

Biodiversità, **evoluzione**, ecologia

articolo

Carlo Cirotto

L'estensione e la complessità degli argomenti, ai quali il titolo fa riferimento, sono simili a quelle dell'universo stesso e, come l'universo, si presentano con le caratteristiche concrete di una realtà tangibile, bella e, insieme, preoccupante. Mostrano infatti i tratti profondi del problema che interpella, o dovrebbe interpellare, l'umanità intera circa le scelte che quotidianamente compie riguardo al proprio stile di vita, all'utilizzo delle risorse naturali e alla loro equa distribuzione; il problema di come orientare efficacemente il proprio sviluppo in modo che possa iscriversi nella storia del cosmo in maniera armonica, come fosse un suo naturale tassello. Che si debba necessariamente tendere a quest'armonia è talmente scontato da rendere superflua qualsiasi dimostrazione. Basti un'unica, banale considerazione: la sola, concreta possibilità che l'umanità ha di assicurare durata ed efficacia ai suoi interventi sulla natura è di pensarli e programmarli in coerenza con le leggi e le tendenze evolutive dell'universo. Non vi è dubbio infatti che, con noi, nonostante noi o senza di noi, esso proseguirà comunque nel suo cammino. Non potendo, per evidenti motivi, sviluppare come si dovrebbe la trattazione separata dei tre diversi argomenti, propongo di utilizzare il primo, la *biodiversità*, come chiave unica di lettura.

La biodiversità

Immaginiamo di affacciarci alla finestra e di osservare gli esseri viventi che sono intorno

a noi. Anche in pieno centro cittadino possiamo vedere, oltre ai tanti esemplari della nostra specie *Homo sapiens*, numerosi altri organismi appartenenti a specie diverse. Molti di essi, come cani, gatti, piccioni, passeri, topi sono ospiti abituali e numerosi degli insediamenti umani ma, con un po' di attenzione possiamo notare anche residui degli ecosistemi della fase pre-urbana: furetti, scoiattoli e volpi. Sono sotto i nostri occhi anche tanti esemplari di piante, base di ogni ecosistema, che appartengono a un'ampia gamma di specie, dalle erbacce infestanti agli alberi ben curati dei viali e dei giardini, dalle piante esotiche ai resti degli antichi ecosistemi naturali. La vita è diffusa in ogni dove, è una realtà planetaria e, in ogni luogo, è rappresentata da un gran numero di specie diverse, mantenute in strette relazioni reciproche dalla ferrea legge della *catena alimentare*, del dare e ricevere nutrimento. I vegetali, a motivo della loro capacità di sfruttare la luce solare per produrre complesse molecole organiche, formano i primi anelli della catena. Gli anelli successivi sono rappresentati dagli animali e dai microrganismi erbivori, che sono nutrimento, a loro volta, degli animali carnivori. Ci sono poi quegli organismi microscopici, generalmente ignorati da noi umani, che contribuiscono ai processi di decomposizione dei residui animali, vegetali e microbici arricchendo continuamente di nuovi composti le catene alimentari¹.

Alle catene alimentari si deve l'esistenza degli *ecosistemi locali*, che sono quei sistemi formati da esemplari di specie diverse che vivono a stretto contatto e interagiscono tra loro se-



Già Ordinario di Citologia e Istologia presso l'Università di Perugia.

condo dinamiche complesse². In questi sistemi l'energia e le sostanze nutritive sono ottenute dall'ambiente fisico e sono messe in circolazione grazie a ben organizzate reti di interdipendenze.

È questo lo scenario della vita che vediamo affacciandoci semplicemente alla finestra. Abbiamo sotto gli occhi uno spaccato della *biodiversità*, un sistema di diversità biologiche, organizzato e complesso, in qualche modo collegato a realtà che si estendono ben oltre gli stessi confini della città³.

La gerarchia evolutiva

Dalla finestra di casa possiamo, però, cogliere anche un altro aspetto della vita: le specie sono legate le une alle altre da relazioni evolutive. In questo caso il legame non è tra popolazioni di specie diverse che abitano una stessa località ma tra individui che possono anche abitare località diverse, persino molto distanti tra loro. Prendiamo in considerazione, ad esempio, le relazioni che ci sono tra le volpi, che rovistano nottetempo i cassonetti cittadini, e quelle che vivono nei boschi delle Alpi, o quelle artiche che si trovano a loro agio tra le nevi della Finlandia, o i fennec dei deserti del nord Africa. Queste diverse specie di volpi non sono, evidentemente, collegate da un flusso di materie alimentari né di energia ma da relazioni di tipo genetico. E così, se analizziamo il genoma delle volpi rosse del nostro meridione, vediamo che condividono gran parte dei loro geni con quelle che vivono sulle Alpi mentre hanno minori affinità genetiche con le volpi artiche e i fennec. Le volpi meridionali e le alpine sono assai simili anche nei loro comportamenti riproduttivi, così che una volpe meridionale riconosce una volpe alpina come potenziale partner sessuale ma non lo fa con altre specie di volpi. Gli elementi identificatori della specie sono: la possibilità di accoppiamento e la condivisione di un alto numero di geni⁴.

*Charles Darwin
e Alfred Wallace
sono stati i primi
a sostenere che
le relazioni
di somiglianza
tra i viventi*

Charles Darwin e Alfred Wallace sono stati i primi a spiegare la somiglianza tra i viventi con la comune discendenza – criterio ispiratore della classificazione di Linneo – possono essere spiegate ammettendo che tutti i viventi discendono da un unico progenitore e hanno subito, nel tempo, un processo di differenziazione, che Darwin chiamò *discendenza con modificazioni*⁵. È così che le varie linee di discendenza dei viventi si sono indirizzate su percorsi differenti al cui interno è avvenuta la comparsa di caratteri nuovi e peculiari, che, passati attraverso il setaccio della selezione naturale, sono stati trasmessi da una generazione all'altra e da una specie alla successiva. Due specie, allora,

risultano tanto più simili quanto più è stretta la loro parentela. I geni condivisi rappresentano altrettanti legami tra i membri della stessa specie o di specie affini che discendono da un antenato comune.

Sono questi i caratteri distintivi di quel processo che chiamiamo *evoluzione*⁶.

La gerarchia ecologica

Associate alle catene evolutive ci sono equivalenti catene di interdipendenze in campo ecologico. Nei sistemi ecologici è il flusso di energia a generare quella coesione interna che ci permette di identificare i singoli ecosistemi locali e di cogliere le loro connessioni con quelli più ampi, regionali e globali.

Tutti gli esseri viventi hanno costantemente bisogno di energia per vivere e svilupparsi. Gli organismi complessi necessitano di energia per costruire tessuti, organi, sistemi e per mantenerli funzionali nel corso di tutta la vita. La riproduzione, in particolare, comporta un consumo elevato di energia. Si pensi ai mammiferi che producono uova e spermatozoi, si accoppiano, partoriscono e, infine, allattano i piccoli. La vita è una ricerca senza sosta di energia.

Tutti gli animali superiori e alcuni microrganismi sono *eterotrofi*, ottengono cioè l'energia cibandosi di altri viventi. I vegetali e alcuni microrganismi, invece, sono *fototrofi*, sono capaci, cioè, di produrre il proprio cibo nutrendosi della luce del sole. Attraverso il processo di fotosintesi essi convertono l'energia solare in energia chimica, immagazzinata negli zuccheri e in altre sostanze di riserva. Infine, i funghi, indispensabili decompositori presenti in tutti gli ecosistemi di terraferma, sono *saprofiti*, ricavano cioè l'energia assorbendola direttamente dai tessuti di organismi morti⁷.

Un ecosistema è, quindi, una sorta di pista in cui un flusso di energia si sposta costantemente da un organismo all'altro. In esso, la parte viva non è costituita da singole specie ma da *popolazioni* di specie diverse. Si potrebbe trattare, ad esempio, di una popolazione di scoiattoli che vive in una foresta nutrendosi delle ghiande delle querce e viene predata dalle volpi rosse locali.

Un ecosistema è, però, molto più degli esseri viventi che vi abitano. È costituito dallo stesso flusso dell'energia e dai componenti inorganici: suolo, acqua, atmosfera, la cui composizione chimica dipende dalla natura dell'ecosistema stesso. Tutti gli elementi organici e inorganici si uniscono a comporre una rete dinamica, cioè un ecosistema locale. Anche gli ecosistemi locali sono connessi gli uni agli altri da flussi continui di energia, che rendono fluidi i loro confini. In uno stagno, ad esempio, le piante e le alghe fotosintetiche sono i *produttori primari*, sorreggono cioè un'intricata ragnatela di vita all'interno delle acque fatta di larve di insetti, gasteropodi, crostacei, sanguisughe, pesci. Ognuno mangia l'altro e sono le piante e le alghe a fornire continuamente l'energia necessaria a non far fermare la catena. Si tratta di un sistema dinamico, legato anche a ciò che lo circonda: gli uccelli pescatori, quelli che vivono nell'acqua ma si servono delle piante delle rive, i ruscelli ricchi di materie organiche che alimentano lo stagno e i corsi d'acqua che invece escono dallo stagno.

Gli ecosistemi locali sono connessi a quelli vicini, con i quali formano *ecosistemi regionali* che a loro volta sono parte di *ecosistemi con-*

tinentali o di *ecosistemi oceanici*. Gli ecosistemi, insomma, come le specie, fanno parte di sistemi organizzati su più ampia scala secondo un modello gerarchico: il piccolo nel grande, come altrettante scatole cinesi. L'ecosistema planetario è la *biosfera*: involucro della crosta terrestre conquistata dalla vita⁸. Ed è a questo ecosistema che appartiene l'uomo, sfuggito alla costrizione di sistemi strettamente locali. Pur essendo fundamentalmente diversi, i sistemi di interrelazione di tipo evolutivo e di tipo ecologico non sono che le due facce di un'unica medaglia.

Un tesoro a rischio: la biodiversità

La biodiversità ha, quindi, due aspetti ben distinti. Il primo è che tutte le specie, anche se vivono in luoghi diversi, vicini o lontani l'uno dall'altro, sono legate da un insieme complesso e gerarchicamente organizzato di relazioni evolutive. Il secondo è che tra la grande varietà di specie si stabiliscono, a livello locale, interazioni che sono possibili perché energia, sostanze nutritive e altri materiali vengono estratti dall'ambiente fisico e immessi in circolo attraverso il sistema degli organismi viventi.

Per i boscimani San del deserto del Kalahari non è per nulla difficile capire il valore della biodiversità. Fino a non molti anni fa erano vissuti in piccoli gruppi perfettamente inseriti negli ecosistemi locali: cibo, vestiti, ripari, medicine, strumenti, armi per cacciare, tutto veniva ricavato dai vegetali e dagli animali presenti nella zona⁹. Lo stesso non si può dire per la maggior parte di noi, abitanti dei paesi industrializzati, delle grandi città e degli ambienti rurali, che mostriamo reali difficoltà a cogliere il significato della biodiversità. Sono convinto che essa derivi dal fatto che abbiamo dimenticato, dopo l'invenzione dell'agricoltura, ciò che i San e gli altri popoli di cacciatori-raccoglitori, conoscono perfettamente.

Circa 11.000 anni fa, per la prima volta nella storia dei viventi, una specie, la nostra, inventò l'agricoltura ed iniziò, così, ad uscire dal suo ecosistema naturale¹⁰. Dissodare un

campo per coltivarci un numero limitato di specie vegetali, infatti, comporta la distruzione di numerose altre specie spontanee che altrimenti sarebbero cresciute liberamente. Nessuno ha mai parlato di 'erbacce' prima che noi decidessimo quali piante volevamo far crescere nel nostro campo! Per coltivare alcune specie abbiamo destrutturato gli ecosistemi originari.

Nel nostro paese è restato veramente poco delle specie spontanee dei prati umidi, ma il vero problema è un altro: la maggior parte di noi crede, in assoluta buona fede, che le zone acquitrinose, come, appunto, i prati umidi, non siano necessari all'uomo. Abbiamo la tendenza a guardarli con l'occhio di chi vedrebbe bene, al loro posto, impianti industriali o strutture di pubblica utilità. Solo pochissimi desidererebbero conservarli come rifugio di uccelli migratori e di larve di animali indispensabili per quel ripopolamento di pesci, da cui pure in gran parte ancora dipendiamo. Siamo giunti a questo modo di vedere il mondo in maniera del tutto naturale: usciti dagli ecosistemi nei quali ci eravamo evoluti, ci siamo convinti, a poco a poco, di poter fare a meno delle praterie, delle paludi o degli altri ambienti che la natura ci offriva.

D'altra parte, l'agricoltura si rivelò, fin dall'inizio, una strategia di straordinario successo. L'aumento della consistenza numerica delle popolazioni umane ne è un ottimo indice. Si stima che 11.000 anni fa sul pianeta non vivessero più di 5 milioni di esseri umani, organizzati in gruppi relativamente piccoli di cacciatori-raccoglitori totalmente dipendenti dalla capacità produttiva degli ecosistemi locali. La dimensione massima dei gruppi era stabilita dalle stesse regole che determinano il numero degli individui di tutte le altre specie: la capacità di sostentamento da parte dell'ambiente. Sembra che i gruppi umani comprendessero poche decine di individui, proprio come accadeva presso i San e gli altri gruppi di cacciatori-raccoglitori.

L'agricoltura ha neutralizzato il controllo naturale delle dimensioni delle popolazioni umane. Non più limitate dalla produttività spontanea degli ecosistemi locali, le società agricole hanno subito incominciato a espandersi. La vita umana ha rapidamente assunto quell'organizzazione che, nei parametri essenziali, è ben conosciuta da ognuno di noi, anche se viviamo in una delle strutture sociali più moderne e avanzate. Questo non è un fatto di per sé negativo: tutte le conquiste della civiltà umana sono una conseguenza dell'abbandono degli ecosistemi locali e della scelta di adottare l'agricoltura come perno di un modo di stare al mondo basato su processi culturali.

L'alto livello culturale raggiunto è, infatti, un chiaro segno del nostro successo, ma lo è anche la crescita esponenziale della popola-

zione umana. Se 11.000 anni fa si contavano 5 milioni di esseri umani, oggi la nostra consistenza numerica è di circa 6 miliardi. Siamo continuamente impegnati nella ricerca di cibo ma, ogni volta che giungiamo ad un qualche miglioramento delle tecnologie agricole, la dimensione della popolazione umana aumenta e ci sono dunque sempre nuovi individui che, da qualche parte, rischiano di morire di fame.

La grande massa degli esseri umani può risultare devastante per la Terra, per le sue specie e i suoi ecosistemi. E oggi, sulla soglia del terzo millennio, siamo noi la causa della grande crisi ambientale che si sta profilando all'orizzonte. Siamo noi a provocare la crisi della biodiversità, quasi un'estinzione di massa che sembra rivaleggiare con le cinque grandi estinzioni del passato geologico. Siamo la causa di quella crisi che da molti è detta *Sesta Estinzione*¹¹.

I valori della biodiversità

Le argomentazioni principali che vengono portate a sostegno dell'importanza della bio-

*Siamo la causa
di quella crisi
che da molti è detta
Sesta Estinzione*

diversità sono tre: 1) valori utilitaristici, 2) valori di 'servizio' degli ecosistemi, 3) valori che coinvolgono il nostro senso etico ed estetico. La maggior parte di noi fa uso di cellulari, computer, televisori, senza conoscerne il funzionamento. Allo stesso modo, quasi tutti abbiamo solo una vaga idea dell'origine dei cibi e delle medicine di cui facciamo uso. Ci risulta ancor più difficile capire l'importanza di specie ed ecosistemi che non forniscono prodotti da mangiare, da usare come carburante o come fonte di nuove medicine. Più indistinto e strano ci appare il senso di serenità e di appartenenza che alcuni abitanti delle città provano passeggiando in un bosco, su un prato o su una spiaggia pulita.

Queste tre tipologie di influenze del mondo naturale sull'uomo moderno corrispondono a tre diverse scale valoriali e sono cruciali per la vita attuale e futura della nostra specie sulla Terra.

Valori utilitaristici della biodiversità

In noi, donne e uomini moderni, allignano convinzioni sulla biodiversità che sono tanto errate quanto difficili da sradicare. Eccone alcuni esempi. La maggior parte di noi è convinta che le specie di piante, animali, funghi e microrganismi che l'umanità utilizza nella vita quotidiana siano solo qualche centinaio. Non è assolutamente vero! Esse sono almeno 40.000¹².

Molti sanno che il cibo che mangiamo proviene dai negozi di alimentari ma spesso non hanno la minima idea di quale sia la loro reale provenienza ed è diffusissima l'idea che la rivoluzione agricola si sia conclusa ormai da tempo e che abbiamo anche finito di estrarre dalla natura tutte le specie vegetali e animali adatte ad essere coltivate e allevate. Questo punto di vista è supportato dalla convinzione che ci sia un continuo miglioramento nella massa dei raccolti e nella loro resistenza alle malattie. Miglioramento che è visto come il frutto delle sempre più efficienti tecniche di riproduzione e, soprattutto, dei risultati quasi magici dovuti allo sviluppo delle biotecnologie¹³. Niente di tutto ciò potrebbe essere più lontano dalla verità.

Per capire come stanno le cose ci può essere d'aiuto lo stesso comportamento del mondo naturale. Come si sa, uno dei motori dell'evoluzione è costituito dalla selezione naturale: gli organismi più robusti e meglio adattati sopravvivono e si riproducono, trasmettendo ai loro discendenti le caratteristiche grazie alle quali sono riusciti a prosperare¹⁴. Ma la selezione da sola non è sufficiente. È indispensabile che ci sia un altro fattore a monte della selezione stessa: la variabilità genetica¹⁵. La selezione infatti ha senso solo se può agire su un insieme di caratteri diversi forniti dalle trasformazioni genetiche spontanee (le mutazioni) che si verificano in ogni generazione e che incrementano continuamente la variabilità genetica.

A prima vista potrebbe sembrare che l'uomo sia in grado di venire in aiuto alla natura, risparmiandole processi lentissimi ed incerti, attraverso interventi biotecnologici che permettono di inserire nuovi geni nelle piante e negli animali domestici. Ma i geni che vengono introdotti nelle cellule, devono pur avere una qualche provenienza. Non è possibile inventarli ex novo perché nessuno conosce a priori come debba essere fatto un gene capace di conferire una determinata caratteristica al vivente, né, tanto meno, in quale posizione della lunga molecola del DNA debba essere inserito. Il problema non si può risolvere che per via empirica. Come prima cosa devono essere individuati, in un organismo già esistente, quei geni che determinano la funzione desiderata; solo allora potranno essere estratti, manipolati e inseriti, con le tecniche dell'ingegneria genetica, nel DNA dell'organismo in cui si desidera che la caratteristica scelta si manifesti¹⁶. Ciò significa che si deve cercare nella natura la variante genetica che interessa. Ma se depauperiamo sempre più a fondo il patrimonio naturale di specie, a quale tesoro di varianti genetiche potremmo più attingere nel tempo presente e nel futuro?

Per molte piante coltivate disponiamo, fortunatamente, di un vero asso nella manica. Per secoli, o addirittura millenni, i contadini hanno pazientemente promosso la nascita e la moltiplicazione di innumerevoli razze di piante che meglio rispondevano alle par-

ticolari condizioni locali di clima e di suolo. Attraverso la semplice selezione artificiale, l'agricoltura ha prodotto una vasta riserva di variazione genetica. Questa riserva è oggi seriamente minacciata. Le varietà coltivate a poco a poco scompaiono a causa del passaggio di proprietà da piccoli gruppi familiari, che curavano i loro campi, a imprese agricole operanti su larga scala che hanno preferito restringere la coltivazione a poche varietà capaci di dare raccolti abbondanti e di assicurare prodotti di qualità¹⁷. Accanto a indubitabili successi sono emersi anche molti aspetti negativi. Ad esempio, le grandi imprese agricole hanno intensificato l'uso di fertilizzanti e pesticidi con conseguenti effetti dannosi su suoli, fiumi ed ecosistemi adiacenti. La perdita di varietà genetica ha reso le razze coltivate meno resistenti, minacciando seriamente il successo della massa agricola per il futuro. La variabilità genetica è la chiave del successo dell'agricoltura, in passato, nel presente e, anche se può sembrare assurdo, nel futuro. In realtà essa è la chiave per ogni positivo impiego di tutti i prodotti naturali.

Gli ecosistemi come fornitori di servizi

Perché, ci si potrebbe chiedere, dovremmo preoccuparci della salute degli ecosistemi locali se in gran parte non hanno niente a che fare con noi? Non potremmo vivere nel mondo insieme alle poche specie dalle quali sappiamo che dipende la nostra esistenza? No, non è possibile. Dopo 11.000 anni di accordo, di 'luna di miele' con l'agricoltura, ora incominciamo a capire di essere parte di un sistema globale costituito dalla somma di tutti gli ecosistemi locali ed esteso su tutta la superficie del pianeta che non deve essere messo a rischio. La Terra intera è la nostra casa: ci siamo nati, ci viviamo e ci dovremo restare se avremo ancora qualche probabilità di sopravvivere.

Qual è l'effetto della biosfera su di noi? Che cosa fa la biosfera per noi? Fa cose essenziali e assolutamente fondamentali; cose che in gran parte non vediamo, non apprezziamo e neanche capiamo fino in fondo, ma senza le quali la vita sulla Terra sarebbe impossibile

non soltanto per la nostra, ma per tutte le specie viventi.

Tra tutte, prendiamone in considerazione, a titolo di esempio, solo una: l'aria che respiriamo. Lo strato dell'atmosfera più vicino alla superficie della Terra è, per il 79%, costituito da un gas inerte, l'azoto; la quasi totalità del restante 21% è ossigeno. Il rapporto tra la quantità dei due gas è di grande importanza perché sarebbe sufficiente una concentrazione di ossigeno di poco superiore a favorire la propagazione di incendi difficilmente controllabili¹⁸.

Quando parliamo di aria e di respirazione abbiamo in mente, in genere, l'ossigeno, gas assolutamente essenziale per la vita della stragrande maggioranza degli organismi. È prodotto dalla *fotosintesi*, insieme di trasformazioni molecolari mediante le quali alcuni batteri e altri microrganismi più complessi, così come tutte le piante verdi, captano l'energia solare, la utilizzano per produrre zuccheri e liberano ossigeno come gas di scarto¹⁹. Anche se nessuno può seriamente pensare che la riserva atmosferica di ossigeno rischi in breve tempo di esaurirsi, è tuttavia importante sapere da dove proviene il rifornimento giornaliero di questo prezioso gas. Gran parte dell'ossigeno dell'atmosfera è prodotto dal "plancton fotosintetico", un insieme di organismi monocellulari che vivono subito sotto la superficie degli oceani dove la luce solare giunge senza incontrare ostacoli; la rimanente parte si deve all'attività fotosintetica delle piante di terraferma. Gli oceani rimangono l'ultima frontiera degli ambienti naturali relativamente non degradati, tuttavia le attività umane che si svolgono sulla terraferma iniziano ad avere conseguenze negative anche su di loro. Gli inquinanti che giungono in mare attraverso i fiumi o l'atmosfera, l'accumulo di rifiuti negli oceani (come le "isole di plastica"), la degradazione degli ecosistemi marini dovuta alla pesca intensiva e alle estrazioni di petrolio e minerali, incominciano ad avere conseguenze nefaste.

Non ci possono essere dubbi sul fatto che sul palcoscenico della vita umana la biosfera giochi un ruolo più importante di quanto siamo

abituati ad attribuirgli. Di fatto, siamo portati a dare per scontata l'esistenza degli altri viventi, ma potremo continuare a farlo solo finché i cicli della biosfera non risulteranno definitivamente compromessi. Ma allora sarà forse troppo tardi per rimediare.

Imperativi morali ed estetici

Anche se per vivere abbiamo bisogno di tutte le specie della biosfera e se, di fatto, ne utilizziamo molte come fonti di cibo, di acqua e di composti indispensabili per la vita, esiste tuttavia un terzo gruppo di motivi per cui dobbiamo avere cura della biosfera, opponendoci al suo degrado: quelli etici ed estetici. Più difficili da delineare con precisione in quanto travalicano i confini della scienza empirica, rappresentano tuttavia per moltissimi di noi le ragioni più convincenti per cercare di frenare la paventata Sesta Estinzione.

A costoro, perché siano rafforzati nel loro impegno, ma anche a tutti gli altri uomini perché prendano coscienza della necessità di aver cura della Terra, nostra *casa comune*, si è rivolto papa Francesco nella recente enciclica *Laudato si'*²⁰. Non è compito di questa relazione analizzare il documento papale, ma è opportuno, comunque, sottolinearne alcune caratteristiche fondamentali.

L'enciclica si presenta come un'attenta e puntuale opera di integrazione delle principali dimensioni della vita umana. Mette insieme aspetti della conoscenza scientifica e di quella popolare, la questione ambientale e quella socio-culturale, l'ecologia e l'economia, integrandoli tutti con la Rivelazione, la spiritualità e la fede. Una tale combinazione di prospettive diverse potrebbe dare l'impressione di un'accozzaglia alquanto disomogenea. Ma non è così. Il papa prende quasi per mano il lettore e lo conduce, passo dopo passo, a comprendere come tali molteplici visioni del mondo e della natura, si integrino in un'unica immagine di questa nostra casa comune²¹.

Il papa ricorda a più riprese e con chiarezza assoluta che siamo frammenti di un tutto, che siamo immersi nella natura e che, anzi, siamo parte di essa. Ricorda che la natura è

donato gratuito di Dio per il nostro benessere e la nostra felicità ma che non ne siamo gli unici destinatari; è donata anche a tutte le altre creature. Spiega, inoltre, come Dio ci parli attraverso tutto il creato e come, con la manifestazione divina della creazione e delle molteplici creature che ne fanno parte, ci insegni ad essere umani.

Senza dubbio, una delle novità più evidenti della *Laudato si'* è il forte vincolo che vi si stabilisce tra le conoscenze scientifiche, economiche e sociali e l'analisi fatta dalla prospettiva della fede e della spiritualità. Sebbene questa relazione ancora oggi metta a disagio molti, sia nei settori della ragione che in quelli della fede, si deve riconoscere che i vari modi di accostarsi alla realtà sono tra loro complementari e sono necessari per l'edificazione di una visione integrale dell'ecosistema globale e per lo sviluppo di una ecologia, anch'essa integrale, che assicuri un futuro all'umanità.

Il papa invita a superare ogni contrapposizione tra uomo e natura non mettendo in competizione la singolarità umana con la comunione delle creature, ma riconoscendo la comune destinazione a una pienezza trascendente. È questa l'indicazione che sembra emergere dall'intero corpo dell'enciclica: ciò che conta è in primo luogo trasformare il nostro *sguardo* sul cosmo, passando dall'arroganza dominatrice alla tenerezza che sa contemplarne la bellezza e la bontà.

Si tratta di adeguare lo sguardo dell'uomo allo sguardo di Dio, che contempla affettuosamente lo splendore della sua creazione. Si tratta anche, però, di intraprendere il cammino che trasforma un simile sguardo in pratiche rinnovate di cura dell'ecosistema, in orizzonti socio-culturali più ampi, in educazione e spiritualità.

NOTE

¹ E.P. ODUM, *Principi di Ecologia*, Piccin, Padova 1973, 79-85; F. CERFOLLI, *Il gusto dell'ecologia*, Sironi, Milano 2006, 42-43.

² M. SARÀ, *L'evoluzione costruttiva*, UTET, Torino 2005, 200.

- ³ M. BUIATTI, *La biodiversità*, Il Mulino, Bologna 2007, 8.
- ⁴ T. PIEVANI, *La teoria dell'evoluzione*, Il Mulino, Bologna 2006, 89.
- ⁵ C. DARWIN, *L'origine delle specie*, Zanichelli, Bologna 1982, 382.
- ⁶ Cfr. N. ELDREDGE, *Le trame dell'evoluzione*, Raffaello Cortina, Milano 2002.
- ⁷ E.P. SOLOMON - L.R. BERG - D.W. MARTIN, *Biologia*, EdiSES, Napoli 2011, 1096-1119.
- ⁸ V.I. VERNADSKIJ, *La biosfera e la noosfera*, Sellerio, Palermo 1999, 95.
- ⁹ N. ELDREDGE, *La vita in bilico*, Einaudi, Torino 2000, 202.
- ¹⁰ F.E. ZEUNER, «Coltivazione delle piante», in C. SINGER - E.J. HOLMYARD - A.R. HALL - T.I. WILLIAMS, *Storia della tecnologia*, vol. 1*, Bollati Boringhieri, Torino 2012, 358-381.
- ¹¹ M. BUIATTI, *La biodiversità*, Il Mulino, Bologna 2007, 91-94.
- ¹² N. ELDREDGE, *La vita in bilico*, Einaudi, Torino 2000, 213.
- ¹³ Cfr. M. BUIATTI, *Le biotecnologie*, Il Mulino, Bologna 2001.
- ¹⁴ D.J. FUTUYMA, *L'evoluzione*, Zanichelli, Bologna 2012, 294-307.
- ¹⁵ M. FERRAGUTI - C. CASTELLACCI (a cura di), *Evoluzione. Modelli e processi*, Pearson, Milano-Torino 2011, 214-219.
- ¹⁶ Cfr. G. GAVAZZI, *Biotecnologie vegetali*, Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna 2010.
- ¹⁷ Cfr. M. KHOR, *Proprietà intellettuale, biodiversità e sviluppo sostenibile*, Baldini Castoldi Dalai, Milano 2004.
- ¹⁸ T.H. VAN ANDEL, *Storia della Terra*, Bollati Boringhieri, Torino 2015, 242-246.
- ¹⁹ B. ALBERTS - D. BRAY - J. LEWIS - M. RAFF - K. ROBERTS - J.D. WATSON, *Biologia molecolare della cellula*, Zanichelli, Bologna 1995, 436-454.
- ²⁰ FRANCESCO (JORGE MARIO BERGOGLIO), *Laudato si'. Lettera enciclica sulla cura della casa comune*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2015.
- ²¹ Cfr. G. NOTARSTEFANO (a cura di), *Abiterai la terra*, AVE, Roma 2015; S. MORANDINI, *Laudato si'. Un'enciclica per la Terra*, Cittadella, Assisi 2015.