

Introduzione

Ho sempre cercato le foreste. Dalle piccole macchie residue nella piatta Pianura Padana quando ero bambino alle foreste tropicali o temperate, dalla fitta e sempreverde laurisilva a La Gomera (nelle Canarie) agli altissimi eucalipti nell'angolo più lontano della Terra dove sono andato (Kangaroo Island, in Australia), mi sentivo meglio se attorno avevo tronchi più alti di me o un sottobosco intricato, spesso fangoso. Solo dopo qualche decennio di studio della biologia e della botanica mi sono trovato a chiedermi come si è arrivati alla formazione vegetale che gli ecologi chiamano foresta. Che percorso ha fatto la vita per costruire una struttura così enormemente complessa e intricata, senza che tutto crollasse come un castello di carte alla prima perturbazione, alla prima difficoltà, alla prima tempesta? Come avviene, dopo un disastro, una rinascita rapida e armonica? Siamo abituati, come esseri umani, a trovare fragilità in oggetti complicati, ad aspettarci prima o poi un crollo in qualcosa di troppo multiforme perché lo possiamo capire in toto. Vedere un ecosistema così ricco di specie e interazioni resistere per un tempo lunghissimo è sorprendente: «diverso tutti gli anni, ma tutti gli anni uguale», come disse Francesco Guccini a proposito di se stesso.¹ La risposta l'ho capita a modo mio con letture e interviste, viaggi e – poche – illuminazioni. Con le stesse dinamiche di un mosaico di 500 pezzi che è diventato di 5000, poi di 10 000 e oltre; vedere ogni singolo elemento è facile, avere davanti l'intero puzzle diventa quasi impossibile. Anche perché il tempo trasforma il mosaico fisso in un mandala che si autodistrugge e risorge senza l'aiuto di una mano cosciente. Per questo ogni uscita che ho fatto si è trasformata in un viaggio di ricerca, per aggiungere tessere al mosaico che costituisce la «mia foresta».

Cos'ha quindi affascinato me, e milioni di altri naturalisti (il nume tutelare Darwin non ultimo) negli ecosistemi che chiamiamo foreste? Il primo impatto sono gli alberi, le forme dominanti, esseri viventi le cui dimensioni e peso ci superano di molto, e sembrano poterci sopraffare a ogni momento. Un secondo fattore è l'innumerabile varietà di altre specie che accompagnano i tronchi, una ricchezza allo stesso tempo prepotente e difficile da capire interamente. Percepire questa abbondanza di specie ha bisogno di un po' di pazienza e preparazione. Un esempio? Per chi segue un sentiero in una foresta relativamente sana, cinquecento metri si percorrono in pochi minuti. Chi lo fa con un naturalista ci mette un'ora o più. Io mi limito a osservare, non avendo quel livello di conoscenza, ma l'occhio dell'esperto vede il percorso in maniera diversa da ogni altra persona. Questo perché, almeno per chi ha interesse, ogni singolo elemento del mini-universo tridimensionale può essere degno di attenzione. Non è detto che il punto di vista dell'esperto sia migliore, è solo differente. E gli appassionati possono raccontare storie su storie a proposito di ogni minimo fungo, o muschio, o fiorellino o felce che il bosco ospita. È quella che gli ecologi chiamano biodiversità forestale, che ha bisogno di un minimo di attenzione e, si spera, passione.

Sguardi discordi

Partendo da questa «rivelazione» si capisce come esistano decine e decine di

selve diverse. Differiscono per l'approccio di chi le visita, a loro volta costruito da anni di educazione, osservazioni, passioni, compagnie, letture, voglia di vedere il mondo. La foresta dell'escursionista, che entra ed esce per dire «ho fatto dieci chilometri in montagna» è un oggetto diverso da chi vede i sentieri come percorsi di gara, dove gli alberi sono sfondi sfocati e sempre uguali. Gli sciatori percepiscono la foresta in modo ancora diverso. Salgono con l'ovovia e scendono a rotta di collo su tracciati da cui le piante sono state spazzate via. Gli alberi sono solo simulacri distanti che rappresentano una presunta «immersione nella natura». È un'idea che rasenta il comico.

Altri gruppi umani hanno un rapporto più stretto con i boschi. Foreste molto più complesse sono quelle delle popolazioni autoctone, che conoscono il passato e il futuro di ogni essere vivente. In Africa, in Sudamerica e nelle «giungle» asiatiche ci sono popolazioni, alcune mai contattate dalla «civiltà», che hanno trascorso generazioni e generazioni in quegli ambienti. Hanno soprattutto costruito attorno e dentro la foresta interi mondi di simboli, teogonie, nascite e morti di generazioni passate, divinità e universi attorno ai quali ruota la loro vita. Per essi, la foresta è parte integrante della visione del mondo, e senza di essa queste stesse popolazioni sarebbero incomplete. E ancora, ci sono le foreste immaginarie degli scrittori, dei poeti, dei narratori e dei creatori di universi della fantascienza. È compito loro, ci dicono, raccogliere e riassumere tutte le visioni che la nostra specie ha della foresta, e trasformare un oggetto naturale in un qualcosa di rilevante anche per la nostra vita di tutti i giorni. Far diventare *culturali* le foreste *naturali*, spiegare come i vegetali si siano trasformati da ammassi di legno a espressioni simboliche di molte società umane ancora collegate al mondo dei viventi. Un intero universo di foreste quasi degno di quelle «vere». Un elenco di queste foreste, e di altre, si può trovare nel recente *Il groviglio verde*, di Danilo Zagaria.²

E ci sono infine, a noi quasi del tutto ignote, le foreste nate dai sensi degli altri viventi – che riteniamo limitati, ma solo perché non li conosciamo a fondo. Gli alberi del pipistrello, della quercia, del fungo parassita e della formica tagliafoglie, dell'ocelot e dell'orso. Uomini di epoche diverse e varia preparazione e frequentazione, animali di classi differenti, piante, funghi e batteri. Chi più chi meno, vede solo una parte della foresta.

Mille foreste

Torniamo alla tassonomia della foresta da parte del naturalista e aggiungiamo un particolare; le diversità di approcci degli studiosi ci sono anche, e forse soprattutto, perché la «foresta» per la scienza non esiste in sé. Esistono decine e decine di tipi di foreste diverse; la loro struttura e la loro composizione dipendono dalle condizioni ambientali, dalle specie presenti, dalla storia passata, da quanto accade negli ecosistemi vicini e in quelli lontani (o lontanissimi). Un bosco europeo in Croazia o in Transilvania è totalmente diverso da un tratto di foresta tropicale alle pendici delle Ande o sull'isola del Borneo. Così come la rada savana alberata africana differisce profondamente dalla taiga asiatica. La *varzea*, la foresta periodicamente allagata tipica di certe zone del Brasile, ha per esempio affinità, come specie ospitate e struttura, con alcune foreste del Centroamerica. Ed è del tutto diversa dalla foresta costiera, sempre in Brasile, chiamata *mata atlantica*.

Dopo tutte queste considerazioni, penso che quello che travolge chi entra in questi ecosistemi sia l'impossibilità di percepirne tutte le componenti e di renderne conto razionalmente. Usando l'abusata metafora dei ciechi e dell'elefante, ogni

studioso, ogni ecologo forestale, ogni micologo o zoologo percepisce quindi un particolare, e su di questo costruisce la propria visione dell'ecosistema. Cosa che accade per ogni taglialegna, ogni escursionista e ogni nativo.

Non è finita. Come vedremo nel corso del libro, è necessario aggiungere altri strati di complessità. Perché ciò che la foresta nasconde è ancora più importante di ciò che percepiamo a una prima occhiata: un altro modo di intendere la frase del *Piccolo Principe* «L'essenziale è invisibile agli occhi».

Punti di vista e culture diverse, differenti latitudini, specie dissimili fanno sì che le foreste siano tra i più complessi ecosistemi del pianeta (assieme alle barriere coralline, ben più limitate in estensione), e che la loro influenza sul resto della Terra sia ancora difficile da capire. Ricostruire tutte le dinamiche ecologiche di un ecosistema è già difficile, e farlo quando si hanno di fronte ambienti a elevata biodiversità può condurre a vicoli ciechi e difficoltà. Senza contare il grande impatto che sulle foreste di tutto il mondo ha avuto la nostra specie; anche in zone che i documentari televisivi raccontano «incontaminate», la mano degli uomini c'è, e si sente, quasi sempre. Ecco perché costruire un atlante delle foreste è molto complicato.³

Queste considerazioni non sono quelle di un ecologo forestale, ma di un biologo e comunicatore scientifico. La mia visione personalissima è per necessità diversa, forse meno specialistica ma spero più ampia, dello stato della scienza. Per me la foresta è così diventata, nel tempo e nel modello costruito nella mente, da casuale riunione di alberi di poche specie a un immane prodotto della natura. I suoi confini e meccanismi sono sfuggenti e sempre in cambiamento, ma affascinanti come e forse più di tante vicende umane. Da struttura uniforme, quindi, la foresta della scienza e delle mie letture è diventata un metaoggetto, qualcosa di molto grande e tendenzialmente inafferrabile.

Diverse visioni

Questo libro è in parte un viaggio in quel labirinto che è una foresta; per estensione, nei suoi singoli componenti. Ma soprattutto è il racconto del tentativo della scienza di spiegare cosa accade in una raccolta di alberi, arbusti, cespugli, fiori, muschi e funghi. Altri, moltissimi, l'hanno già fatto, con vari risultati. E quindi, cosa mi ha spinto, da divulgatore, ad affrontare questo percorso? Un passo indietro è necessario. A partire dal primo quarto del XXI secolo si stanno scontrando due punti di vista scientifici molto diversi su che cosa sia un organismo vegetale e, secondariamente, gli ecosistemi costituiti da tutte le specie in grado di fare la fotosintesi. A queste si aggiungono le migliaia di altre specie che le hanno accompagnate negli oltre tre miliardi e mezzo di anni di vita sulla Terra. I due mondi scientifici raccontano le stesse cose, gli stessi comportamenti, ma hanno un'interpretazione del tutto opposta delle ragioni profonde, delle spinte e degli «scopi» in base ai quali le piante fanno quello che fanno. Proprio il contrasto tra queste visioni è la ragione di esistere di questo libro.

Sono in particolare due capitoli, il quinto e il sesto, il nucleo del labirinto di cui sopra. Fortunatamente non ci attende un Minotauro, ma solo lo svolgimento del nostro discorso. Nel quinto capitolo cominciamo a chiederci come la storia naturale e le teorie scientifiche spieghino il comportamento delle specie. Quali sono le strategie che i tre protagonisti principali – funghi, animali e piante – usano per sopravvivere? Come affrontano gli eventi di tutti i giorni i vegetali e gli animali? Usano gli stessi metodi e gli stessi percorsi metabolici ed evolutivi?

Soprattutto, cosa significa «agire» per un fagiolo, un porcino o un insetto? Ed «elaborare i dati», «comunicare», o «pensare», sono categorie che si applicano ai due approcci diversi? Gli animali lo fanno, e ci abbiamo messo un po' di tempo per chiarire solo questo, perché non potrebbero farlo anche le piante? Cercheremo di capire qui se siano scientificamente robuste le nuove ipotesi/teorie – nate, come detto, all'inizio del secolo – che attribuiscono ai vegetali caratteristiche che pensavamo limitate agli animali. È qui che è iniziato il contrasto tra due visioni molto differenti del mondo vegetale. Accennerò anche all'influenza di questa nuova botanica in ambiti culturalmente anche molto diversi, dalla letteratura al cinema al cosiddetto «immaginario collettivo», fino alla filosofia vera e propria.

Nel sesto capitolo allarghiamo ancora di più la prospettiva. Dalla singola pianta ci guardiamo attorno, per ricostruire quali siano i rapporti tra individui e specie, e come la biologia spieghi cosa accade quando esseri diversi entrano in contatto e hanno interessi differenti, spesso contrastanti. Ne scaturisce sempre un conflitto? La lotta tra individui o addirittura specie è continua e senza quartiere, come si dice affermi la teoria evolutiva «classica»? La nuova botanica cui abbiamo accennato ha idee diverse, e pensa che la competizione sia solo uno dei metodi – e neppure il più importante – con cui le specie interagiscono. In realtà, il mondo vegetale sarebbe fatto più di simbiosi, di cooperazione, di altruismo, di cessione di informazioni e nutrienti. Con scelte precise da parte delle piante rispetto a quali individui aiutare e come.

In questi due capitoli spiego come gli studiosi facciano un tentativo audace e a loro parere rivoluzionario. Le due più importanti teorie scientifiche della biologia, l'evoluzione e l'ecologia (o i diversi approcci alle stesse teorie) cercano qui di incontrarsi e integrarsi più compiutamente di quanto non facciano ora, fino a diventare una specie di Sacro Graal o di «teoria del tutto vegetale». La ragione principale della scrittura di questo libro gira attorno a tali teorie scientifiche.

Forse ciò che ho definito difficoltà nel capire un ecosistema complesso e nell'integrare ecologia ed evoluzione ha travolto anche alcuni degli studiosi; essi ritengono doveroso spiegare molti aspetti che ancora non si capiscono con un cambio totale di paradigma scientifico, come si usa dire. Con questo nuovo modo di vedere rampicanti e foreste i «meccanismi fissi» della biologia vegetale classica sono diventati azioni, reazioni e «pensieri» da parte dei singoli alberi o cespugli o rampicanti. Si attribuiscono, a comportamenti comuni, interpretazioni completamente nuove. Tra queste, soprattutto una complessa elaborazione dei segnali e azioni coerenti. Fino a usare ed elaborare scientificamente parole come agentività, comunicazione, coscienza e altre. Il passo successivo è teorizzare che gli alberi – o almeno alcuni di essi – abbiano capacità di pianificazione e collaborazione continua, quasi altruistica nel senso più biologico del termine; vedremo quale sia. La nuova botanica accennata sopra, che unisce un approccio scientifico a suggestioni provenienti da mondi culturali diversissimi, potrebbe essere il grimaldello per cambiare profondamente un'impostazione ormai datata delle dinamiche della vita? Sarà sufficiente «concedere» ai vegetali proprietà di altri gruppi di viventi per vedere una foresta con occhi nuovi? O questa diversa e per certi versi rivoluzionaria impostazione è un'esagerazione e una concessione agli alberi di caratteristiche non proprie?

Il nuovo approccio (il nuovo paradigma, appunto) va però a scontrarsi con una solida impostazione darwiniana, nel senso classico – ancorché restrittivo – della vita e della biodiversità. Secondo la quale, lo ripeto, i comportamenti dei viventi sono il risultato principalmente dell'evoluzione per selezione naturale. Un

processo, solo in apparenza spietato, che ha costruito per i vegetali una serie di comportamenti quasi automatici. Sono, dicono gli studiosi più cauti, reazioni di estrema complessità e flessibilità, ma più che sufficienti per rispondere alle sfide della vita. Aggiungono, quando si tratta dei rapporti tra le specie, che è impossibile dimenticare la competizione, sia tra individui della stessa specie sia con altri di specie diverse.⁴

Per tornare alla «nuova scienza» dei vegetali; a vedere alcune reazioni del mondo della biologia e non solo, la sua attrattiva sta nella rivoluzionaria visione del verde. Il fascino di queste idee, poi, ha superato i confini della scienza stessa, per influenzare ambiti decisamente lontani, dalla letteratura al cinema alla filosofia, fino a entrare quasi nel senso comune (l'ultima occasione in cui ho visto una citazione a questa «nuova botanica» è addirittura in un diffusissimo settimanale di enigmistica). Libri, film, saggi, pièce teatrali, danze e altro hanno preso ispirazione da una visione del mondo vegetale rivoluzionaria. Forse con un po' troppo entusiasmo, a detta di chi le piante le studia da molto tempo. L'immobilità degli alberi e il silenzio della foresta non corrispondono affatto ad assenza di azione e di intenzioni, dicono i proponenti. Sarà vero? O il tutto è un'eccessiva fuga in avanti? I botanici «classici» sono convinti che la loro scienza sia più che sufficiente a spiegare tutto, e che i principi cui accennavamo prima, selezione naturale in primis, debbano essere tenuti presenti, quando si cerca di spiegare cosa accade in natura. Sono immobili nelle loro vecchie posizioni, sono difensori di un ordine costituito e da superare? Ho cercato di spiegare che molto probabilmente non è così. Ed ecco perché, visto l'appel e quindi l'onnipresenza di quella che ho chiamato «nuova botanica», nel libro è presente la loro voce.



Un lungo virtuoso percorso

Prima di addentrarci nel nucleo del dibattito scientifico – il vero centro del nostro labirinto nei capitoli 5 e 6 – è indispensabile però comprendere la profonda alterità del mondo vegetale. Per poter giudicare correttamente l'interpretazione dei comportamenti delle piante, sarà necessario capire come la natura e l'evoluzione abbiano costruito gli organismi «verdi». E soprattutto in quali particolari vitali questi ultimi siano differenti dall'altra parte della natura che ci interessa, il mondo animale. Sembrerebbero una lunga deviazione dal nostro percorso principale, ma è una porta di entrata cruciale dell'intero libro. Per questo chiedo al lettore un po' di pazienza, condita da una piccola infarinatura di evoluzione, di botanica «classica» e di storia delle specie vegetali. Questo perché è la storia della vita vegetale sul pianeta che ci può portare a capire dove i vegetali siano così lontani da noi animali, nella struttura, nelle strategie di sopravvivenza, nel ciclo di vita, nella loro «filosofia». A partire dalla loro scelta, miliardi di anni fa, di vivere con un approccio all'energia totalmente opposto rispetto alle loro controparti. Scopriremo come animali, funghi e batteri (almeno, la maggior parte di essi) si siano assicurati un posto sul pianeta solo alle spalle del mondo verde. Sono le innovazioni evolutive dei vegetali che hanno lentamente ma profondamente rivoluzionato singoli ecosistemi terrestri e in alcuni momenti l'intero pianeta. Spesso lo hanno fatto semplicemente riutilizzando e integrando percorsi metabolici precedenti. Questi salti di complessità, queste invenzioni evolutive, sono alcune di quelle che John Maynard Smith ed Eörs Szathmáry hanno chiamato *The Major Transitions in Evolution*, in un ormai classico libro del 1995.⁵ Per chi ha una buona conoscenza

della botanica e dell'evoluzione della fotosintesi, della storia degli enti biologici sulla Terra e dei meandri percorsi dal fenomeno-vita, i primi quattro capitoli potrebbero sembrare interessanti ma non del tutto indispensabili. Ma chiedo anche a loro di entrare nel dibattito attraverso la porta principale. Potreste scoprire curiosità interessanti.

Nel primo capitolo entrano i protagonisti della storia. Racconteremo come si è arrivati alla costruzione delle due vie parallele di sfruttamento dell'energia, a due stili di vita e sopravvivenza completamente diversi, e di come sia avvenuta la rivoluzione. Il punto fondamentale è stata la conquista di una via diretta che lega gli organismi alla fonte primaria di energia del pianeta, il Sole.

Nel secondo seguiremo l'aumento di diversità della vita sulla Terra e la nascita di organismi più complessi, e di come l'unione sempre più stretta tra esseri viventi differenti abbia portato alla nascita dell'odierna pletora di specie attuali. Fa la sua comparsa un fenomeno fondamentale, la simbiosi tra organismi diversi. All'enorme varietà di batteri e archea si aggiungono quelli che i biologi chiamano eucarioti. Contemporaneamente si definiscono sempre più nettamente i due percorsi (animali e vegetali, per semplificare) di utilizzo delle energie.

Nel terzo capitolo seguiamo la sorte delle due strade parallele di piante e animali sulla terraferma, con la nascita di corpi sempre più complessi e di ecosistemi a mano a mano più ricchi di specie e quindi di interazioni tra esse. Entrano, da coprotagonisti, anche i funghi, avanguardia della vita sulla terraferma.

Il quarto capitolo traccia il destino della vegetazione, che a questo punto ha occupato quasi tutta la Terra, con alterne vicende legate alle modifiche del clima e della posizione dei continenti. Nasce la struttura «foresta» come la conosciamo oggi. I funghi assumono un ruolo fondamentale.



Complementi e supplementi

Tentare, da divulgatore, di ricostruire e spiegare il percorso che va dai vegetali come esseri poco più viventi delle rocce ad agenti attivi e coscienti, al pari di molti animali, è stata un'impresa complessa ma affascinante. Come comunicatore ritengo altrettanto interessante, e doveroso, analizzare con occhio critico la rivoluzione scientifica in atto. I capitoli quinto e sesto sono un affresco della situazione, ma non ho potuto fare a meno di inserire anche giudizi personali, supportati da articoli scientifici (li troverete nelle note) e interviste agli interessati.

Con un'aggiunta, anzi due. Di comunicazione delle scienze della vita mi occupo da qualche decennio, e cercherò quindi, nell'*Epilogo*, di concludere ampliando la prospettiva. Che conseguenze ha per la comunicazione scientifica questo nuovo modo di usare i dati scientifici? Che esiti possono esserci, per la scienza stessa, per la divulgazione, per la protezione della natura, e infine per la visione del mondo l'abbracciare in toto questo approccio? Anche qui, ho chiesto aiuto ad amici e colleghi che mi hanno dato una mano per districare il nodo.

A tutto ciò ho aggiunto anche un *Prologo* sull'uso delle parole, soprattutto quando si parla di evoluzione. Un campo della comunicazione scientifica che nasconde trabocchetti e insidie di cui difficilmente ci si accorge. Ho messo in guardia dall'uso di particolari metafore, di similitudini ardite, di spiegazioni in apparenza ricche di senso comune. È un po' un capitolo a parte, per chi bazzica questo campo, ma mi è sembrato opportuno dire due parole di cautela.

Il nucleo portante, lo ripeto, sono i capitoli quinto e sesto. Ma tutto il resto è essenziale per capire come si è arrivati a uno scontro (civilissimo e scientifico, in

realtà) tra due visioni del mondo quasi opposte. Spero che il tragitto verso il centro del labirinto, con tutte le svolte, i bivi e i vicoli ciechi, sia interessante ed emozionante per voi come lo è stato per me.



Prologo. Bada a come parli!

Nel libro incontrerete (spero non troppo spesso) espressioni che a un orecchio molto sensibile risulteranno vagamente scorrette. La sensibilità che presumo è quella per le dinamiche della vita sulla Terra, la sua storia e le sue vicissitudini; ma soprattutto verso le «cause» delle innumerevoli trasformazioni e capriole strutturali che i viventi hanno passato nel loro pellegrinaggio su questo pianeta. Non è solo questione di frasi singole, ma di interi percorsi concettuali che si usano per spiegare quanto è avvenuto. Il problema, con queste espressioni, è la loro estrema diffusione nel linguaggio e nel senso comune, e la loro quasi completa accettazione da parte di chi ascolta o legge: il fatto che le frasi vengano interpretate come del tutto logiche. Le definizioni variano, ma sono espressioni, proposizioni dirette, metafore complesse, precise similitudini e altre figure retoriche. Come autore non sono certo un'eccezione, perché l'uso di questi strumenti espressivi è estremamente diffuso: non solo nei libri che parlano di vita e quindi di evoluzione, ma anche in volumi divulgativi di fisica, chimica e altre scienze. Intendiamoci, senza questi utensili di comunicazione le idee della scienza sarebbero in fondo molto più intricate e scomode da maneggiare e comunicare. E lo stato della divulgazione della scienza in Italia sarebbe anche peggiore di quanto non sia adesso. Ma questi arnesi linguistici portano sempre con sé il pericolo della semplificazione eccessiva, di spiegazioni che non sono poi chiarimenti, di bersagli mancati. Sono mezzi estremamente utili – nessuno lo nega – ma corrono sempre il rischio di scoppiare in mano a chi li usa. A questi si aggiungono altri strumenti indispensabili del linguaggio umano, altre figure retoriche magari meno usate. Ma anch'essi possono suonare sbagliati o fuorvianti, o ancora incompleti. Insomma, per usarli bisogna capirli.

Il primo esempio mette in luce una difficoltà insita nella natura stessa dell'evoluzione. È nella natura della biologia descrivere quanto è accaduto nel passato per spiegare il presente. Per questa ragione chiedersi «perché un essere vivente fa X» è fonte di fraintendimenti e soprattutto incompletezze. Il grande etologo Niko Tinbergen spiegava il tutto con i suoi «quattro perché», categorie complementari che spiegano il comportamento animale (o le strutture delle piante, o il metabolismo dei batteri, o altro). Un esempio chiarisce meglio. Se chiediamo a un evoluzionista di spiegare «perché un uccello canta», le risposte potrebbero essere: «Perché i suoi antenati che cantavano hanno prodotto più discendenza di quelli che non lo facevano (o lo facevano male)». Oppure: «Perché la struttura dell'apparato fonatorio gli permette di cantare. E questo apparato è derivato dalla sua storia evolutiva». O ancora: «Perché deve attirare le femmine, o respingere altri maschi che vogliono invadere il suo territorio». E infine: «Perché il suo sviluppo individuale, e gli insegnamenti dei genitori, gli hanno permesso di emettere suoni gradevoli (per le femmine)». Sono interpretazioni complementari nel senso che non si escludono a vicenda, e in un articolo o, meglio ancora, in un libro, chi scrive deve essere a conoscenza di questo approccio composito, e destreggiarsi in queste spiegazioni. Un'interpretazione sola è limitata, tutte insieme sono eccessive. Un altro possibile fraintendimento non è una vera scorrettezza. La frase «la natura seleziona» può essere travisata; questa espressione attribuisce alla natura un ruolo attivo, e la trasforma quasi in un'entità dotata di intenzione e

volontà. Dire «la natura seleziona» è un modo comodo per riassumere, ma rischia di far pensare a una sorta di giudice che premia o punisce, mentre si tratta solo di sopravvivenza differenziale e riproduzione casuale. Fin qui è facile sfuggire all'equivoco.

Il secondo esempio è rappresentato non ancora da una metafora, ma da una parola multiuso. Troverete qualche volta nel libro il termine «adattamento» o simili. Per i biologi il significato è chiaro, ma tutto dipende dal contesto. A volte l'adattamento è il processo per arrivare a un determinato aspetto del corpo, o a un comportamento se parliamo di animali; è la storia di come un particolare del corpo si è trasformato in seguito alla storia della specie. Altre volte è il risultato stesso del processo; un fiore, una radice, una foglia trasformata per assumere funzioni differenti. È, come detto sopra, solo il contesto che decide quale sia il significato autentico della parola. Fin qui, ci si può orizzontare con un minimo di attenzione.

Il problema maggiore sorge con l'uso di frasi ed espressioni che a prima vista sembrano assolutamente logiche. Per esempio, se diciamo «una specie X evolve nel tempo un particolare anatomico» non è necessaria una laurea in biologia per capire che questa specie non fa spuntare dal corpo una foglia particolare, un fiore o un ramo dalle funzioni speciali. Insomma, che si modifichi come certi alieni di fantasia. Ripetuta tante volte, però, e letta senza attenzione ai significati, viene a volte spontaneo capire altro. Per esempio, che la specie abbia necessità di questo particolare anatomico e di conseguenza agisca e si comporti (come, non si sa) per riuscire a raggiungere quello scopo e trasformare il corpo per risolvere il problema. Non il singolo individuo, attenzione, ma la specie intera, il gruppo di animali o piante che costituiscono questa misteriosa entità, alla base della biologia, che chiamiamo specie. Se una forma di vita «evolve un metabolismo completamente dipendente dall'ossigeno» (come trovate scritto nel secondo capitolo) significa prima di tutto che senza quel particolare la sopravvivenza è a rischio. Il che è vero, ma a quel risultato, come sembrerebbe a una prima lettura, non ci si arriva mossi dalla necessità. Le specie viventi, in breve, non possono modificare se stesse in seguito a un bisogno. Sono gruppi di individui che solo un processo come la selezione naturale può plasmare. E il processo funziona come un vaglio; fa passare alle generazioni successive solo le mutazioni che in quel momento, in quell'habitat e con le altre specie presenti danno a coloro che le possiedono una marcia riproduttiva in più. È un processo cieco, il risultato di interazioni tra organismi e ambiente, senza alcun piano o scopo prestabilito. Per questo, e altri meccanismi in gioco, la frase dovrebbe essere svolta così: «In una specie X, sottoposta al processo di evoluzione per selezione naturale, alcune mutazioni casuali portano nel tempo a sviluppare (evolvere) un particolare metabolismo completamente dipendente dall'ossigeno».

Qui la specie stessa non ci mette «volontà», e non è spinta da «esigenze di sopravvivenza». Ma capite che, se questo accadesse parecchie volte nel testo, usare queste frasi vorrebbe dire appesantirlo fino a farlo diventare quasi illeggibile.

Anche dopo la verifica delle ipotesi di Lamarck e altri, sappiamo che la volontà della specie e il suo ruolo attivo per il cambiamento non sono possibili. Ed ecco sgombrato il campo da pressioni interne. L'agente è l'evoluzione per selezione naturale, d'ora in poi. Ciò premesso, un'altra frase ancora più enigmatica è «in un vegetale i fiori si sono evoluti *per*...»; oppure «gli animali si adattano *per*...». Come nella diffusissima frase «le penne servono per volare». In breve, si dice che una specie «si adatta *per* sopravvivere». È la particella «per» che nasconde più di un'insidia. Il «per» implica infatti, nel senso comune, un guardare al futuro; sono

cambiamenti «allo scopo di». Si parla così in questo caso di scopo, di obiettivo, di fine, cioè della nascita di un particolare anatomico che porta alla sopravvivenza. Come se da un certo punto dell'evoluzione di una specie si vedesse lo stadio finale. Sembra che ciò che è successo alla specie abbia trasformato il suo corpo per avere quei determinati particolari (i fiori in questo caso, o le penne). L'evoluzione – o meglio ancora la selezione naturale – da questa frase sembra funzionare con un occhio a quanto potrebbe o dovrebbe accadere ai fiori nelle generazioni successive: una visione che non appartiene alla biologia evolutiva. Tecnicamente, queste espressioni sono definite «finalistiche» o «teleologiche», cioè volte a un fine (*télos* è la parola greca che significa «fine»). E, ma lo vedremo ancora, la teleologia è un peccato mortale nella biologia evolutiva, anche se le discussioni tra i filosofi non sono ancora finite. Purtroppo, parlare del «cambiamento allo scopo di» è estremamente diffuso nella divulgazione (e probabilmente è scappato anche a me, qualche volta), ed è per questa ragione che quelle che contengono «per» sono le frasi più insidiose, al fine di una comprensione corretta dell'evoluzione. Una specie di campanello d'allarme per il lettore.

Il tutto si complica grazie a un particolare molto interessante della teoria dell'evoluzione, che incontrerete nel terzo e nel quarto capitolo. Ed è il fatto che non tutto ciò che vediamo nella struttura di un albero e di un cespuglio, o di un animale e un batterio, è frutto di processi evolutivi «diretti»; non sempre, cioè, strutture che «risolvono» un determinato problema ambientale rispondono direttamente a una pressione evolutiva, sempre attraverso mutazioni e selezione. Ci arriviamo subito, ma voglio far notare che anche l'espressione «pressione evolutiva» è un segnale di pericolo; sembra indichi qualcosa di attivo, ma designa solo le condizioni ambientali di quel momento. Comunque quello che accade, più spesso di quanto pensiamo, è che la selezione naturale plasma una struttura anatomica che risponde a determinate condizioni ambientali, ma questa stessa struttura è poi usata in altre occasioni. L'esempio classico nelle piante sono le spine: potrebbero essersi *evolute per* (ecco che ci si ricasca...) difendersi dagli erbivori, ma adesso hanno molte altre funzioni, da uncini atti ad aggrapparsi a gancetti che aiutano la dispersione dei semi. Anche le penne degli uccelli non sono nate come superfici necessarie al volo: secondo alcune teorie sono state utili all'isolamento del corpo, alla cattura di prede, ai display sessuali (tanto che molti dinosauri tutt'altro che volatori avevano le penne). Solo quando è nato il volo battuto vero e proprio le penne si sono trasformate in strutture perfette, che sostengono in volo gli uccelli.

La visione del mondo basata sull'evoluzione porta a un'altra conseguenza. È quasi automatico pensare che i passaggi da una specie all'altra, nei miliardi di anni della vita sulla Terra, abbiano portato a una sempre maggiore concordanza tra ambiente e corpi dei viventi. Misuriamo così l'ottimo adattamento evolutivo raggiunto dalle specie, l'avvicinamento alla struttura migliore, al comportamento sempre più perfezionato, in base al successo. Che corrisponde alla presenza ai giorni nostri. In base a questo ragionamento il processo evolutivo tende a raggiungere, prima o poi, l'adattamento perfetto; a questo punto però l'evoluzione (come miglioramento e trasformazione) si dovrebbe fermare. Così leggerete e sentirete l'espressione «perfettamente adattato» decine di volte, in libri e documentari. Applicandola alla nostra specie, che ha invaso il pianeta con la sua presenza, saremmo noi la specie perfetta, per la quale non valgono più le dinamiche evolutive. Avremmo, secondo questo approccio, smesso di evolvere. Anche in questo caso, non è proprio vero. Per varie ragioni, persino la specie

umana continua a cambiare, a essere modificata, a evolvere. E il futuro ci riserverà altre, e probabilmente sgradevoli, sorprese.

Fraasi semplici, espressioni ingannevoli, particelle menzognere. Da cui difendersi, sapendo cosa si ha davanti. Ma a esse si aggiungono, l'ho premesso, anche figure retoriche più complesse; hanno il pregio, e il difetto, di essere profondamente inserite nei nostri pensieri. Di corrispondere a pregiudizi inconsci e difficili da estirpare, quelli che gli inglesi chiamano *bias*. Sono figure retoriche a volte fruttuose, ma pericolose da manipolare. C'è sempre il rischio di esagerare in un senso o nell'altro. È doveroso ripetere qua che la comunicazione scientifica, e la scienza in generale, è obbligata per farsi capire a usare tutti i tipi di figure retoriche conosciuti, metafore in primis. Che non sono semplicemente modelli verbali, ma utilissimi strumenti cognitivi che evocano possibili relazioni tra fenomeni esistenti. Fonti di idee nuove, collegamenti insoliti. Ma usare non significa abusare, o approfittare della facilità di utilizzo per riempire le pagine di esempi magari ben costruiti. Le metafore possono diventare profondamente inserite in un linguaggio, e portare alla confusione tra la metafora stessa e il processo naturale che vuole spiegare. Una delle più note, parlando di evoluzione, è quella che si riferisce al principale meccanismo che guida l'intero processo come «lotta per la vita». Lotta, conflitto, competizione sono intesi come combattimenti veri e propri, come scontri feroci tra singoli individui all'interno della specie o tra specie diverse. Per esempio, la predazione – la cattura di un erbivoro da parte di un carnivoro – sarebbe la rappresentazione più lampante dell'evoluzione. Come vedremo ampiamente nel libro, l'affresco è molto più sfumato di così, e il meccanismo principale con il quale una specie o un individuo (o una coppia) supera altri è quello della riproduzione, non la lotta. Anzi, a volte non c'è proprio nessuna lotta tra individui. Basta che una coppia riproduttiva produca più discendenti di altre perché i suoi geni siano – percentualmente – più presenti nelle generazioni successive. Se il processo si ripete per molti secoli o millenni, questa combinazione di geni vince la «corsa della vita», anche senza bisogno di conflitti. Lo dice persino il padre della biologia moderna, Charles Darwin:

Devo premettere ch'io uso questa espressione [«lotta per l'esistenza», *N.d.A.*] in un senso lato e metaforico, che implica la reciproca dipendenza degli esseri viventi, e implica inoltre, cosa ancora più importante, non solo la vita dell'individuo, ma il fatto che esso riesca a lasciare discendenza.¹

C'è un altro particolare aspetto del linguaggio che ci fa cadere nelle buche del fraintendimento; se pensiamo a qualcosa che si trasforma, e quindi alla parola evoluzione, la vediamo come metafora di «miglioramento». Una situazione si è evoluta in senso positivo, una squadra (di calcio, basket, pallavolo) è evoluta rispetto ad altre. Ed è quindi migliore, da molti punti di vista. Ma nel gergo della biologia, evoluzione ha il solo significato di cambiamento. Che significa solo modifica, senza alcun giudizio o scala di valore. Semplicemente, piante, animali, batteri e funghi si trasformano e diventano altro da quello che erano. Lo fanno anche senza selezione naturale, ma questa è un'altra storia. È vero, nel corso della vita sulla Terra molti gruppi di specie sono diventati più complessi, più grandi, più ricchi di particolari anatomici. E noi li vediamo come migliori. Nessuno può negare che i batteri siano relativamente semplici, che le specie dotate di nucleo siano più complesse, che animali o piante multicellulari siano estremamente più ricchi di particolari anatomici e metabolici dei primi esseri viventi sulla Terra. Proseguiamo con questa visione. Si può dire che le Angiosperme² (querce e