

## INTRODUZIONE

### La Biodiversità

Uno dei moderni mentori della biodiversità è Robert May, un ecologo “matematico modellista” (proveniente dal mondo della fisica) che, ad un certo punto della sua carriera, ha scritto un articolo per *Science* (ripreso poi da *Le Scienze*) dove afferma che la sfida più importante per l’umanità è di conoscere (facendone un inventario) la diversità della vita sul nostro pianeta: la biodiversità.

Per May questo inventario è rappresentato “semplicemente” dal numero di specie e la domanda-base è *quante sono le specie?* Non sappiamo con precisione quante ne siano state descritte, ma sappiamo che, ogni anno, moltissime specie vengono descritte come “nuove”.

May dice che l’uomo sta causando enormi modificazioni degli ecosistemi del pianeta, facendo estinguere moltissime specie, spesso neppure descritte. Un esempio è la foresta tropicale, ma un altro può essere la fauna costiera, ingiuriata da un uso indiscriminato della risorsa mare.

I decision-makers (magari riuniti in conferenza a Rio) sono sensibili al problema e così tutti, indipendentemente dalla vocazione iniziale, sono diventati studiosi di biodiversità. Vale però la pena ricordare che sono la scomparsa delle specie e l’ignoranza sull’entità del patrimonio di specie del nostro pianeta ad aver portato all’interesse per la biodiversità. Gli studiosi dell’unità dei fenomeni biologici (dai biologi molecolari agli ecologi dei sistemi) hanno sempre dato poca importanza alla diversità, basti pensare all’esiguo numero di specie su cui lavorano i biologi molecolari e la banalizzazione degli ecosistemi in semplici livelli trofici che è frutto delle semplificazioni degli ecologi sistemici. Gli approcci molecolari ed ecosistemici sono stati (e sono tuttora) necessari per un progresso delle conoscenze non appesantito dall’amore maniacale per il dettaglio che contraddistingue i sistematici. Ma, oggi, il problema della biodiversità non riguarda le poche specie su cui si è studiato molto da un punto di vista unitario (e su cui si deve continuare a studiare, ma con altre motivazioni), riguarda invece le specie poco conosciute, quelle non ancora descritte o descritte in modo sommario, di cui si conosce a malapena il nome. L’accezione originale di biodiversità (le specie) può essere integrata, ma non può essere stravolta.

## Diversità strutturale, unità funzionale?

Un altro articolo molto importante nel campo della biodiversità è quello di Hutchinson, l'omaggio a Santa Rosalia: *perchè ci sono così tante specie?* Una domanda provocatoria, che pone un problema che gli ecologi funzionali hanno cercato di aggirare. Tutte queste specie, con cui si gingillano i tassonomi, sono poi così "necessarie" perchè un ambiente funzioni in modo adeguato? Dobbiamo veramente curarci di questa diversità strutturale, visto che la funzione prevede una diversità senz'altro molto bassa? Gli ecologi funzionali, a questo punto, hanno ridotto la diversità strutturale a diversità funzionale, e i milioni di specie-specie sono diventati poche unità di specie-funzione: i produttori primari, i produttori secondari, i produttori terziari, i decompositori, gli spazzini e poco altro. Sono incluse nell'elenco anche le specie-chiave di volta (keystone species), responsabili del mantenimento di una determinata situazione (di solito si tratta di predatori che impediscono il sopravvento di specie molto competitive, mantenendo alta la diversità). Ogni scatola contiene moltissime specie, ma si dà per scontato che, insieme, le specie dei vari livelli trofici si comportino in modo unitario, per cui la diversità della struttura quasi non disturberebbe l'unità della funzione.

La diversità di una comunità, quindi, non si misurerebbe in termini di numero assoluto di specie, ma in termini di connessioni trofiche e di rapporti quantitativi tra gruppi di specie ritenute bene o male equivalenti. Queste concezioni sono molto utili per il progresso dell'ecologia, ma hanno portato alla quasi scomparsa della tassonomia, la scienza che riconosce la biodiversità strutturale. Qualche gruppo tassonomico riceve attenzione per motivi particolari (specie commestibili, specie indicatrici) ma si trascurano interi Phyla perché non ci sono possibilità di carriera per aspiranti specialisti.

Questo problema riveste interesse politico. Se i *decision-makers* investono risorse per la soluzione di un problema, i ricercatori si rivolgono verso quel problema. Se ci fossero finanziamenti per fare sistematica, molti ricercatori farebbero sistematica. Senza finanziamenti, la disciplina pian piano muore, oppure viene perseguita per hobby o per semplice necessità di identificazione. I finanziamenti arrivano, ad esempio, per il monitoraggio, e se ne spende qualche briciola per fare sistematica. Chiedere finanziamenti per la revisione di un genere indica per lo meno "ingenuità", visto che non si ottiene nulla. La checklist delle specie animali italiane, ad esempio, ha ricevuto un finanziamento di 5 euro a specie riportata. Questo significa che la lista doveva essere già pronta, altrimenti il finanziamento non avrebbe potuto coprire le spese per una seria ricerca bibliografica ed un'integrazione esplorativa di aree o gruppi tassonomici poco conosciuti.

A questo punto ci si potrebbe chiedere: vale la pena esplorare a fondo la biodiversità, intesa come numero di specie?

E' nella nostra natura cercare di conoscere il mondo che ci circonda e, inoltre, la nostra specie é il prodotto dell'aumento della biodiversità sul nostro pianeta. Se la biodiversità non fosse costantemente aumentata (con un corrispondente incremento della complessità degli organismi), noi non ci saremmo. L'uomo è adattato abbastanza bene a *questo* tipo di ambiente, caratterizzato dalle specie che lo abitano. Il nostro intervento, reso possente dall'evoluzione tecnologica, tende a modificare l'ambiente, cambiando le condizioni alle quali ci siamo adattati con l'evoluzione biologica. Ecologicamente, la nostra specie compete con il resto della biosfera: o le specie si assoggettano ai nostri desideri, o cerchiamo di annientarle. Come nelle equazioni di Lotka e Volterra, l'aumento del predatore (l'uomo) causa una diminuzione della preda (il resto dei viventi o, almeno, di quelli che vivono in uno stato "naturale"), ma questa diminuzione, a sua volta, causerà una diminuzione del predatore (noi). La curva della popolazione mondiale è in crescita, quella della diversità del resto dei viventi scende. Prima o poi toccherà a noi scendere, con conseguenze facilmente immaginabili. Molti vantaggi a breve termine si trasformano in svantaggi a lungo termine. Preservare la diversità di cui siamo il prodotto significa difendere le nostre radici naturali, significa garantirci il futuro. Ma non si può preservare ciò che non si conosce.

La fase esplorativa delle ricerche umane, in termini di analisi della diversificazione e della distribuzione dei viventi, si è arrestata prematuramente. I sistematici sono stati derisi ("acchiappa-farfalle") dagli altri biologi e un grande bagaglio di conoscenze sta per andare distrutto.

### **Un futuro per gli studiosi di biodiversità?**

Il quadro è desolante e sembra non lasciare speranza. I vecchi tassonomi vanno in pensione e nessuno ne prende il posto: i giovani non cercano lavoro in tassonomia, anche perchè sono sicuri di non trovarlo. I giovani brillanti diventano biologi molecolari o ecologi applicati, oppure, se insistono con la tassonomia, sono costretti ad emigrare negli Stati Uniti, dove è in corso una strategia per rianimare la scienza della biodiversità: la tassonomia.

Ma forse ci sono speranze, anche se occorre modificare almeno in parte gli obiettivi. A nessuno piace imparare lunghe liste di nomi a memoria: la tassonomia serve per fare ecologia e biologia evoluzionistica. La lista di specie deve scaturire da ricerche ecologiche, evoluzionistiche e biogeografiche. A questo punto dare un nome alle specie

diventa un fatto automatico e la “lista” si fa da sé. Non si inizia a lavorare per fare l’inventario, ma per capire la storia e il ruolo di un certo gruppo di organismi. Spesso la tassonomia é invece concepita come lo studio di cadaverini racchiusi in tubetti messi in buon ordine sugli scaffali di qualche museo. Tassonomia significa studiare gli animali nel loro ambiente, allevarli e ricostruirne il ciclo biologico per conoscere tutti gli aspetti in cui si presentano, magari studiarne la morfogenesi e la struttura fine, finanche a livello molecolare, significa poi conoscere il loro ruolo nell’ambiente, come si comportano, chi mangiano e da chi sono mangiati, quanti ce ne sono e come sono distribuiti e, una volta saputo tutto questo, come si rapportano con le altre specie in un contesto evolutivo, in modo da costruire un sistema classificativo che rispecchi l’evoluzione del gruppo.

## **Biodiversità e stabilità**

Ci sono diversi punti di vista nel considerare l’importanza della biodiversità a livello delle comunità. Uno é quello classico che dice che la biodiversità alta indica una grande omeostasi del sistema, portando ad un aumento di stabilità. Stabilità é una parola che indica un concetto normalmente ritenuto positivo, per cui se stabilità é “bene”, alta diversità é “bene”. Connell, con l’ipotesi del disturbo intermedio, ha esplorato le sfaccettature dei meccanismi che mantengono alta la diversità in una comunità, arrivando alla conclusione che livelli intermedi di disturbo (e quindi una tendenza all’instabilità) mantengono alta la diversità. Ma Pimm ha avanzato l’idea che alta diversità sia sinonimo di fragilità sistemica e che un complicato complesso di specie possa in effetti essere meno stabile di un gruppo compatto e limitato di specie. Forse un gruppo di poche specie é più resistente alle perturbazioni (nel senso che occorrono disturbi molto forti per smuoverlo dal suo assetto) ma, se si riesce a disturbarlo, la sua resilienza (la possibilità di ritornare alla condizione primitiva dopo aver subito un disturbo) é bassa. Un sistema ad alta diversità, invece, é facile da disturbare (e quindi poco resistente) ma é probabile che sia più facile, dopo il disturbo, un ritorno a condizioni simili a quelle iniziali (maggiore resilienza).

Il climax viene di solito considerato come un concetto positivo: il punto finale nello sviluppo di una biocenosi, qualcosa di simile alla maturità dell’adulto nel corso dell’ontogenesi. Ma, come suggerisce l’ipotesi del disturbo intermedio, la biodiversità in comunità climaciche (di solito caratterizzate da disturbo basso o raro) é bassa. Il climax vede la prevalenza di poche specie sulle altre e la sua “positività” contrasta con il concetto, altrettanto positivo, di biodiversità alta.

La biogeografia ci insegna che le comunità più diverse sono quelle tropicali, mentre man mano che si va verso i poli il numero di specie diminuisce: non a caso Connell considerò le formazioni coralline e le foreste tropicali come paradigmi di comunità ad alta diversità. Probabilmente questo ha qualcosa a che vedere con la resistenza delle comunità ad affinità fredda a forti perturbazioni di climi estremi e alla resilienza delle comunità ad affinità calda nei confronti di modificazioni meno drastiche ma più imprevedibili (biotiche anziché fisiche), caratteristiche di climi tropicali ed equatoriali.

Il Mediterraneo, in questo contesto, è un crocevia biogeografico di inestimabile valore. Le sue caratteristiche climatiche permettono la convivenza di specie boreali (attive soprattutto in inverno) e di specie tropicali (attive soprattutto in estate), più un ingente numero di specie endemiche che, comunque, sono attive in periodi più o meno limitati dell'anno (l'attività può essere la presenza funzionale, per le specie stagionali, o il periodo riproduttivo per le specie perenni).

La biodiversità del Mediterraneo, quindi, è molto alta come numero di specie (anche se non raggiunge quella dei mari tropicali), ammontando a circa 15.000 specie, ma potrebbe essere la più alta in assoluto (anche se questo andrebbe verificato) in quanto a strategie adattative e a gruppi funzionali che convivono in uno stesso sistema ambientale.

La biodiversità strutturale, a questo punto, va affiancata alla biodiversità funzionale, intesa non come diversità di funzioni (abbiamo già rilevato come le funzioni siano relativamente poche) ma come diversità di espletamento di tali funzioni. Se una funzione è espletata da tante specie che fanno la stessa cosa in tanti modi differenti, si arriva al concetto espresso da Hutchinson nel famoso paradosso del plancton, e nell'altrettanto famoso omaggio a Santa Rosalia.

Perché ci sono così tante specie, visto che fanno tutte la stessa cosa (o un numero limitato di cose)? Che cosa ha portato alla diversificazione della vita? Con questo si arriva direttamente alla biologia evoluzionistica.

## **L'evoluzione della biodiversità**

I meccanismi "prossimi" per spiegare l'aumento della biodiversità sono genetici. Per i genetisti la biodiversità potrebbe essere la gamma di variabilità (diversità) genetica racchiusa nei rappresentanti di ogni specie. Su questa diversità agisce la selezione naturale e, a partire da questa diversità, si può avere la potenzialità per la produzione

di nuove specie (cioè un aumento della diversità ad un livello superiore). Ma i meccanismi “ultimi” che spiegano l'aumento della diversità sono eminentemente ecologici. So di cadere nella teleologia, e spero che si considererà con indulgenza ciò che sto per dire. La diversità genetica può essere considerata un “mezzo” per aumentare la diversità (ci spiega il “come”), mentre la diversità ecologica diventa il “fine” di un aumento della diversità (e ci spiega il “perché”). Di solito si dice che la domanda “perché” sia propria della biologia evoluzionistica ma, purtroppo, molta biologia evoluzionistica è diventata genetica *tout court*, con una pericolosa tendenza al riduzionismo. I geni, e l'espressione dei geni, devono fare i conti con l'ambiente e devono sottostare a leggi che non sono solo quelle della genetica. Il gioco si svolge nell'ambiente e la selezione naturale si svolge in un teatro dove le interazioni tra organismi sono di importanza assoluta.

Come in effetti è avvenuto, quindi, sono proprio gli ecologi a rendersi conto che la biodiversità è una caratteristica importante del modo in cui il fenomeno vita si manifesta. Ma gli ecologi, spinti dall'“invidia per la fisica”, hanno badato molto alla formulazione di modelli generali e si sono quasi sempre disinteressati delle differenze, cercando le unità più che le diversità.

La biologia si è quindi trovata “tirata” da due estremismi che portano, entrambi, ad una sottostima della diversità. Da una parte i fenomeni unificanti della biologia molecolare e della genetica, dall'altra i fenomeni unificanti dell'ecologia dei sistemi: gli organismi, visti da questi due punti di vista, sono poco importanti, le specie sono poco importanti.

Ora ci stiamo accorgendo dell'importanza di questi aspetti, ma ancora resiste un dualismo di approcci che porta ad una grande miopia. I biologi si sono chiesti tante volte quali siano le unità di selezione, cioè le entità su cui la selezione agisce. Per i genetisti sono i geni, per gli anatomo-comparati potrebbero essere gli organi, per i sistematici sono le popolazioni e le specie, per gli autoecologi sono probabilmente gli individui, per i sinecologi sono i livelli gerarchici organizzativi in cui può essere diviso un ecosistema.

Sistematici ed autoecologi hanno posizioni molto vicine. Forse si può dire che si trovano sulla cima di un monte dal quale possono guardare le “valli” della biologia molecolare e dell'ecologia dei sistemi. Gli individui (e le specie, considerate epistemologicamente come individui da molti biologi evoluzionisti) sono le uniche entità reali e relativamente indipendenti nel quadro organizzativo dei sistemi viventi. A questo punto occorre guardare in giù e vedere se è possibile mettere insieme i vari approcci. E forse sono proprio gli studiosi di individui (dagli organismi, alle popolazioni, alle specie) ad essere in grado di mediare gli estremismi riduzionistici dello studio della biodiversità.

## Perchè *biodiversità*?

Ma è poi così importante rispondere a domande quali “perché le specie sono così tante (o così poche)”? Il fatto è che le specie sono tante e che il mondo funziona così. Forse la risposta non è “logica”, forse questa diversità è il prodotto del caso, e le cose funzionerebbero altrettanto bene se esistessero solo poche specie. Il fatto è che, sul nostro pianeta, la vita è molto diversificata. Lo studio delle comunità del passato mostra che le dimensioni della diversità sono andate man mano aumentando. Ci sono state crisi caratterizzate da estinzioni di massa, ma la tendenza è verso l’aumento. Forse si tratta di una caratteristica intrinseca della vita, di un processo a catena che non si può disinnescare e che potrebbe anche portare ad una crisi ultima, alla morte di quella che Lovelock chiama Gaia. Gli organismi nascono, crescono e muoiono. Niente di più facile che la vita sul nostro pianeta, dopo esser “nata”, cresca e sia destinata, prima o poi, a “morire”. Magari dopo aver rosicchiato tutto il rosicchiabile offerto dall’ambiente.

E’ ragionevole pensare che le specie del passato si siano evolute “ramificandosi”. Quella che dieci milioni di anni fa era una specie di successo ha dato origine a moltissime specie e, oggi, è rappresentata magari da una famiglia e da diversi generi.

Il problema dell’estinzione della vita, ovviamente, potrebbe essere molto lontano dal nostro presente (anche il sole si spegnerà, prima o poi, e allora saranno guai), per cui potremmo tranquillamente infischiarcene. Ma vedere la diversificazione dei viventi come un processo deterministico potrebbe rendere quasi inutile un chiedersi il perché della biodiversità. D’altra parte, ci potrebbe essere un limite al numero delle specie nella biosfera: una sorta di capacità portante della biodiversità.

A supporto di questa ipotesi potrebbe essere portato ciò che ci insegna la biogeografia: sistemi diversi producono diversi livelli di biodiversità. La domanda assoluta sul perché della biodiversità potrebbe essere scomposta in tante domande relative: perché all’equatore ci sono più specie che ai poli? Pare che la possibilità di espressione della biodiversità sia diversa a seconda delle condizioni ambientali. L’ipotesi del disturbo intermedio fornisce un’interpretazione a questo stato di cose.

A questo punto potremmo forse arrivare alla conclusione che la biodiversità sia un concetto stimolante ma non così importante, almeno da un punto di vista teorico, come potrebbe sembrare a prima vista. Biodiversità significa troppe cose e, in definitiva, non significa nulla, è quasi una tautologia. Il mondo è diverso perché è diverso, se non lo fosse giustificheremmo un tale stato di cose con motivazioni altrettanto valide.