrebbero essersi già estinte, senza che nemmeno se ne sia individuata l'esistenza, il conteggio dovrebbe salire ancora. Svareti indizi convergono su un solo fattore il cui impatto perturbante può paragonarsi per intensità alla potenza distruttiva di una collisione planetaria, e si tratta dell'attività umana. Dopo l'asteroide del Cretaceo, sulla Terra si starebbe abbattendo la «meteora sapiens»⁴.

Sulla base di recenti studi è plausibile l'ipotesi secondo cui *Homo sapiens* sia venuto caratterizzandosi come una specie cosmopolita invasiva fin dalla sua primissima diffusione a partire dall'Africa sub-sahariana, parecchie decine di millenni fa: ancor prima dell'invenzione di agricoltura e allevamento, la fuoriuscita dei *sapiens* dal loro habitat originario pare abbia inciso drammaticamente su numerose specie extra-africane⁵. Questa rilettura

operando sul «materiale» rimasto dopo la decimazione. Cfr. D.M. Raup, *Extinction: Bad Genes or Bad Luck?*, Norton & Co., New York 1991; Id., *The Role of Extinction in Evolution*, «PNAS», 91, 1994, pp. 6758-6763; T. Pievani, *La fine del mondo. Guida per apocalittici perplessi*, Il Mulino, Bologna 2012, pp. 107-133.

³ Benché possa sussistere un certo disaccordo in merito alle specificità di ciascuno di essi, i tre caratteri distintivi delle Big Five possono ricavarsi facilmente dai molteplici studi sull'argomento. Segnaliamo fra gli altri N.C. Arens e I.D. West, *Press-pulse: a general theory of mass-extinctions?*, «Paleobiology», 34, 2008, pp. 456-471; T. Pievani, *La teoria dell'evoluzione*, Il Mulino, Bologna 2006, pp. 111-112.

⁴ La metafora del meteorite, ripresa per esempio da Telmo Pievani (cfr. T. Pievani, *La fine del mondo*, cit., p. 135), è suggerita già in R. Leakey e R. Lewin, *The Sixth Extinction. Patterns of Life and the Future of Humankind*, Anchor Books, reprint ed., 1996, trad. it. *La sesta estinzione*, Bollati Boringhieri, Torino 1998.

⁵ È quasi certo, benché permangano dubbi sul ruolo concomitante del clima, che nel corso del Paleolitico superiore (fra i 40000 e i 10000 anni fa circa) gli efficientissimi cacciatori *sapiens*, penetrati a ondate successive nelle Americhe, in Australia e nelle isole del Pacifico, abbiano determinato l'estinzione di gran parte della megafauna e degli uccelli inetti al volo che abitavano quelle regioni. È inoltre abbastanza accreditata l'ipotesi secondo cui la progressiva sparizione delle ultime specie *Homo*, ed in particolare di *Homo neanderthalensis*, a partire dalla diffusione dei *sapiens* fuori dall'Africa (circa 100000 anni fa), abbia a che fare in buona misura con le più complesse caratteristiche culturali sviluppate da questi ultimi. Effetto di queste fu la marginalizzazione e infine l'estinzione (non necessariamente violenta) delle specie umane insediate da decine di millenni nei territori euroasiatici. Cfr. P.S. Martin, R.G. Klein (a cura di), *Quaternary Extinctions. A Prehistoric Revolution*, The University of Arizona Press, Tucson 1984; P.L. Koch e A. Barnosky, *Late Quaternary Extinctions: State of the Debate*, «Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics», 37, 2006, pp. 215-250; G. Manzi, *Il grande racconto dell'evoluzione umana*, Il Mulino, Bologna 2013, pp. 349-370.

dell'impatto antropico sul resto del mondo naturale tende a indurre talvolta interpretazioni fatalistiche, come se qualcosa di originario rendesse la nostra specie incompatibile con la salute dell'ecosistema globale. D'altro canto non v'è dubbio che solo nell'ultimo settantennio, in concomitanza con un'esplosione demografica di inusitate proporzioni e con il perseguimento di politiche economiche sempre più depauperanti e distruttive, la presenza umana sulla Terra abbia iniziato a configurarsi nei termini di un'insostenibilità assoluta⁶. Sembra dunque opportuno interrogarsi non tanto su cosa possa esservi di dannoso in *Homo sapiens* di per sé, quanto piuttosto su come si siano caratterizzati i *comportamenti* espressi dalla nostra specie nel periodo più recente, indagando se e in quale misura possano essere soppiantati da condotte alternative, ecologicamente sostenibili.

Nell'ottica di una riflessione posta in questi termini diventa urgente prendere coscienza del nostro posto e del nostro ruolo su questo pianeta, in questa biosfera, e capire cosa significhi esserci *evoluti* all'interno di un tale complesso. La perdita già avvenuta di biodiversità su scala globale implica la diffusa ignoranza umana su cosa un'estinzione realmente *sia*: cosa significhi e che cosa implichi, cioè, la scomparsa irreversibile anche di una sola specie, con il suo millenario bagaglio evolutivo, dalla faccia della Terra. Per iniziare a porre la questione entro contorni corretti si può muovere da una constatazione tutt'altro che secondaria: malgrado il dissesto ecologico odierno manifesti due tendenze in linea con il profilarsi di un'estinzione di massa standard (tempistiche molto rapide e non-selettività), un parametro sfugge alla norma del fenomeno. Per la situazione attuale, infatti, il fattore causale più evidente *non è di origine abiotica*.

Homo sapiens non è un asteroide piombato dall'esterno in un sistema ad esso estraneo, non è il prodotto di una catena causale separata da quella soggiacente all'universo biologico. Malgrado la metafora possa suonare affascinante, non esiste alcuna «meteora *sapiens*». La Sesta estinzione è certo una minaccia concreta, ma può essere anche un mito che si ammantava di ineluttabilità: se una collisione planetaria è difficilmente controllabile o evitabile, un'entità vivente non segue una traiettoria definita a priori e la sua storia può conoscere svolte imprevedibili che sfuggono a una cornice strettamente meccanicistica. Scongiorare il prosieguo della Sesta estinzione è nelle nostre facoltà; primo passo è accettare che noi e la nostra biosfera costituiamo un unico ed integrato *sistema*. Se si vuole divenire più consapevoli del nostro ruolo e della nostra funzione in quanto specie figlia del nostro pianeta al pari di qualunque altra, è utile comprendere sotto una nuova luce concetti come lotta per la vita, evoluzione, identità, dipendenza.

⁶ Questo argomento è approfondito da molteplici prospettive (evoluzionismo, psicologia, tecnologia, politica, economia, religione) nel volume di V. Caprioli, *Iperlogica. Il cuore della ragione*, La Goliardica Pavese, Pavia 2005. Cfr. anche N. Eldredge, *Life in the Balance. Humanity and the Biodiversity Crisis*, Princeton University Press, Princeton 1998, trad. it. *La vita in bilico. Il pianeta Terra sull'orlo dell'estinzione*, Einaudi, Torino 2000; T. Flannery, *The Weather Makers. The History and Future Impact of Climate Change*, Text Publishing Company, Melbourne 2005, trad. it. *I signori del clima. Come l'uomo sta alterando gli equilibri del pianeta*, Corbaccio, Milano 2005; S.H.M. Butchart, *Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines*, «Science», 328, 2010, pp. 1164-1168. Rimandiamo inoltre al sito web «Ipcc – Intergovernmental Panel on Climate Change», <http://www.ipcc.ch>.

2. Biodiversità. La dimensione orizzontale dell'evoluzione

Alcune direzioni di ricerca sviluppatasi di recente in seno alla biologia evoluzionistica stanno insistendo nell'evidenziare il legame indissolubile fra il processo evolutivo e la più vasta complessità del sistema ecologico entro cui esso si esprime. Nonostante ciò, il pensiero comune tende ancora a concepire l'evoluzione delle specie nei termini di una «discendenza con modificazioni»⁷, accentuando la verticalità temporale a scapito di una visuale allargata sulla panoramica spaziale del fenomeno in un dato momento. Porre l'accento sull'aspetto cronologico evidenzia quei fattori cruciali (variazione ed ereditarietà) senza i quali verrebbe a mancare la stessa materia prima del processo. D'altro canto, identificare l'evoluzione *anzitutto* come una genealogia che si dipana nel tempo favorisce un approccio riduzionista che vede il percorso della singola specie come semplice metamorfosi strutturale accompagnata da una più o meno stretta parentela genetica con altre specie. Uno degli esempi più evidenti di tale tendenza è senz'altro il modo in cui è comunemente rappresentato il «cammino» della specie umana, la quale, pur a dispetto delle evidenze genetiche e paleontologiche emerse negli ultimi anni, in generale viene ancora vista quale protagonista di un processo di trasformazione lineare, univoco ed adattivamente migliorativo – con tutte le ricadute ideologiche implicite in tale visione⁸.

Questo tipo di lettura induce spesso a sottovalutare la dimensione «orizzontale» in cui peraltro l'evoluzione esprime il massimo delle proprie potenzialità. Una tipica conseguenza sta nell'impoverire il significato autentico di due concetti cardine, «lotta per l'esistenza» e «selezione naturale»: la molteplicità dei fraintendimenti cui essi sono andati soggetti fin dal 1859 (anno di pubblicazione dell'opera darwiniana fondamentale, *On the Origin of Species*) può ritenersi in buona parte il risultato di un interesse eccessivamente concentrato sull'aspetto *storico* del processo evolutivo, a detrimento di una visione più organica ed ideologicamente depotenziata. Interpretare la selezione nei termini di una vittoria dei «più forti» o dei «migliori», oppure ravvisare nella lotta un dispositivo naturale per il «miglioramento delle specie», manifesta l'importanza accordata alla direzionalità temporale, sovente caricata di aspettative fuorvianti⁹. L'evoluzione umana rappresenta un caso tipico: troppo

⁷ Nelle sue opere Charles Darwin impiegò proprio l'espressione «descent with modification», mostrando di preferirla al termine 'evolution', all'epoca più strettamente legato all'idea di un progresso necessario delle forme organiche.

⁸ L'immagine tradizionale dell'evoluzione umana, consolidatasi alla fine del XIX secolo soprattutto a seguito delle scoperte e delle relative interpretazioni di Eugène Dubois, affonda le sue radici nella tenace «epistemologia dell'anello mancante», ormai ritenuta priva di fondamento, eppure spesso ancora mantenuta al di fuori degli studi di settore, data la sua indubbia efficacia mediatica. L'idea di una evoluzione lineare dall'antenato più «scimmiesco» all'uomo anatomicamente moderno, oggi definita «iconografia della speranza» per il sotteso rimando ad un rassicurante concetto progressivo del processo evolutivo, è stata fonte di molteplici errori teorici che a lungo hanno oscurato l'origine «plurale», ramificata del genere *Homo* e la condizione assai recente della nostra solitudine di specie. Cfr. N. Eldredge e I. Tattersall, *The Myths of Human Evolution*, Columbia University Press, New York 1982, trad. it. *I miti dell'evoluzione umana*, Bollati Boringhieri, Torino 1984; S.J. Gould, *Ever since Darwin: Reflections in Natural History*, Norton, New York 1977, trad. it. *Questa idea della vita. La sfida di Charles Darwin*, Editori Riuniti, Roma 1984; T. Pievani, *Homo sapiens e altre catastrofi. Per un'archeologia della globalizzazione*, Meltemi, Roma 2006²; Id., *La vita inaspettata. Il fascino di un'evoluzione che non ci aveva previsto*, Cortina, Milano 2011.

⁹ Questo tema, con particolare riferimento al darwinismo sociale, è ben analizzato in A. La Vergata, *Colpa di Darwin? Razzismo, eugenetica, guerra e altri mali*, Utet, Torino 2009.

facilmente tradotta nei termini di un affascinante racconto epico poco disposto a riconoscere il ruolo di altri attori, la storia della nostra specie sembra poter corroborare la convinzione di avere in qualche modo «distanziato» il resto del vivente nel corso di una «battaglia per la vita» che ci avrebbe reso «più evoluti». Tuttavia l'evoluzione, correttamente ed integralmente intesa, rappresenta senz'altro qualcosa di assai più ricco e complesso di quanto possa suggerire una sua definizione nei termini di un accumulo di modificazioni ereditarie lungo una linea di discendenza.

Il cambiamento evolutivo è il prodotto del successo differenziale associato alla proprietà dei geni di poter essere ereditati mediante riproduzione. È chiaro oggi come il principio causale a lungo individuato nella coppia «lotta per l'esistenza-selezione naturale» copra soltanto in parte la varietà dei processi passibili di produrre successo differenziale¹⁰. Focalizzare la distinzione logica e pratica fra successo differenziale e selezione consente il dischiudersi di una prospettiva che ha il merito di collocare il fenomeno evolutivo entro un reticolo contestuale di concause, di natura anche molto diversa, le quali intervengono nella produzione e differenziazione delle specie viventi anche al di là di un confronto in termini strettamente adattativi fra individui posti sotto scrutinio¹¹. La maturazione di questa linea interpretativa dà modo di integrare nella dinamica dell'evoluzione una molteplicità di fattori contingenti che aiutano a reconsiderarne l'apparente andamento direzionale, ponendo attenzione alla relatività dei micro-contesti ecologici entro cui il cambiamento evolutivo viene ad esprimersi. Alla verticalità dell'albero genealogico dei viventi

¹⁰ La deriva genetica, per esempio, può condizionare in modo importante la direzione del cambiamento evolutivo, determinando una variazione interna alle frequenze geniche di una popolazione indipendentemente da un processo di selezione diretta. L'*effetto del fondatore* è una modalità classica di deriva genetica che coinvolge un fattore di tipo geografico (allontanamento di una piccola parte di individui dalla popolazione principale) a monte della sopravvivenza differenziale (la nuova popolazione possiede una variabilità genetica ridotta rispetto a quella della popolazione di partenza). Cfr. E.S. Vrba e S.J. Gould, *The hierarchical expansion of sorting and selection: sorting and selection cannot be equated*, «Paleobiology», 12, 2, 1986, pp. 217-228, trad. it. *L'espansione gerarchica del successo differenziale e della selezione: due processi non equivalenti*, in T. Pievani (a cura di), *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, Bollati Boringhieri, Torino 2008, pp. 55-104.

¹¹ La teoria gerarchica, in particolare, sta chiarendo l'importanza teorica di un concetto esteso di individualità tramite cui possano essere riconosciuti, oltre agli organismi in senso tradizionale, tipi ulteriori di entità evolutive: i costituenti del genoma e le specie sarebbero anch'essi individui biotici (ossia entità dotate di coerenza interna, capaci di produrre una discendenza genealogica caratterizzata da un alto grado di ereditabilità e dalla possibilità di mutamento). Geni, organismi, specie e gruppi di specie vengono a strutturarsi in livelli gerarchici di inclusione crescente, in relazione l'uno con l'altro. Il vantaggio di questa prospettiva risiede nell'aver compreso come il successo differenziale a un qualsiasi livello non per forza debba dipendere da dinamiche direttamente operanti sugli individui di quello stesso livello: diventa chiaro il ruolo strutturante delle differenze eco-fenotipiche (negli organismi), ma anche delle storie climatiche e geologiche (nelle popolazioni) o della deriva genetica (nei genotipi). Uno sviluppo ulteriore di questa tesi prevede l'identificazione di una ulteriore gerarchia, definita «economica» (relativa ai trasferimenti di materia ed energia implicati dai processi ecologici soggiacenti al sistema: organi e unità inferiori, organismi, popolazioni, ecosistemi), che si affianca a quella «genealogica» su descritta (relativa all'informazione genetica e alla sua replicazione). In questo caso, dinamiche biologiche e pattern evolutivi sono visti come il prodotto dell'interazione fra le due gerarchie: l'individuazione di quella economica consente di includere nella dinamica dell'evoluzione anche tutti quei processi geologici e fisici che, incidendo contingentemente sulla vita delle popolazioni, sono suscettibili di influenzarne il corso. Cfr. N. Eldredge, *The Pattern of Evolution*, Freeman, New York 1998, trad. it. *Le trame dell'evoluzione*, Cortina, Milano 2002.

viene così a sovrapporsi una dimensione «orizzontale», di cui si inizia a cogliere il profondo carattere condizionante ai fini dello stesso dispiegarsi temporale del fenomeno¹².

Sulla scorta delle evidenze emerse a sostegno di questo ampliamento prospettico è stato posto in rilievo il carattere di imprevedibilità insito nel processo evolutivo. Stante la varietà di elementi suscettibili di intervenire nella logica primaria dell'evoluzione organica e di interferire con essa, non risulta possibile prevedere gli sviluppi futuri di una specie sulla base delle informazioni (biologiche, ecologiche, geoclimatiche) disponibili in un dato momento, così come si rivela arbitraria la scelta di determinati parametri (ad esempio l'intelligenza, la resistenza fisica o il grado di complessità raggiunto da certe strutture anatomiche) alla luce dei quali attribuire valore finalistico ad una particolare linea evolutiva. Si tratta di un punto su cui lo stesso Darwin non mancò di richiamare l'attenzione, cogliendo appieno la portata di quelle dinamiche trasversali capaci di influenzare i pattern evolutivi nelle più diverse combinazioni. Fra le altre cose egli fu pronto a riconoscere il ruolo dell'isolamento geografico, dunque della contingente insorgenza di barriere fisiche all'interno degli areali, nel produrre varietà ed eventualmente specie diverse a partire da un comune ceppo parentale¹³. Fenomeni come questi, e più in generale il prodursi di modificazioni geoclimatiche più o meno estese in conseguenza di catene causali indipendenti da quella più strettamente pertinente alla biologia dell'evoluzione, da sempre imprimono alla storia della vita svolte inaspettate, determinandone il complesso e irripetibile percorso¹⁴. D'altro canto sarebbe riduttivo attribuire agli eventi di natura fisica un potere plasmante assoluto, quasi che il vivente fosse un mero recettore passivo di stimoli provenienti dal contesto abiotico di sfondo. Di fatto, come già Darwin poté osservare, si riscontrano con buona frequenza specie anche strettamente affini capaci di instaurare una convivenza permanente nel medesimo areale, e non sembra plausibile ricondurre ciascuno di questi casi alla sola eventualità di separazioni di tipo fisico intervenute in età remote¹⁵. Si rende necessario

¹² Le estinzioni di massa, per l'appunto, rappresentano punti di singolarità nel corso dell'evoluzione, durante i quali non sussiste una corrispondenza diretta fra inadeguatezza funzionale ed estinzione. Al medesimo tempo esse segnano l'inizio di nuove radiazioni adattative, introducendo dinamiche e *pattern* macroevolutivi che altrimenti non emergerebbero. Cruciale in questo contesto è anche il concetto di *exaptation*: cfr. *infra*, nota 29.

¹³ Nel momento in cui il territorio di diffusione di una specie va soggetto a frammentazione, la specie subisce una suddivisione in due o più gruppi di popolazioni locali che non hanno più occasione di incrociarsi tra loro. Assieme alla separazione biologica, la discontinuità sviluppatasi nel territorio può dare adito ad habitat leggermente diversi, giustificando pressioni selettive variabili a seconda delle zone: ciascuna popolazione è dunque condotta a sviluppare tratti peculiari in accordo con le esigenze determinate dal suo specifico ambiente. Un siffatto isolamento, protratto a sufficienza, tende così a produrre divergenze marcate fra i gruppi originariamente appartenenti alla medesima specie, fino a formare specie nuove non più capaci di incrocio fecondo (nemmeno nel caso di una successiva ricongiunzione degli habitat). Si tratta della speciazione *allopatrica*, fenomeno noto già a Darwin, ma ridefinito in modo più approfondito da Ernst Mayr nella seconda metà del XX secolo. Cfr. E. Mayr, *Isolation as an evolutionary factor*, «Proceedings of the American Philosophical Society», 103, 1959, pp. 221-230, trad. it. *L'evoluzione delle specie animali*, Einaudi, Torino 1970.

¹⁴ Sulla differenza tra casualità e contingenza cfr. T. Pievani, *La vita inaspettata*, cit., pp. 110-122.

¹⁵ Darwin si era reso conto già nel 1838 dei possibili controesempi alla speciazione allopatrica; in particolare aveva presente il caso di due specie di nandù strettamente affini delle Pampas argentine, il *Rhea americana* e l'*Avestruz petise* (poi ribattezzato *Rhea darwini*, noto ora come *Pterocemia pennata*), che coabitavano nel medesimo territorio senza che nessuna delle due avesse

supporre il concorso di modalità di isolamento alternative, stavolta prettamente intrinseche all'universo organico.

Ancora una volta in Darwin si possono ritrovare intuizioni cruciali: pressato dalla necessità di giustificare una tendenza alla diversificazione non del tutto riconducibile agli effetti della selezione naturale in quanto tale, egli attribuì importanza al coefficiente *etologico*, che assunse quale principio indipendente ed integrativo rispetto al processo selettivo *tout court*¹⁶. L'innovazione concettuale, formulata originariamente come «principio di divergenza» e presentata addirittura come «the key-stone of my Book»¹⁷, consiste nello spostare l'attenzione sull'incontro *fra organismi* – e non più soltanto fra organismi e ambiente fisico – come momento decisivo di innesco per l'estrinsecarsi di nuove opportunità adattative¹⁸. L'ambiente entro cui un individuo viene a trovarsi, pur condizionato dalla struttura geoclimatica di sfondo, è cioè anzitutto il contesto vivo e dinamico offerto dalle strategie poste in atto ai fini della sopravvivenza da ogni altro essere che ne fa parte. È all'interno di un tale complesso, flessibile e plastico, che la diversità individuale può esprimere appieno il proprio valore: ciascun soggetto, in virtù di ciò che lo contraddistingue, tende a ritagliarsi uno spazio di movimento che lo ponga nella relazione più redditizia possibile con il suo habitat. La situazione competitiva di partenza, anziché generare la selezione di *una sola* combinazione di caratteri che emerga a scapito di qualsiasi altra, di norma si traduce in una spontanea suddivisione dei compiti, che attenua la concorrenza diretta introducendo modalità e piani alternativi nello sfruttamento del medesimo areale. Ciò crea le condizioni per un isolamento di porzioni di popolazione, a parità di ambiente fisico, che è anzitutto ecologico e che, al perdurare di determinati stimoli, può trasformarsi in isolamento riproduttivo.

La produzione di forme divergenti a partire da un medesimo ceppo parentale appare una tendenza insita in qualunque sistema ecologico, pur in

soppiantato l'altra. Occorre elaborare un modello di speciazione indipendente da fattori geografici, cosa che Darwin realizzò in prima battuta tramite l'ipotesi dell'*inosculazione* (confluenza repentina di due forme discrete, che si toccano e tornano a separarsi: lo schema si lega all'idea di una trasmutazione *per saltum*, da Darwin inizialmente sostenuta; cfr. *Red Notebook*, p. 130). Benchè rapidamente scartata, l'ipotesi dell'*inosculazione* rappresenta il primo riconoscimento di biodiversità in equilibrio negli stessi areali.

¹⁶ È una riflessione iniziata già durante il viaggio sul *Beagle*. Il giovane Darwin poté riscontrare la frequente occorrenza di «specie rappresentative», cioè che occupavano, in regioni diverse, il medesimo «posto» nell'economia naturale (svolgevano cioè funzioni affini nei rispettivi ecosistemi): questi fatti ponevano l'accento sul ruolo dei comportamenti, più che delle strutture fisiche, ai fini dell'equilibrio di un ecosistema (cfr. A. La Vergata, *L'equilibrio e la guerra della natura. Dalla teologia naturale al darwinismo*, Morano, Napoli 1990, p. 375). In una fase iniziale, Darwin diede comunque poca importanza agli *habits* (cfr. per esempio F. Darwin (a cura di), *The Foundation of the Origin of Species. Two Essays written in 1842 and 1844 by Charles Darwin*, Cambridge University Press, Cambridge 1909, pp. 42-43), ponendo piuttosto l'accento sullo sviluppo degli istinti per effetto della selezione operante su variazioni congenite degli stessi (cfr. *ibidem*, p. 51). Per una trattazione approfondita delle ricerche darwiniane sul comportamento cfr. R.J. Richards, *Darwin and the emergence of evolutionary theories of mind and behaviour*, The University of Chicago Press, Chicago 1987, pp. 71-126.

¹⁷ Darwin a Joseph Dalton Hooker, 8 giugno 1858. Cfr. F. Burkhardt e S. Smith (a cura di), *The Correspondence of Charles Darwin*, vol. 7, Cambridge University Press, Cambridge 1991, p. 102.

¹⁸ Uno dei concetti con più insistenza ribaditi in *Origin* è che «The relation of organism to organism the most important of all relations» (C. Darwin, *On the Origin of Species*, Murray, London 1859, p. 60, trad. it. *L'origine delle specie*, Rcs Libri, Milano 2009, p. 70).

assenza di una connessione diretta con variazioni abiotiche di sfondo¹⁹. Se ciò è vero, è facile comprendere come gli adattamenti sviluppati da ciascuna varietà vadano nella direzione del migliore «incastro» con quelli messi a punto dalle altre, indipendentemente dalla distanza ecologica od anatomica che intercorre fra esse: Darwin mise a fuoco questa dinamica quando si premurò di precisare che, per quanto la selezione naturale non possa «in alcun modo produrre modificazioni in una specie esclusivamente per il bene di un'altra specie», tuttavia «ovunque in natura una specie trae incessantemente vantaggio dalla struttura di un'altra, e ne approfitta»²⁰. Riflettere sul carattere sistemico delle dinamiche espresse in seno alla biosfera, anche dal punto di vista del contributo originale degli esseri viventi, consente di maturare uno sguardo più consapevole circa il prodotto del fenomeno evolutivo nella sua estrinsecazione più immediata. L'evoluzione, se pure comporta adattamenti sempre più fini e modificazioni cumulative nelle linee di discendenza, esprime in primo luogo *un sistema relazionale integrato in divenire*, la cui concreta manifestazione, considerata in un qualunque spaccato temporale, è il dispiegarsi orizzontale della *biodiversità*²¹.

Le differenze esibite dagli organismi moltiplicano le risorse originariamente poste a disposizione dall'ambiente inorganico, immettendo fattori, condizioni e spazi di movimento *non* originariamente inclusi nelle proprietà del contesto di partenza²². Questo concetto trova la sua sintesi teorica nella formula darwiniana secondo cui *una stessa regione può supportare tanta più vita quanto più numerose e fisiologicamente differenziate siano le forme viventi al suo interno*²³. Infatti,

¹⁹ Nella sua formulazione originaria, il principio di divergenza conteneva alcune ingenuità che guidarono il suo scopritore a conclusioni parzialmente erranee, fra cui il ritenere che, in virtù del vantaggio garantito dalla diversità in se stessa nell'indurre nuove possibilità di inserimento nell'ambiente di origine, la selezione operasse principalmente in favore delle varianti più marcate a scapito delle intermedie, con un conseguente incremento indefinito della divergenza anche senza impulsi geoclimatici di rilievo (cfr. E. Mayr, *Darwin's Principle of Divergence*, «Journal of the History of Biology», 25, 3, 1992, pp. 343-359). Oggi è chiaro come, in generale, la suddivisione funzionale all'interno di un ecosistema raggiunga un punto di equilibrio attorno al quale, in assenza di stimoli significativi, i caratteri degli organismi si limitano a «fluttuare», arrestando il processo di speciazione (cfr. T. Pievani, *La teoria dell'evoluzione*, cit., p. 65). Questo comportamento, riconosciuto per la prima volta da Stephen Jay Gould e Niles Eldredge, è alla base della teoria degli equilibri punteggiati, proposta in alternativa al tradizionale modello del gradualismo filético. Cfr. S.J. Gould e N. Eldredge, *Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism*, in T.J.M. Schopf (a cura di), *Models in Paleobiology*, Freeman, Cooper & Co., San Francisco 1972, pp. 82-115.

²⁰ Cfr. C. Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 218. Il principio di divergenza si accompagna comunque ad una vasta gamma di processi biologici ed ecologici che producono biodiversità. Cfr. M. Loreau e C. de Mazancourt, *Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms*, «Ecology Letters», 16, 2013, pp. 106-115; P. Chesson, *Mechanisms of maintenance of species diversity*, «Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics», 31, 2000, pp. 343-366; J.T. Weir e D. Schluter, *Calibrating the avian molecular clock*, «Molecular Ecology», 17, 2008, pp. 2321-2328.

²¹ Il termine è impiegato per la prima volta in E.O. Wilson, *op. cit.*

²² Di fatto, le stesse caratteristiche abiotiche della biosfera sono in gran parte il frutto dei processi biologici che in essa hanno e hanno avuto luogo (basti pensare al ruolo svolto dagli organismi fotosintetizzanti). Cfr. V. Caprioli, *op. cit.*, pp. 30-35.

²³ Darwin ad Asa Gray, 5 settembre 1857, in F. Burkhardt (a cura di), *Charles Darwin's Letters: A Selection 1825-1859*, Cambridge University Press, New York 1996, pp. 177-179, trad. it. *Charles Darwin, Lettere 1825-1859*, Cortina, Milano 1999, pp. 243-247.

più i discendenti di una specie si differenziano per struttura, costituzione e abitudini, più saranno in grado di occupare posti numerosi e ben diversificati nell'ordinamento della natura, e potranno così aumentare di numero²⁴.

Non ci si riferisce soltanto alle note influenze reciproche, in termini di adattamento, fra specie in relazione stretta e diretta: questo tipo di interazione è evidente in ogni rapporto fra predatore e preda o fra ospite e parassita – per citare solo i casi più vistosi. Si tratta piuttosto di focalizzare il valore della *diversità* in se stessa quale elemento che arricchisce *l'ecosistema intero*, e non soltanto la specie in cui viene a manifestarsi come materiale passibile di selezione. Le normali e svariate attività ecologiche poste in atto da ciascun individuo (reperimento di cibo, difesa del territorio, ricerca del partner, accudimento della prole, ...), nel momento in cui si inseriscono in un contesto vivente, si plasmano e si arricchiscono in attiva interrelazione con le attività analoghe praticate da tutti gli altri organismi. Ogni nuova strategia funzionale, *per poter* favorire *in primis* la discendenza dell'individuo che la adotta, *deve* – nel lungo periodo – risultare di vantaggio anche *agli altri* abitanti del medesimo ecosistema (o almeno alla maggior parte di essi). Una componente fondamentale di molti adattamenti consiste pertanto nella *reciprocità*²⁵: fin dalla loro prima differenziazione, organismi, specie e finanche ecosistemi si sono trasformati *gli uni in funzione degli altri*, integrando e superando le spinte evolutive al contempo generate dall'ambiente abiotico. La dimensione originariamente relazionale dell'adattamento si riflette sul carattere necessariamente *plurale* dell'evoluzione: è in questo contesto che diviene rilevante una nuova comprensione del concetto di dipendenza e, insieme, un'analisi di ciò che significa possedere un'*identità* entro un sistema di interdipendenze.

3. Dipendenze. Il punto di vista dell'organismo nel contesto dell'evoluzione

È interessante rilevare come, nel corso del «lungo ragionamento» che lo condusse, fra le altre cose, ad elaborare il principio di divergenza, Darwin si sia sentito spinto ad indagare la dimensione psicologica ed emotiva entro cui ogni soggetto si muove nel suo relazionarsi a livello individuale con il mondo²⁶. Le riflessioni condotte intorno a questo tema rendono chiaro come per Darwin la mente sia un luogo plastico, capace di rispondere in modo originale agli stimoli e di elaborare nuove linee di condotta: questo carattere accomunerebbe tutti gli esseri viventi fino alle forme organiche più semplici, alle quali egli, significativamente, non rinuncia ad attribuire una scintilla di ragione²⁷. Su

²⁴ Cfr. C. Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 124.

²⁵ Il termine 'reciprocità' è qui da intendersi in riferimento al dominio ecologico-ecosistemico: è cioè impiegato in un'accezione più ampia rispetto a quella di norma privilegiata in biologia e riferita all'ambito prettamente etologico (comportamenti cooperativi).

²⁶ Lo studio della mente e dei comportamenti rappresenta una parte cospicua delle riflessioni darwiniane fin dal 1838, se non da prima. Nel luglio di tale anno, Darwin inaugura il primo di due taccuini dedicati specificamente all'espressione delle emozioni, allo sviluppo della razionalità ed ai rapporti fra istinti e qualità morali. Si tratta principalmente dei taccuini *M*, *N* e delle *Old & Useless Notes*.

²⁷ È un concetto già emerso nei taccuini giovanili. Lo sviluppo di un *habit*, che prelude al formarsi o al modificarsi di un istinto, coinvolge in certa misura la *ragione* in quanto capacità di

questa base, entro certi limiti, viene ammesso l'effetto ereditario dell'uso e disuso degli organi, fattore che viene assunto come integrativo rispetto alla normale evoluzione per selezione naturale di variazioni ereditate – tesi confutata da studi successivi²⁸. Più interessante l'ipotesi del «preadattamento», oggi rivalutata sotto il nome di *exaptation*, secondo cui gli organismi sono suscettibili di adottare comportamenti che, pur compatibili con la loro struttura fisica, non sono da questa rigidamente determinati²⁹. In entrambi i casi emerge l'esigenza darwiniana di restituire dignità all'organismo in quanto complesso unitario non riducibile alla somma delle sue parti, nonché centro nevralgico di pressioni ambientali che in esso confluiscono e da esso si ripercuotono di nuovo all'esterno, in forma comportamentale.

Al di là delle soluzioni specifiche elaborate da Darwin, il tipo di sguardo a monte di esse può rivelarsi ancora assai fecondo. In concomitanza con la scoperta dei geni e delle leggi regolative dei microprocessi sottesi all'estrinsecarsi macroscopico dell'evoluzione, la relativa indipendenza del coefficiente psico-emotivo individuale nel poter innescare pattern evolutivi inediti è stata ridimensionata anche pesantemente, fino al limite estremo del riduzionismo genetico³⁰. Senza negare al genoma il ruolo codificante per tutto ciò che strutturalmente ogni organismo è, non sembra tuttavia adeguato

elaborare strategie di risposta a situazioni contingenti; una strategia premiata da successo sarà più facilmente riproposta ogniqualvolta si ripresenti una circostanza simile, e si convertirà dunque in un *habitus* e quindi in un istinto (cfr. per esempio *Tacchino C*, p. 199; *Tacchino M*, pp. 60-61e; *Tacchino N*, pp. 68-92; *Old & Useless Notes*, pp. 34-37; F. Darwin, *The Foundation of the Origin of Species*, cit., p. 120). In *Origin* il concetto è ulteriormente ribadito: «una piccola dose di giudizio o ragione entra spesso in gioco perfino negli animali che occupano i gradini più bassi nella scala della natura» (Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 226).

²⁸ Nel 1844 Darwin recupera alcune tesi avanzate nei *Notebooks*, accordando valore agli «habits of body or consensual movements, habits of mind and temper» [that] «are modified or acquired during the life of the individual, and become inherited» (*ibidem*, pp. 57, 120, 132). Nell'affrontare, in *Origin*, il caso delle specie «di transizione», quelle cioè che manifestano comportamenti e/o strutture intermedi fra diversi «posti» nell'economia naturale (il pesce volante, la procellaria tuffatrice del Sud America, ecc.), appare propenso a ritenere che, per la maggior parte, «habits have changed without a corresponding change in structure» (Darwin, *L'origine delle specie*, cit., p. 185). I comportamenti potrebbero dunque variare prima delle strutture, e queste modificarsi in accordo con le nuove abitudini dell'organismo. L'accento sugli *habits* quale fattore di «rottura» rispetto a schemi precostituiti insinua un carattere di «intenzionalità» che accompagnerebbe, integrandola, la variabilità spontanea su cui agisce la selezione naturale. Gli equilibri orizzontali tra specie affini entro un medesimo areale sarebbero dunque determinati anche da differenti intenzionalità, tali da costituire linee d'azione su piani diversi nello sfruttamento dello stesso habitat.

²⁹ L'*exaptation* è il fenomeno per cui un organo, plasmato dalla selezione in accordo con un determinato uso, viene «cooptato» per svolgere una nuova funzione, compatibile con la sua struttura ma che viene ad emergere solo in risposta ad esigenze contingenti. L'origine storica di un organo appare dunque scissa dal suo scopo osservabile, svincolando il percorso evolutivo dall'idea di un *telos* sotteso fin dall'inizio. Ogni successiva cooptazione funzionale identifica uno fra i molteplici sviluppi possibili a seconda degli stimoli incontrati, sicché è in grado di imprimere al processo selettivo «virate» inaspettate ed irriducibili alle condizioni pregresse: si determinano così *pattern* evolutivi nuovi, non direttamente legati agli adattamenti accumulati in precedenza e relativamente indipendenti dal contesto inorganico di base. Cfr. S.J. Gould e E.S. Vrba, *Exaptation. A missing term in science of form*, «Paleobiology», 8, 1, 1986, pp. 4-15, trad. it. *Exaptation. Un termine che mancava nella scienza della forma*, in T. Pievani (a cura di), *Exaptation. Il bricolage dell'evoluzione*, cit., pp. 7-53.

³⁰ Il riferimento è alla sociobiologia di E.O. Wilson ed alle ricerche che nel suo alveo si collocano, in particolare quelle di R. Dawkins (cfr. Id., *The selfish gene*, Oxford University Press, Oxford 1976, trad. it. *Il gene egoista*, Mondadori, Milano 1992).

intendere il comportamento soggettivo come espressione di tendenze settoriali, rigidamente codificate nel DNA. Sono state dunque esplorate strade diverse, volte a restituire all'organismo in quanto tale la sua specificità di attore effettivo sulla scena dell'evoluzione. In questa direzione si è mossa per esempio l'ipotesi exattativa, meritevole di aver riscoperto la plasticità del genoma e le alternative evolutive potenziali insite nelle molteplici ridondanze che esso esprime a livello fenotipico³¹.

Su queste basi può essere sviluppato un approccio autenticamente sistemico, che trasformi l'imprevedibilità strutturale del processo evolutivo in qualcosa che aiuti ad identificare le modalità con cui esso può esprimersi. L'individuo, considerato nel suo insieme, compie scelte di volta in volta suggerite da un suo sistema di coordinamento complessivo capace di apprendimento. Come dalla componente innata comune si arrivi alle varianti soggettive, sia innate che apprese, lascia ancora aperti molti interrogativi; peraltro, l'incontro con l'ambiente esterno sembra cruciale nel generare le condizioni per la sollecitazione o meno di determinate predisposizioni. Stante questa consapevolezza, non si può valutare l'azione del singolo organismo trascurando il contesto relazionale entro cui si è evoluta la specie di cui esso resta rappresentante. Merita allora una rinnovata attenzione il modo in cui il soggetto vive le pressioni selettive di cui è interprete, tanto nel suo bagaglio di informazioni ereditate (pressioni selettive passate), quanto nel suo rapportarsi effettivo al mondo (pressioni in atto). Uno sguardo autenticamente sistemico deve calarsi nel punto di vista organismico identificandone le priorità: è in questo senso che può assumere tutta la sua rilevanza il concetto di *dipendenza*³².

La dipendenza è la modalità con cui un organismo vivente si pone in relazione con l'ambiente. Tutto ciò che contingentemente favorisce la sopravvivenza e l'affermazione biologica crea automaticamente dipendenza, sicché ogni soggetto intrattiene rapporti di dipendenza con fattori sia abiotici che biotici (tra questi ultimi vanno particolarmente considerati i conspecifici). Possiamo denominare dipendenze *primarie* quelle nei confronti delle risorse essenziali (luce e calore, acqua, cibo), dipendenze *secondarie* quelle che l'individuo instaura nei confronti di fattori che, in varie forme, gli agevolano sopravvivenza e riproduzione. Questo è il motivo per cui la relazione di dipendenza può collegare anche popolazioni di specie diverse fra le quali non sussiste un rapporto diretto. Dal momento che la ricerca attiva di ciò che serve all'individuo è energeticamente dispendiosa, esso si adatta³³ verso tutto ciò che in qualche modo gliene facilita la fruizione; la dipendenza si instaura tanto più rapidamente nell'organismo quanto più il fattore ambientale esterno gli risulta vantaggioso e durevolmente fruibile. Se le dipendenze primarie generano rapidamente percezioni di freddo, sete, fame, sino al limite più o meno rapido del danno biologico, la dipendenza secondaria è riconoscibile in modo meno

³¹ Fra le altre cose ciò sta aprendo la strada ad un rinnovato approccio alla mente quale luogo privilegiato di «superfluità», passibili di essere sollecitate e di trovare sbocchi più o meno funzionali in rapporto alla quantità e qualità degli stimoli ricevuti. Cfr. P. Barbetta, M. Capararo e T. Pievani, *Sotto il velo della normalità. Per una teoria alternativa dei sistemi di cura della mente*, Meltemi, Roma 2004.

³² La centralità della dipendenza in quanto modalità primaria delle dinamiche viventi è colta e sviluppata nelle sue implicazioni in V. Caprioli, *op. cit.*, pp. 115-125.

³³ Usiamo qui il termine 'adattarsi' in un senso non strettamente evoluzionistico: ci riferiamo cioè ai processi di accomodamento di un organismo all'ambiente nel corso della sua esistenza individuale, indipendentemente dai caratteri effettivamente trasmissibili alla discendenza.

evidente. Un rapporto di dipendenza secondario è identificabile grazie all'elevata reattività che l'individuo manifesta per modifiche contingenti di ciò da cui dipende; ad esempio, per un animale territoriale l'invasione del suo territorio ad opera di un conspecifico determina reazioni che ci possono far dedurre sia i confini del territorio stesso sia l'importanza ad esso attribuita, commisurata ai rischi che l'animale si assume per la sua difesa. Ogni modificazione subita, relativamente ad un rapporto di dipendenza consolidato, comporta stress per l'organismo; tanto più importante è la dipendenza resa impraticabile e tanto più stressante diventa la sua sostituzione. Qualora un rapporto di dipendenza importante si interrompa forzatamente e in modo istantaneo, l'organismo va incontro a scompensi anche molto gravi³⁴.

Questa concezione offre l'opportunità di valutare il comportamento individuale degli organismi viventi come espressione di una modalità universale di relazione col mondo. Diventa così possibile identificare in ogni comportamento individuale la traccia di una dipendenza instauratasi, ovvero di un sistema di rapporti entro cui il soggetto è andato integrandosi. Al contempo ciò consente di riconoscere la natura contingente di determinati legami, in modo da porre costruttivamente a confronto forme diverse di dipendenza, nell'intento di identificare quelle maggiormente in accordo con l'equilibrio biologico dell'organismo. Di fatto, ragionare in termini di dipendenza offre una chiave di lettura privilegiata anche in presenza di comportamenti apparentemente antibiologici, spiegabili solo considerando ciò che, sembrando desiderabile al soggetto in vista di determinati obiettivi, lo induce ad abbandonare altre strade percepite come meno efficaci in ordine ai medesimi scopi³⁵. La natura della dipendenza, una volta instauratasi, spiega quindi anche i comportamenti che possono apparire autolesivi e che invece per lo più caratterizzano le fasi di conflitto tra un tipo di dipendenza ed un altro, atteso come più funzionale. Sono i sintomi emozionali a denunciare l'importanza di uno specifico rapporto di dipendenza nel contesto dell'identità individuale, la quale può definirsi come *l'insieme dei più importanti rapporti di dipendenza cui l'organismo soggiace*³⁶. Le dipendenze, entro questa nuova accezione, non si superano; possono però essere sostituite con altre più funzionali. Per capire i comportamenti individuali più complessi bisogna osservare le scelte del soggetto e chiedersi cosa egli abbia «salvato» ogni qualvolta ha scelto; più la scelta è costata, più essa avrà rafforzato una dipendenza, più quindi sarà condizionante per il futuro. L'identità è appunto il risultato di tutti questi «salvataggi»; essa si modifica e si caratterizza costantemente³⁷.

³⁴ Cfr. V. Caprioli, *op. cit.*, pp. 117-118.

³⁵ Ad esempio, è proprio il vincolo di dipendenza a poter spiegare la situazione del tossicomane; questi, assumendo sostanze che direttamente producono sollievo (e sofferenza in fase carenziale), scavalca le reazioni biochimiche endogene connesse ai processi relazionali e alle quali va ricondotto l'instaurarsi ed il mantenimento di stretti legami interpersonali (forma di dipendenza).

³⁶ Il concetto di identità biologica si basa in realtà su quattro principi interconnessi, denominati rispettivamente: principio di dipendenza, principio di sopravvivenza, principio di identità, principio di gerarchia. Nessuno di essi possiede un vero significato senza il contributo più o meno surrogabile degli altri tre; ciononostante il principio di dipendenza può considerarsi il più autonomo. Cfr. V. Caprioli, *op. cit.*, pp. 118-125.

³⁷ Cfr. *ivi*, p. 122.

Le relazioni di dipendenza possono essere valutate dalla visuale ontogenetica così come da quella filogenetica³⁸. Sotto questa angolazione la sopravvivenza individuale, così come quella delle specie e degli ecotipi, viene ad essere l'effetto del buon mantenimento individuale o collettivo dei rapporti di dipendenza, a sua volta favorito dalla stabilità ambientale. La dipendenza secondaria è soggetta a trasformazioni ed è fattore definibile e misurabile solo in termini soggettivi, calandosi nel punto di vista dell'organismo; ecco perché possono essere comparate dipendenze nei confronti di fattori la cui natura può essere totalmente diversa (dipendenza da legami intraspecifici, da droghe, da ruoli sociali, da risorse fisiche ed economiche, da convinzioni...). In questo contesto interpretativo, un approccio centrato sul riconoscimento della dipendenza quale elemento costitutivo dell'identità biologica riesce a spiegare i comportamenti complessi³⁹.

Sulla scorta di tale premessa merita una rinnovata attenzione il concetto di «lotta per l'esistenza», di cui si tende a rimuovere il senso reale – peraltro già colto e sottolineato da Darwin nelle sue opere mature⁴⁰. La tensione a sopravvivere sperimentata da ogni individuo si estrinseca solo parzialmente in episodi di effettivo scontro con altri (conspecifici o meno) in vista dell'accaparramento di risorse date. Se è vero che ogni organismo è portato ad adottare i comportamenti che gli rendono fruibili le risorse di cui necessita con il minimo dispendio energetico, allora tutto ciò che gli evita conflitto diretto risulterà per lui attraente. L'instaurarsi di dipendenze vantaggiose si lega allora a doppio filo alla diversità, in quanto risorsa che promuove nell'individuo la possibilità di crearsi una propria nicchia ecologica, ossia uno spazio relazionale specifico che lo sottragga alla concorrenza diretta con le forme affini. Da tutto ciò risulta evidente la centralità dell'*interdipendenza* come preconditione alla vita; essa assume forma evidentissima nel fenomeno simbiotico. Così come ogni individuo rappresenta una confluenza sinergica di rapporti ecologici che lo rendono, più o meno direttamente, una risorsa per gli altri, anche ciascuna popolazione locale di una specie costituisce un *sostegno* per il suo ecosistema, il quale tende a sostenerla a propria volta, sottraendola al rischio di prossima estinzione. La biodiversità non è soltanto la condizione naturale per lo sviluppo della vita, ma rappresenta, anche e soprattutto, un fondamentale parametro tramite cui valutare il livello di *salute* del singolo ecosistema – vale a dire, il grado di funzionalità delle relazioni di dipendenza intessute all'interno di esso.

Eleggere la dipendenza a metro di misura universale del rapporto tra singola specie ed ambiente riporta all'ambito della relatività e della sussidiarietà il ruolo della specie stessa, funzione di un insieme contestuale al quale tutte le specie coabitanti appartengono. Ogni specie può competere con alcune altre, ma al contempo rappresenta un'opportunità per molte altre: spesso ciò avviene anche nei confronti di una specie rispetto alla quale il rapporto ha un prevalente carattere competitivo – vedi il caso di nicchie ecologiche solo

³⁸ Cfr. *ivi*, pp. 115-116.

³⁹ L'approccio può applicarsi fruttuosamente anche alle dipendenze del singolo individuo; nella dimensione umana si va a toccare intimamente l'ambito psicoterapeutico: in questo senso il ruolo primario della psicoterapia non consisterebbe più nel condurre il soggetto – riconosciuto in quanto espressione di dipendenze – a superare una dipendenza lesiva, bensì nel promuovere la sostituzione di quest'ultima con un'altra, soggettivamente e biologicamente più funzionale.

⁴⁰ Fu proprio la scoperta del principio di divergenza a favorire in Darwin il passaggio da un concetto di lotta letterale ad uno metaforico, più vicino all'idea di una generale interdipendenza. Cfr. A. La Vergata, *L'equilibrio e la guerra della natura*, cit., capp. 5 e 6.

parzialmente sovrapposte. Anche il predatore è utile alle specie predate, purché le dinamiche di popolazione siano osservate entro un arco temporale sufficientemente ampio e in condizioni di equilibrio dell'ecosistema considerato, ossia in condizioni di relativa stabilità. La relativa stabilità e ricchezza degli ecosistemi è peraltro da sempre riconosciuta in campo evolucionistico quale preconditione affinché il processo evolutivo offra molteplici possibilità. Non c'è evoluzione se non in rapporto a determinate condizioni ambientali; la relatività di ogni adattamento esclude un'evoluzione migliorativa in termini assoluti. Un ecosistema in rapida trasformazione rappresenta invece una potenziale catastrofe per tutte le specie che lo abitano, comprese quelle che saranno poi riuscite a sopravvivere al cambiamento. Le specie superstiti non si troveranno affatto in una condizione di favore rispetto a quelle non più presenti nell'ecosistema; al contrario esse avranno perso il supporto prima esercitato da queste altre specie e l'ecosistema stesso, nel quale sopravvivono, avrà un limitato grado di stabilità, funzione della perdita di biodiversità subita. L'estinzione di una o più specie è il punto di non ritorno di ogni possibile danno ambientale: ogni alterazione dell'ecosistema produce anche perdita di biomassa, ma l'effetto si fa irreversibile solo con l'estinzione.

4. Responsabilità. Quando il comportamento è funzionale

Alla luce di quanto evidenziato finora, il concetto di estinzione viene a caratterizzarsi in modo più articolato di quanto comunemente non si ritenga. Pur essendo le estinzioni parte integrante del processo evolutivo (anche in assenza di dissesti ambientali significativi, prima o poi accade che una o più linee filitiche si esauriscano, soppiantate da altre), di norma ciò si verifica in modo estremamente localizzato ed occasionale: la media è di 2-4 famiglie tassonomiche ogni milione di anni⁴¹. In un contesto relazionale sano e sufficientemente biodiversificato, non è facile che una specie vada perduta. Talvolta, nel sottolineare la tragicità dell'estinzione in quanto scomparsa irreversibile di una o più forme di vita, si è portati a farne un problema di conoscenza: una combinazione unica di geni si è persa e con essa un'informazione irripetibile circa la parentela genealogica con altre specie od il patrimonio di soluzioni adattative costruito nel corso di una particolare discendenza. Ciò è senz'altro vero e di indubbia gravità. Ma da un punto di vista ecologico (orizzontale) la perdita di una specie significa molto di più. Nel momento in cui una forma vivente è riconosciuta per le sue molteplici interdipendenze, diviene chiaro come la sua scomparsa non sia in realtà soltanto *sua*.

La ridefinizione dell'identità biologica (sociale, ma anche individuale) alla luce del concetto di dipendenza rende chiaro come la nozione stessa di individuo debba caratterizzarsi in modo nuovo, non rimandando più all'idea di autonomia dal contesto (fisico, sociale, culturale) di riferimento. Ogni soggetto è espressione di un'unicità che va tutelata, non però a scapito dell'intreccio peculiare di dipendenze da cui è scaturita. Dal punto di vista dei rapporti di dipendenza, semplicemente *non può darsi* alcuna forma che nella sua natura sistemica sia isolabile dal complesso evolutivo globale entro cui è venuta in essere. Pertanto, la fine di un sistema di rapporti non si limita a coinvolgere l'identità della singola specie, bensì intacca l'*identità biologica* di *tutti* gli organismi

⁴¹ Cfr. J.H. Lawton, R. May (a cura di), *Extinction Rates*, Oxford University Press, Oxford 1995.

che, in via più o meno diretta, avevano sviluppato con essa una dipendenza. C'è una ragione per cui, in un contesto di relativa stabilità, le estinzioni sono eventi rari: gli ecosistemi tendono ad opporsi alla mutilazione di una loro parte, ed ogni gruppo specifico locale, sfruttando il sostegno e le opportunità fornite dal suo sistema relazionale di riferimento, pone a frutto le più diverse strategie di sopravvivenza prima di soccombere. Allo stesso modo, ogni ecosistema abbastanza ricco ed elastico è in grado di sopportare e tamponare una perdita, instaurando od accogliendo nuovi intrecci ecologici al posto di quello perduto⁴². Questo sistema di bilanciamento è messo a dura prova nel caso di traumi troppo violenti ed improvvisi, che faticano ad essere riassorbiti in tempo utile: la scomparsa indiscriminata e contemporanea di numerose risorse spezza bruscamente legami di dipendenza consolidati, innescando catene di collassi.

La situazione odierna del pianeta denuncia un evento ecologico peculiare, che può dirsi senz'altro inedito nella storia della vita. Per la prima volta un'estinzione di massa sta venendo determinata *non* da un fattore abiotico incontrollabile, bensì dall'azione di una singola specie che, in un periodo contratto e significativamente recente, ha posto in atto strategie di sopravvivenza parassitarie, di cui l'ecosistema globale non può farsi carico oltre un certo limite⁴³. Il passaggio da caccia e raccolta ad allevamento e agricoltura presso le antiche popolazioni africane rappresentò a suo tempo una rivoluzione con ricadute ambientali molto vaste⁴⁴. Ancor di più gli effetti furono rilevanti quando le risorse fossili vennero considerate sfruttabili per poi diventare fondamento stesso del funzionamento sociale. Carbone, petrolio, gas fossile, energia atomica sono risorse dalla cui dipendenza deriva una radicale metamorfosi del mondo; metamorfosi resa oggi ancor più vorticoso da incremento demografico, globalizzazione e speculazione finanziaria⁴⁵. In particolar modo la speculazione induce danni in aree del mondo spesso lontanissime da quelle in cui è stata concepita; questi danni sono la distruzione o l'inquinamento di ambienti naturali, ma anche la distruzione delle modalità di sussistenza e relativi assetti sociali in vari contesti etno-geografici. La critica delle discipline economiche, pur indispensabile al cambiamento, non verrà trattata in questa sede; ci si limita a voler fornire, anche a questa stessa critica, argomenti di natura biosistemica. L'abilità di manipolare il mondo, non tipicamente umana ma certamente espressa dalla nostra specie ad un livello di

⁴² A meno che la vittima non sia una cosiddetta «specie-chiave», cioè una specie che fa da tramite diretto per la quasi totalità delle relazioni costituenti il suo ecosistema.

⁴³ Cfr. H.M Pereira, *Scenarios for global biodiversity in the 21st century*, «Science», 330, 2010, pp. 1496-1501.

⁴⁴ L'adozione dell'agricoltura e dell'allevamento, documentata a circa 10000 anni fa, ha determinato la fine di molti ecosistemi in tutto il mondo, tanto per via diretta (annullamento di foreste e praterie a favore dei terreni coltivati, con conseguente alterazione della biodiversità originaria locale) quanto per via indiretta (trasferimento più o meno consapevole di specie alloctone in ecosistemi loro estranei). Cfr. N. Eldredge, *La vita in bilico*, cit., pp. 202-205.

⁴⁵ La speculazione è un mezzo di sussistenza artificiale che evade completamente il rapporto con la realtà: non si raccoglie, non si coltiva né si produce alcunché, ma si cambia rapidamente la proprietà di beni inducendo perdita economica o addirittura condizione di crisi e fallimento in aziende, regioni, Paesi. Sono di solito le attività ambientalmente meglio impostate a essere spinte fuori mercato: la speculazione infatti sfrutta sistematicamente quelle più redditizie non condizionate da vincoli (*dumping* ambientale e sociale). L'attività finanziaria è resa ormai più rapida e remunerativa di quella produttiva grazie alla puntuale previsione dei rischi e dei rendimenti consentita dall'informatica.

complessità ed estensione unico, si traduce nella dipendenza di interesse collettività e di potentissime *lobbies* da attività che esercitano un insostenibile impatto ambientale.

Ogni tappa della storia umana ha richiesto convinzioni di supporto. La dipendenza da tali convinzioni motiva gli individui nel loro agire individuale e collettivo; le attività umane nel loro complesso vengono descritte dai centri di potere come legittime, buone, profittevoli. Ma queste valutazioni filosofico-morali per lo più ignorano il come la vita si perpetua. Dipendere dalla produttività spontanea degli ambienti naturali, i soli ricchi in biodiversità, è il valore smarrito di cui sono depositarie le popolazioni indigene che mantengono consuetudini tradizionali in varie parti del mondo (bacino amazzonico, Madagascar, Africa centrale). Questi popoli stanno purtroppo perdendo una battaglia che dovrà essere ripresa in forme nuove e scientificamente fondate da tutti gli altri popoli del mondo. Un esempio pratico di come la consapevolezza delle leggi naturali si traduca in scelte a carattere economico entro società avanzate si può ritrovare nella silvicoltura responsabile, ove il prelievo di legname è diffuso e contingentato per consentire alla foresta o al bosco di rinnovarsi. Altro esempio è la sostituzione delle monoculture agricole con le colture miste, nelle quali coesistono sullo stesso pezzo di terra alberi da frutta e varietà orticole, oppure bestiame ed essenze arboree. L'impoverimento complessivo del mondo, che già viene stimato nei report degli studiosi di settore⁴⁶, assumerà ben presto valenze economiche recessive nei confronti delle quali non servirà alcuna alchimia finanziaria. Dipendere dalla spontanea produttività di oceani e foreste è la vera alternativa al degrado; legare il futuro dell'uomo alla biodiversità rappresenta una prospettiva più radicale ed autenticamente rivoluzionaria rispetto a quanto si è cercato di fare attraverso il concetto più limitato di energia rinnovabile. Valorizzare la produttività spontanea degli ambienti naturali significa orientare la tecnologia verso un autentico progresso⁴⁷. La produttività economica degli ambienti ad alta biodiversità va anzitutto saputa stimare, poi può essere largamente incrementata attraverso azioni attive di disinquinamento e prelievi contingentati e diffusi, relativi ad una molteplicità di produzioni che oggi non vengono prese in considerazione⁴⁸; basti pensare all'utilizzo di cellulosa da foglie morte, che potrebbe costituire un'importantissima risorsa biochimica ubiquitaria. Oltre ad esprimere molteplice produttività, gli ambienti naturali

⁴⁶ Ad esempio il Worldwatch Institute pubblica annualmente un report sullo stato di salute del pianeta, tradotto e pubblicato in diverse lingue. Cfr. Worldwatch Institute, *State of the World 2014. Governing for Sustainability*, Island Press, Washington 2014. Rimandiamo al relativo sito web: www.worldwatch.org.

⁴⁷ La prova che le risorse naturali sono superiori a quelle più o meno artificiali ci è data con chiarezza dagli allevamenti ittici in mare: per produrre un quintale di pesce allevato occorrono 15-20 quintali di piccolo pescato sottoforma di mangime, oltre ad antibiotici, integratori e quant'altro.

⁴⁸ L'ottica di usare al meglio risorse ben conosciute e variamente valorizzate è possibile solo all'interno di comunità stanziali, ossia presenti almeno da secoli sul territorio al quale sentono di appartenere. Il nomadismo, anche in una moderna accezione quale può essere considerata quella di capitalismo transnazionale, è invece sempre orientato allo sfruttamento senza alcuna attenzione al possibile esaurimento delle risorse.

integri svolgono servizi sistemici, tra cui quello climatico, il cui valore economico viene largamente sottostimato⁴⁹.

Fra tutti gli esseri viventi, l'essere umano è al momento l'unico a possedere i mezzi intellettivi e il potere fattuale necessari a configurare la sua permanenza sul pianeta in termini di responsabilità: egli esibisce una capacità di analisi e comprensione del mondo che lo circonda sufficiente a determinare scelte di condotta, più o meno avvedute a seconda dei parametri che ritenga di dover tenere in considerazione. Comprendere la dipendenza delle collettività umane da differenti tipi di risorse e modalità di approvvigionamento è il punto di vista filogenetico da cui poter osservare e valutare i cambiamenti storici nelle loro ricadute ambientali.

5. Conclusioni. Per un nuovo concetto dell'identità *sapiens*

Nel momento in cui si è trattato di dare un nome alla nostra specie, ci siamo definiti *sapiens*, quindi è nell'essere «sapiienti» che riconosciamo la nostra identità di specie. Abbiamo identificato nelle nostre facoltà intellettive e nella nostra capacità manuale ciò che ci distingue non soltanto dalle altre specie umane un tempo presenti sul nostro pianeta, ma anche da qualsiasi altro essere vivente. La nostra unicità è innegabile, ma lo è anche quella di qualsiasi altra specie comparsa sul pianeta. L'esaltazione autocelebrativa non può che ripercuotersi in modo deleterio su quello stesso contesto che ha favorito in *Homo sapiens* l'emergere di tali qualità, e che tuttora ne consente l'estrinsecazione. L'assenza di rispetto nei confronti del sistema vivente che lo circonda è diretta emanazione di una percezione disfunzionale di sé, ossia di una mancata consapevolezza circa la reale natura ed estensione della sua identità. Sostituire l'illusoria aspirazione all'*indipendenza* con una più sana e serena accettazione della dipendenza quale natura inevitabile del rapporto con il mondo (tanto nella dimensione individuale quanto in quella storica e collettiva) renderebbe chiara la natura sfaccettata e plurale della nostra stessa identità, inseparabile da quella di ogni altro organismo che in via più o meno diretta è entrato ed entra in relazione con noi.

Il nostro posto ed il nostro ruolo su questo pianeta non possono prescindere dal dato evolucionistico: ogni percezione dell'uomo che sia estranea alla premessa evolucionistica, o che intenda l'evoluzione in maniera distorta, finisce con l'essere pericolosa. L'evoluzionismo non è una semplice ipotesi scientifica con riscontri paleontologici, bensì una visione (filosofica e naturalistica al tempo stesso) in continuo divenire, che punta a ricostruire la storia della vita (*bios*) per ciò che è stata realmente. Porre a fuoco l'originale reticolo di dipendenze entro cui (ed insieme a cui) la nostra specie si è evoluta può favorire una più completa e profonda comprensione della nostra identità di esseri umani. Da questo punto di vista, la ricchezza più grande che l'evoluzione ci consegna è proprio la sua strutturale imprevedibilità: la catena di estinzioni di cui, poco avvedutamente, ci siamo resi responsabili nell'ultimo secolo è un dato oggettivo, ma non necessario. Essa non è conseguenza ineluttabile della presenza di *Homo sapiens*. La peculiarità della storia umana più recente ha senz'altro il carattere di pericolosa deriva antibiologica, inevitabilmente transitoria. D'altro canto, la nostra condizione di esseri viventi

⁴⁹ In ambito Expo 2015 il 12 giugno si è svolto un convegno presso l'auditorium del Padiglione Italia proprio dedicato alla valutazione economica dei servizi ecosistemici. Cfr. www.lifemgn-serviziecosistemici.eu

ha in sé tutte le premesse sufficienti per intraprendere nuove scelte, ossia modificare le nostre dipendenze ristabilendo un rapporto sano con la biosfera e tornando anzi a costituire una risorsa per il sistema relazionale in essa presente.

Nella sua profonda natura ecosistemica di più alto livello, la biosfera risulta dall'insieme interrelazionale di tutti i micro- e macro-ecosistemi presenti sulla Terra ed al pari di ciascuno di essi è una realtà coesa, tanto più sana e robusta quanto più ricca in biodiversità. L'evoluzione ha creato tutto questo: un processo arboreiforme di incremento continuo dell'interdipendenza, ove la linfa primaria per la crescita in verticale proviene non solo e non tanto dalle linee di discendenza ataviche, bensì dal sostegno relazionale di volta in volta stabilito sul piano orizzontale. L'essere umano è venuto in essere in quanto parte della biodiversità terrestre: appartiene *di diritto* a questo sistema, a patto che comprenda il carattere sinergico della sua identità di specie e, di conseguenza, la ripercussione inevitabilmente globale della sua estesa azione. È ancora possibile mantenere un'identità che sia anche «sapiens»: legare il concetto di evoluzione a quello di biodiversità, e non più soltanto alle nozioni talvolta fuorvianti di lotta, ereditarietà, selezione o miglioramento, può rappresentare il punto di partenza per tornare ad essere coloro «che sanno», riconsiderando la natura della nostra specie ed il suo impatto sul mondo. Uno sguardo di questo tipo è forse l'unico in grado di strutturare, anche da un punto di vista filosofico, una consapevolezza che blocchi la Sesta estinzione. L'imprevedibilità del processo evolutivo nel suo complesso ci induce a sperare.