

Aurelio Angelini, Piergiorgio Pizzuto

Manuale di ecologia, sostenibilità ed educazione ambientale

I cambiamenti climatici pongono con urgenza un profondo ripensamento della società, dell'economia e degli stili di vita, insomma un *cambio di rotta*.

Gli autori, attraverso la Teoria Generale dei Sistemi, descrivono l'impatto esercitato dalle attività umane sugli ecosistemi e sulla qualità della vita. La crisi ecologica e i rischi globali evidenziano la necessità di costruire un futuro più sicuro, più equo e più responsabile che poggia su tre grandi questioni: la conservazione dell'ambiente e delle sue risorse in condizioni di stabilità climatica, lo sviluppo sostenibile basato sulla *carring capacity* e l'educazione ambientale.

Il volume si articola in tre parti: nella prima si affrontano la conoscenza e la tutela della natura, nella seconda il profilo della scienza della sostenibilità e infine, nella terza parte, si traccia l'educazione ad una società sostenibile in grado di realizzare una nuova società basata sull'ambiente, parsimoniosa nel prelievo di risorse trasformate con energia da fonti rinnovabili, che produca meno rifiuti, riciclandoli in modo da ridurre la pressione sui sistemi naturali globali.

Il testo, presentando i fondamenti dell'ecologia in una prospettiva interdisciplinare attraverso una lettura sociologica, economica e epistemologica della crisi ambientale, per la sua impostazione manualistica e il taglio di inquadramento e descrizione delle tematiche, costituisce uno strumento indispensabile per lo studio della materia.

Aurelio Angelini, docente di Sociologia dell'Ambiente ed Ecologia nell'Università di Palermo, presso l'Università IULM di Milano insegna Ambiente e Sviluppo Sostenibile. È presidente del comitato scientifico Dess Unesco, direttore della Fondazione Patrimonio Unesco e componente del comitato scientifico IYPE Earth Sciences for Society per l'Anno Internazionale del Pianeta Terra dichiarato dall'Onu. Tra le ultime pubblicazioni ricordiamo: *Metropoli, sostenibilità e governo dell'ambiente* (2004); *La Società dell'ambiente* (2004); *Mediterraneo 2010. Ostacoli, opportunità, scenari* (2007); *Mediterraneo. Città, culture, ambiente, governance, migranti* (2007).

Piergiorgio Pizzuto insegna Fondamenti di Ecologia nell'Università di Palermo. Dalla metà degli anni novanta è attivo nelle maggiori associazioni ambientaliste: con la Rete di Lilliput porta avanti iniziative di partecipazione democratica per il miglioramento della qualità della vita urbana, per il Wwf è impegnato nel campo dell'ecoturismo e della sensibilizzazione ambientale, con le associazioni Vas Onlus e Green Cross International realizza iniziative di divulgazione, educazione e formazione ecologica. Fondatore dell'associazione Yellow Hop Onlus, collabora con Claudio Longo nella sperimentazione di workshop sulla didattica delle scienze naturali.

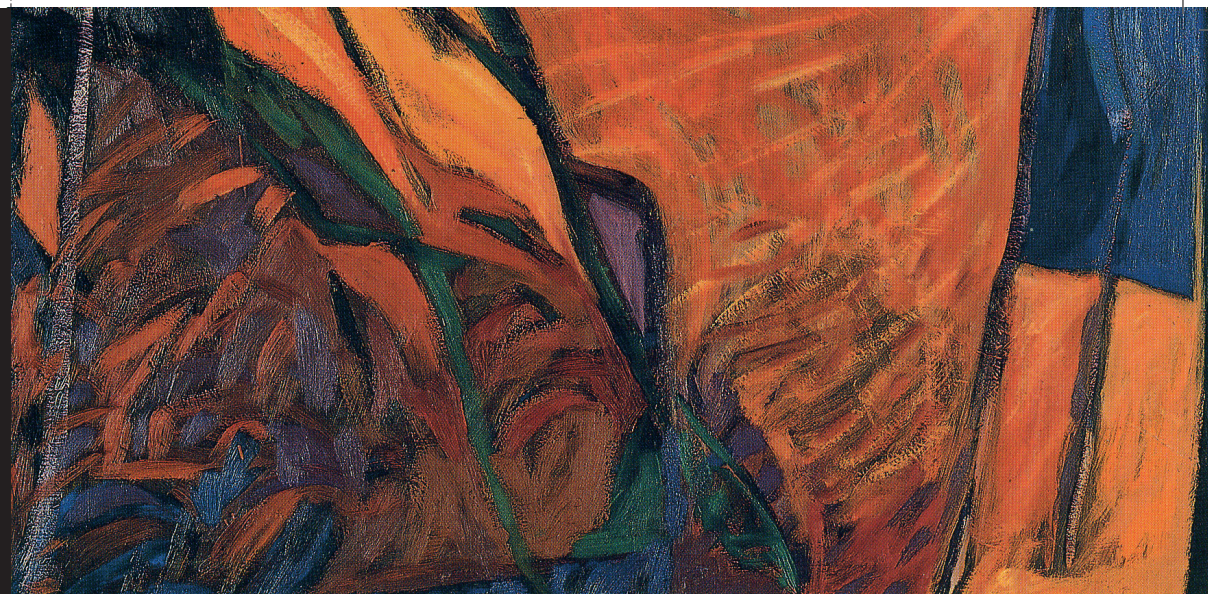
ISBN 978-88-464-8955-5



€ 24,00 (U)

1520.585

A. ANGELINI, P. PIZZUTO Manuale di ecologia, sostenibilità ed educazione ambientale



Aurelio Angelini, Piergiorgio Pizzuto

Manuale di ecologia, sostenibilità ed educazione ambientale

Introduzione di Gianni Mattioli e Massimo Scalia

Collana
di sociologia

FrancoAngeli

Indice

Presentazione, di *Claudio Longo*

Introduzione, di *Gianni Mattioli e Massimo Scalia*
Le sfide della sostenibilità

Parte prima **Conoscere e tutelare la natura**

1. La Teoria Generale dei Sistemi e la Scienza della Complessità

1. Il punto di svolta verso l'approccio sistemico
2. La Teoria Generale dei Sistemi
3. Ecologia
4. Complessità e teoria del caos

2. L'impatto antropico e lo stato del pianeta

1. L'Antropocene
2. L'impatto antropico globale e lo stato del pianeta

3. Energia, cambiamenti climatici e rifiuti

1. Energia
2. Energie non rinnovabili
3. Fonti energetiche rinnovabili
4. Cambiamento climatico ed effetto serra
5. I rifiuti

4. La conservazione della natura

1. La biologia della conservazione

2. Biodiversità ed ecosistemi
3. Le cause della perdita di biodiversità
4. Ecologia della popolazione
5. La conservazione a livello di specie/popolazione
6. La conservazione a livello di ecosistemi

Parte seconda

La scienza della sostenibilità

5. La sostenibilità dello sviluppo

1. La nascita della coscienza ambientale
2. Sostenibilità: storia internazionale di un'idea
3. La Conferenza di Stoccolma 1972
4. La Strategia Mondiale della Conservazione e le convenzioni internazionali
5. Il Rapporto Brundtland
6. La Conferenza di Rio de Janeiro 1992
7. Il Vertice di Johannesburg 2002

6. Quale sostenibilità

1. Verso una definizione
2. Le due scuole della sostenibilità
3. Gli indicatori dello sviluppo sostenibile
4. Gli strumenti per la sostenibilità

7. Società, globalizzazione e stili di vita

1. Il primato della cultura
2. Una nuova etica per la sostenibilità
3. La stagione dello sviluppismo
4. La globalizzazione
5. Il sistema di Bretton Woods
6. Gatt, Wto e commercio internazionale
7. Globalizzazione ed agricoltura: lo scontro Nord/Sud
8. Lo stile di vita sostenibile

8. Una nuova economia per la sostenibilità

1. L'economia tra crescita e sviluppo
2. Il reddito come guida per una condotta prudente
3. Il problema dell'esternalità
4. Il valore economico della natura
5. Dall'economia neoclassica all'economia ecologica

6. Gli indicatori economici per la sostenibilità
7. La contabilità ambientale
8. Gli strumenti economici

Parte terza

L'educazione al cambiamento

9. Dall'educazione ambientale all'educazione allo sviluppo sostenibile

1. Verso una definizione di educazione ambientale
2. L'evoluzione del modo di intendere l'educazione ambientale
3. Il percorso dell'EA a livello internazionale
4. L'educazione allo sviluppo sostenibile
5. Il Decennio dell'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile

10. Verso un'ecologia del conoscere e dell'apprendere

1. Dalle parti al tutto
2. L'interdisciplinarietà: un nuovo imperativo categorico
3. I paradigmi epistemologici di Gregory Bateson
4. Il contesto fissa il significato
5. Verso delle linee guida per un'educazione ecologica
6. La ricerca della struttura che connette
7. Dalla quantità alla qualità
8. Il bello di apprendere
9. L'emozione d'apprendere
10. Una nuova alleanza globale per il cambiamento

Bibliografia ragionata

“Un poeta, guardando questa pagina, si accorge subito che dentro c’è una nuvola. Senza la nuvola, non c’è pioggia, gli alberi non crescono; e senza alberi, non possiamo fare la carta. La nuvola è indispensabile all’esistenza della carta. Se c’è questo foglio di carta, è perché c’è anche la nuvola. Possiamo allora dire che la nuvola e la carta inter-sono.

‘Interessere’ non è ancora riportato dai dizionari, ma, unendo il prefisso ‘inter’ e il verbo ‘essere’, otteniamo una nuova parola: inter-essere. Nessuna nuvola, nessuna carta: per questo diciamo che la nuvola e il foglio inter-sono.

Guardando più in profondità in questa pagina, vedremo anche brillare la luce del sole. Senza luce del sole le foreste non crescono. Niente cresce in assenza della luce solare, nemmeno noi. Ecco perché in questo foglio di carta splende il sole. La carta e la luce del sole inter-sono. Continuiamo a guardare: ecco il taglialegna che ha abbattuto l’albero e l’ha trasportato alla cartiera dove è stato trasformato in carta. Sappiamo che l’esistenza del taglialegna dipende dal suo pane quotidiano, quindi in questo foglio di carta c’è anche il grano che è finito nel pane del taglialegna. C’è altro: i genitori del nostro taglialegna. Guardando in questo modo, comprendiamo che la pagina che stiamo leggendo dipende da tutte quelle cose.

Se guardiamo ancora più in profondità, vedremo nel foglio anche noi. Non è difficile capirlo: quando guardiamo un foglio di carta, il foglio è un elemento della nostra percezione. La vostra mente è lì dentro, e anche la mia. Nel foglio di carta è presente ogni cosa: il tempo, lo spazio, la terra, la pioggia, i minerali del terreno, la luce del sole, la nuvola, il fiume, il calore.

Ogni cosa co-esiste in questo foglio. ‘Essere’ è in realtà inter-essere: per questo dovrebbe trovarsi nei dizionari. Non potete essere solo in virtù di voi stessi, dovete inter-essere con ogni altra cosa. Questa pagina è, perché tutte le altre cose sono. Proviamo a restituire uno degli elementi che la compongono alla sua fonte; restituiamo ad esempio al sole la sua luce. Esisterebbe ancora questo foglio di carta? No, senza luce solare niente può esistere. Se riassorbissimo il taglialegna nei suoi genitori, di nuovo nessun foglio di carta. La realtà è che questo foglio di carta è fatto di ‘elementi di non-carta’. Se restituiamo tutti gli elementi di non carta alla loro origine, non ci sarà più alcun foglio di carta. Niente ‘elementi di non carta’ (la luce del sole, il taglialegna, la mente, eccetera), niente carta. Questo foglio, così sottile, contiene tutto l’universo”.

Thich Nhat Han, *Essere pace*

Presentazione

di *Claudio Longo*

Questo è un libro per chi è già appassionato o per lo meno fortemente interessato ai problemi ambientali. Non vuol sedurre, vuole informare. E bisogna dire che riesce proprio bene in questo intento.

Cambiamento di rotta significa passare da un'economia di rapina basata solo sul presente a un'economia rispettosa del futuro: futuro dell'umanità, futuro del pianeta... Più che un cambiamento, è un'inversione: dalla crescita senza limiti allo sviluppo sostenibile, alla decrescita. Per capire la necessità di questa inversione di rotta bisogna mettere insieme tante conoscenze provenienti da discipline scientifiche diversissime: fisica, chimica, scienze della Terra, biologia, ecologia... Ma tutte queste scienze non bastano ancora per capire: bisogna considerare anche gli aspetti umani. Aspetti filosofici ma anche economici, giuridici, politici, organizzativi, educativi... Mi sembra che in altri libri del genere questi aspetti siano presenti in misura più scarsa di quelli scientifici. Qui invece troviamo equamente rappresentati i due poli opposti: la natura da una parte, la società umana dall'altra. E questo secondo aspetto non si limita alla collettività, ma va anche ad esplorare nella psiche del singolo. L'ultimo capitolo parla infatti della bellezza dell'apprendere. Ci suggerisce che imparare a riconoscere il nostro giusto posto nell'universo è per prima cosa bellezza ed emozione. Ci si potrebbe aspettare una lunga lista di divieti arcigni e invece il messaggio è: "entra con gioia in questa nuova visione del mondo. È molto più bello saperci connessi con innumerevoli fili a tutto il resto dell'universo anziché vederci come dominatori assoluti".

Un altro pregio di questo volume è la ricchissima bibliografia: più di 300 voci messe saggiamente a piè di pagina anziché tutte in fondo (chi le guarderebbe più?) e indicate nel testo con sobrietà, in modo da non intralciare troppo la lettura. Questa bibliografia può essere un avvio sia verso nuove letture che verso una proficua navigazione in internet.

Mi auguro dunque che questo libro possa contribuire a formare una nuova generazione di combattenti per l'ambiente.

Introduzione

di *Gianni Mattioli e Massimo Scalia*

One of the questions I am frequently asked when I am speaking in various countries is, given the environmental problems that the world is facing, can we make it? That is, can we avoid economic decline and civilizational collapse? My answer is always the same: it depends on you and me, on what you and I do to reverse these trends. It means becoming politically active. Saving our civilization is not a spectator sport.

Lester Brown

Le sfide della sostenibilità

La relazione tra uomo e natura è sempre stata il fondamento dell'evoluzione dell'umanità sul pianeta Terra. L'intreccio indissolubile tra ambiente, cultura ed economia ha determinato nell'arco della storia dell'uomo il sorgere ed il tramontare di un'infinità di tipologie di sistemi sociali. Dalle originarie società di sussistenza all'attuale sistema globalizzato del libero mercato l'umanità ha percorso una moltitudine di strade differenti alla ricerca di una ottimizzazione del proprio modo di vivere. Oggi è dominante la convinzione di essere riusciti nel perseguimento di un tanto ambizioso, quanto naturale, obiettivo: l'*homo sapiens* è stato capace in un tempo relativamente breve di affrancarsi dalle forze imprevedibili e dominanti della natura. Grazie alla scoperta delle leggi che governano il pianeta è stato in grado di inventare tecniche e strumenti che operano al proprio servizio al fine di rendere sempre più agevole l'accesso alle risorse e sempre più certa la propria sopravvivenza e diffusione. Indubbiamente l'evoluzione della scienza e della tecnologia è la più grande conquista dell'umanità, che mai è andata avanti in questi campi quanto negli ultimi secoli della propria storia. Questo enorme successo ha d'altro canto portato con sé dei frutti inattesi che oggi, entrati nel terzo millennio, si mostrano estremamente insi-

diosi, minando alle fondamenta stesse lo sviluppo così tenacemente perseguito. Quei benefici che l'uomo ha sempre tratto dagli ecosistemi di cui è parte rischiano di non essere più disponibili. Le pressioni e gli impatti crescenti a cui sono stati sottoposti ne hanno determinato un deterioramento in molti casi non più sanabile. Il rischio è che non possano più garantire l'apporto di risorse sulle quali l'uomo ha costruito e continua a fondare il proprio benessere.

Nel corso della millenaria lotta che l'uomo ha condotto per affrancarsi dalle forze della natura, man mano che si è sentito più sicuro e "vincente", ha incominciato a ritenersi quasi estraneo ed indipendente dalla natura. Ha spinto talmente avanti la sfida contro la natura dal dimenticarsi di farne parte e di esserne comunque dipendente, qualsiasi tecnologia o nuova scienza possa essere in grado di creare. Oggi la nuova sfida per l'uomo consiste proprio nel riuscire a mantenere la propria sicurezza e a sviluppare ulteriormente la qualità della vita tenendo conto del fatto che fa parte degli ecosistemi da cui dipende e che degradarli al punto da non renderli più produttivi significherebbe suggellare la propria stessa fine.

Mikhail Gorbachev, premio Nobel per la pace e presidente di Green Cross International, è convinto che non una sola sia la sfida da affrontare e così esprime il suo lucido pensiero politico nella prefazione al rapporto sullo *Stato del Pianeta 2005* del Worldwatch Institute: "Sono convinto che oggi il mondo abbia di fronte a sé tre sfide collegate tra loro: quella della sicurezza (che comprende i rischi associati alle armi di distruzione di massa e al terrorismo), quella della povertà e del sottosviluppo e quella della sostenibilità ambientale.

La prima deve essere affrontata innanzitutto mettendo in sicurezza e distruggendo gli arsenali mondiali delle armi di distruzione di massa. [...]

Le nazioni industrializzate devono devolvere maggiori risorse alle nazioni ed alle regioni più povere del mondo. I progetti ufficiali di sviluppo attuati dalle nazioni più industrializzate rappresentano ancora solo una minima percentuale del loro Pil, e non rispondono agli obiettivi stabiliti oltre dieci anni fa all'*Earth Summit* di Rio. La crescente disparità tra ricchi e poveri e l'assurda allocazione delle poche risorse disponibili a favore del consumismo e della guerra non possono continuare. Se questo trend proseguirà, d'ora in avanti dovremo aspettarci scommesse e minacce sempre più pesanti.

A proposito dell'ambiente, bisogna accettare che le risorse del pianeta siano limitate. Distruggere queste risorse vuol dire perderle nel futuro immediato, con conseguenze potenzialmente terribili per tutte le regioni del mondo. [...]

Serve una *glasnost* globale – apertura, trasparenza e dialogo pubblico – grazie alla quale nazioni, governi e cittadini possano oggi costruire il con-

senso sulle scommesse da affrontare. Ma servono anche politiche di “impegno preventivo”, solidarietà individuale ed internazionale, e azioni che rispondano, in modo sostenibile e non violento, alle sfide della povertà, delle malattie, del degrado ambientale e dei conflitti.

Siamo ospiti della natura, non suoi padroni, perciò dobbiamo elaborare un nuovo paradigma per lo sviluppo e per la risoluzione dei conflitti, basato su una nozione di costi e di benefici che tenga conto di tutti, nel pieno rispetto dei limiti della natura e non imposto unicamente dalla tecnologia e dal consumismo”¹.

Che il problema della crisi ambientale sia divenuto oggi una questione di sicurezza è attestato tra l’altro dal tema proposto per il 2005 dal rapporto del Worldwatch Institute, uno tra i più autorevoli osservatori sui trend ambientali del pianeta. Il report del 2005 pone la sicurezza globale al centro del dibattito sulla situazione geopolitica planetaria e sulle possibili evoluzioni future degli attuali fragili equilibri ecologici. L’attentato dell’11 settembre, la guerra in Iraq e il diffondersi del terrorismo dimostrano il crescere delle tensioni internazionali. Gli obiettivi del millennio (Millennium Goals) sono ancora lontani dall’essere perseguiti: i grandi squilibri e le grandi ingiustizie del pianeta continuano ad esistere, anzi in molti casi i trend indicano peggioramenti. L’economie dei paesi industrializzati vedono crescere la loro ricchezza sempre più. Gli organismi internazionali sono fermamente convinti e consci dell’urgenza con cui è necessario affrontare la sfida della sostenibilità in modo integrato sul piano sociale, su quello ambientale e su quello economico, e indicano la strada alle nazioni grazie a convenzioni e trattati multilaterali, che stentano ad essere applicati. Il risultato è l’acuirsi dei conflitti, il crescere dei rischi connessi ad un mondo che si fa sempre più iniquo e sempre meno salubre, e di conseguenza sempre più insicuro. A tal proposito Lester Brown, fondatore e presidente del Worldwatch Institute sino al 2000, fa notare che “quando il deteriorarsi del rapporto dell’uomo con la natura sarà visto in prospettiva e diventerà più chiara la necessità di un adattamento, i governi saranno costretti a ridefinire il concetto tradizionale di sicurezza nazionale. Le preoccupazioni per la sicurezza di una nazione sono indubbiamente antiche quanto lo stesso Stato nazionale, anche se solo dopo la Seconda Guerra Mondiale hanno acquistato un carattere prevalentemente militare. Ma i timori nei confronti di eventuali minacce esterne sono diventati così dominanti nelle deliberazioni sulla sicurezza nazionale da far ignorare altre minacce. Il deterioramento dei sistemi biologici, il progressivo esaurirsi delle risorse di combustibili

1. Worldwatch Institute, *State of the World 2005, Sicurezza globale*, Edizioni Ambiente, Milano, 2005, pp. 25-26.

fossili e le tensioni economiche causate dalla scarsità di risorse rappresentano altrettante minacce, derivanti non tanto dalle relazioni tra nazione e nazione quanto dal rapporto dell'uomo con la natura"². Lo stesso Segretario Generale dell'Onu, Kofi Annan ha espresso più volte preoccupazione riguardo al problema della sicurezza. Secondo il Segretario Generale i rischi scaturiscono in gran parte dall'attuale modello di concentrazione delle ricchezze che esclude la maggior parte della popolazione della terra dalla possibilità di avere accesso alle risorse indispensabili alla sopravvivenza. Così si rivolge all'Assemblea Generale nel 2003, nel tentativo di aprire una breccia tra le più ricche nazioni del mondo: "Oggi capiamo con agghiacciante chiarezza che un mondo dove molti milioni di persone sono sottoposte a una brutale oppressione e a una miseria estrema non sarà mai completamente sicuro, nemmeno per i più privilegiati tra i suoi abitanti"³.

Nel 2005 è stato pubblicato il report di più grande valore che le Nazioni Unite abbiano mai prodotto sullo stato attuale degli ecosistemi terrestri e sui loro probabili scenari futuri. Il *Millenium Ecosystem Assessment* è il risultato di quattro anni di lavoro che hanno coinvolto l'intero sistema delle Nazioni Unite dedito alle questioni ambientali (l'Unep, l'Undp, la Fao e l'Unesco), le quattro convenzioni internazionali (zone umide, specie migratrici, biodiversità e clima), le più autorevoli istituzioni scientifiche come l'International Council for Science (Icsu) e prestigiose organizzazioni come la World Conservation Union (Iucn). Il prezioso report tenta di chiarire le interrelazioni che legano gli ecosistemi al benessere umano e la loro potenzialità nel ridurre la povertà umana. Viene conferita centralità ai vantaggi che gli ecosistemi sono in grado di fornire all'umanità. Sono quattro i servizi fondamentali che l'uomo ha sempre ricevuto dalla natura e senza i quali metterebbe in pericolo la sua stessa sicurezza e sopravvivenza:

1. fornitura di risorse naturali come acqua dolce, cibo, combustibili, fibre, sostanze biochimiche, medicine naturali, informazioni genetiche;
2. regolazione dei processi come il clima, la qualità dell'aria e dell'acqua, l'erosione, le malattie umane, il ciclo idrico, il trattamento degli scarti e il controllo biologico;
3. formazione del suolo, mantenimento del ciclo dei nutrienti e produzione primaria;
4. benefici non materiali: religiosi, spirituali, culturali, ricreativi, estetici, educativi.

2. Brown L.R., *Il 29° giorno. Dimensioni e bisogni della popolazione umana e risorse della Terra*, Sansoni Editore, Firenze, 1980.

3. United Nations, "Secretary-General's Address to the General Assembly", New York, 23 settembre 2003.

Sottolineare l'importanza di questi servizi, seppure in un'ottica essenzialmente antropocentrica, ha una connotazione politica eccezionale, in quanto significa avallare definitivamente le preoccupazioni per la salute del pianeta e stimolare profondamente il dibattito politico internazionale nella direzione di prendere delle misure concrete per arginare i danni dilaganti e cambiare rotta. Con la pubblicazione del *Millenium Ecosystem Assessment* è diventato finalmente impossibile negare che "l'importanza dei sistemi naturali per la specie umana è centrale proprio per garantire il nostro benessere e ciò costituisce il motivo essenziale per cui la nostra azione dovrebbe mantenersi nell'ambito delle capacità di carico degli ecosistemi che ci sostengono. Ce lo dicono chiaramente tutti gli studiosi che da tempo lavorano sulle interrelazioni tra sistemi naturali e sistemi sociali per individuare, concretamente, quali sono le strade efficaci da prendere per attuare la sostenibilità del nostro sviluppo e che hanno allacremenente collaborato alla stesura del *Millenium Ecosystem Assessment*"⁴.

Oggi sappiamo con attendibilità scientifica che il limite della capacità di carico della Terra è già stato oltrepassato dal carico totale delle attività umane. Secondo i calcoli di Wackernagel⁵ l'impronta ecologica dell'umanità ha superato il limite della capacità di carico della Terra agli inizi degli anni ottanta. Da allora il pericoloso superamento della soglia si è notevolmente accresciuto, giungendo all'inizio del 2003 al 25%. In altri termini sarebbe necessario un pianeta Terra più grande di un quarto per reggere l'attuale carico antropico. Il deficit ecologico causato dal superamento del limite di carico del pianeta comporterà un caro prezzo che dovranno pagare le future generazioni, se ne saranno in grado. Il punto più critico della sfida ecologica è proprio questo: sarà in grado l'umanità di riportare il proprio impatto dentro i limiti del pianeta?

Gli scenari futuri previsti da Donella e Dennis Meadows e da Jorgen Randers nel loro recente *I nuovi limiti dello sviluppo*⁶ sono a questo proposito illuminanti. Costruiti grazie alla messa a punto di un modello previsionale complesso (*World 3*) che tiene conto di un limitato numero di fattori determinanti, come popolazione, alimenti, prodotto industriale, risorse ed inquinamento, impronta ecologica e indice di benessere, speranza di vita, servizi e beni di consumo pro capite, illustrano 10 potenziali situazioni

4. Bologna G., *Sicurezza e sostenibilità*, in "Worldwatch Institute", op. cit., p. 14.

5. Wackernagel et al., *Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy*, in "Proceedings of the Academy of Science", 99, n. 14, Washington, 2002, pp. 9266-71, www.footprintnetwork.org/newsletters/gfn_blast_0610.html.

6. Meadows D., Meadows D., Randers J., *I nuovi limiti dello sviluppo. La salute del pianeta nel terzo millennio*, Mondadori, Milano, 2006.

mondiali future. Nonostante le notevoli differenze gli scenari possono essere classificati in due tipologie principali. In seguito al superamento del limite di carico del pianeta alcuni scenari prevedono il collasso della popolazione e del benessere dell'umanità, mentre altri presentano dapprima delle oscillazioni e poi via via il rientro stabile al di sotto della soglia di carico massimo. I primi risultano piuttosto drammatici e dipendono dal perdurare degli attuali trend o da cambiamenti non sufficientemente ampi o tempestivi. I secondi rappresentano un futuro più stabile e sicuro e si realizzerebbero solo nel caso di un netto e puntuale cambio di rotta degli orientamenti attualmente dominanti. Il collasso potrà essere evitato se vengono prese delle misure che portano alla stabilizzazione della popolazione mondiale e del prodotto industriale e se vengono introdotte tecnologie in grado di abbattere l'inquinamento, tutelare le risorse e migliorare le rese della produzione agricola senza deteriorare il suolo. Secondo i Meadows e Jorgen Randers, è questa la società sostenibile: 8 miliardi di persone che vivono con un indice di benessere elevato e tuttavia riescono a mantenere in costante declino la propria impronta ecologica.

Se invece dovessero continuare i trend attuali riguardo il livello di utilizzo delle risorse, la produzione industriale ed alimentare, l'andamento demografico, l'inquinamento e l'impronta ecologica dell'umanità, intorno al 2020 avrà inizio una crisi senza precedenti. La crescita si arresterà a causa della riduzione delle risorse non rinnovabili. Il crollo della produzione industriale ed alimentare determinerà l'abbassamento della speranza di vita e farà aumentare il tasso di mortalità medio.

Uno dei più gravi fattori di rischio per il futuro dell'umanità è costituito dai cambiamenti climatici che attualmente hanno messo in allarme l'intera comunità internazionale. L'ultimo rapporto dell'Ipcc (Intergovernmental Panel on Climate Change) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis* presenta un quadro inequivocabile delle cause e dell'entità dei cambiamenti climatici in atto. L'organismo delle Nazioni Unite, istituito nel 1988 dall'Organizzazione Mondiale per la Meteorologia (Wmo – World Meteorological Organization) e dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite (Unep – UN Environment Programme) stima con una probabilità che va dal 90% al 95% che il riscaldamento del pianeta registrato negli ultimi 55 anni sia dovuto all'aumento della concentrazione atmosferica globale dei gas ad effetto serra di origine antropogenica (emissioni da combustibili fossili, agricoltura e cambio d'uso del territorio). Secondo l'Ipcc, "il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, poiché attualmente appare evidente dall'osservazione degli aumenti delle medie globali delle temperature atmosferiche ed oceaniche, del diffuso scioglimento di nevi e ghiacciai, e del pericoloso aumento globale del livello del

mare”⁷. Le proiezioni climatiche al 2100 prevedono che l’incremento della temperatura possa giungere fino a 6.4° C, con potenziali conseguenze catastrofiche per larghe fasce della popolazione mondiale.

Questo libro vuole dimostrare l’urgenza di un cambio di rotta, si interroga su quale debba essere la sua natura e ne individua la forza e l’efficacia nella sinergica azione in campi di intervento differenti ma interconnessi: ambiente, società, cultura ed economia. La tesi che si vuole sostenere è che il cambio di rotta verso un futuro più sicuro, più equo e più responsabile è possibile, ma necessita dell’opera correlata di tre macro strumenti: la conservazione e la tutela dell’ambiente, lo sviluppo sostenibile e l’educazione ambientale.

Per affrontare un argomento tanto complesso e per renderne evidenti i nessi ed i presupposti viene affrontato il tema del rapporto uomo-ambiente in una prospettiva interdisciplinare. Si intrecciano i contributi dell’ecologia, della sociologia, dell’economia, della pedagogia e dell’epistemologia al fine di costituire una rete di informazioni adeguata a descrivere le complesse problematiche che scaturiscono dall’interrelazione uomo-natura. Tale rete viene costruita a partire da un approccio sistemico ed olistico. Tenendo sempre presente che “la mappa non è il territorio” si invitano i lettori a non farsi prendere dalla tentazione di identificare la descrizione della realtà con la realtà stessa. Quest’ultima non è riducibile ad una singola descrizione. La natura complessa del reale costituisce il primo e più ampio limite di questa trattazione, che ovviamente non ambisce ad alcuna forma di esaustività. Trattare della relazione tra l’uomo e la natura oggi significa rivolgere l’attenzione non solo all’ecologia, alla biologia della conservazione, alla sociologia, all’etica, all’economia, ma anche alla scienza della sostenibilità, unica tra le scienze nata con lo scopo di elaborare un quadro di soluzioni adeguato al contesto attuale. Come scrive a tal proposito Gianfranco Bologna, direttore scientifico del Wwf Italia e segretario generale della Fondazione Aurelio Paccei, sezione italiana del Club di Roma: “Trattare della sostenibilità dello sviluppo significa trattare delle questioni più importanti e cruciali per il presente e il futuro delle società umane su questo pianeta. Significa affrontare le modalità di utilizzo delle risorse naturali, la crescita della popolazione umana, gli stili di vita e i modelli di consumo delle società, la nostra interazione con i sistemi naturali, il mantenimento delle dinamiche evolutive della biodiversità sulla Terra, il ruolo della tecnologia, il ruolo della scienza e della conoscenza, il ruolo dell’agire politico, il ruolo della *governance*”⁸.

7. Ipcc, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*, Wmo, Unep, Ginevra, 2007.

8. Bologna G., *Manuale della Sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro*, Edizioni Ambiente, Milano, 2005, p. 118.

Vista la vastità e la complessità del tema, la trattazione è stata divisa in tre parti, tra loro fortemente interconnesse.

Nella prima parte viene delineato il quadro delle attuali conoscenze scientifiche facendo riferimento soprattutto alla Teoria Generale dei Sistemi, alla termodinamica, agli insegnamenti dell'ecologia ed alle strategie della conservazione della natura. Vengono presentati i dati, allo stato attuale delle ricerche su scala planetaria, sull'impatto esercitato dalle attività umane sugli ecosistemi e sul benessere e la qualità della vita dei popoli della terra. Infine si forniscono elementi di ecologia e di biologia della conservazione. Nella seconda parte, viene chiarito il concetto di sviluppo sostenibile nella sua evoluzione storica e nella sua affermazione attuale, tenendo presenti tutte le implicazioni determinanti nei cosiddetti tre pilastri dello sviluppo: ambiente, società ed economia in una prospettiva integrata. Si enucleano gli strumenti atti ad una riconversione sostenibile delle modalità di produzione e consumo verso modelli equi di allocazione delle risorse ed una attenta conservazione del patrimonio naturale, considerando anche le problematiche relative sia alla "governance" che agli stili di vita. La terza ed ultima parte è dedicata agli aspetti relativi alla pedagogia ed all'epistemologia. Viene presentata brevemente l'evoluzione storica che ha condotto l'educazione ambientale ad abbracciare i contenuti e gli approcci della sostenibilità. Infine, applicando i principi dell'ecologia del conoscere alla pedagogia, vengono proposte delle linee guida per la didattica e la formazione ecologica.

Parte prima

Conoscere e tutelare la natura

1. La Teoria Generale dei Sistemi e la Scienza della Complessità

La nuova visione della realtà si fonda sulla consapevolezza dell'essenziale interrelazione e interdipendenza di tutti i fenomeni: fisici, biologici, psicologici, sociali e culturali. Essa trascende gli attuali confini disciplinari e concettuali e sarà perseguita all'interno di nuove istituzioni.

*Fritjof Capra*¹

1. Il punto di svolta verso l'approccio sistemico

Nella seconda metà del secolo scorso si è avviata una revisione profonda dei presupposti teorici su cui pone le sue fondamenta l'approccio scientifico tradizionale. Nell'arco di alcune decine d'anni le importanti scoperte nel campo della relatività, della termodinamica, le ricerche sul linguaggio e sulla cibernetica, le teorie dell'informazione e i progressi della giovane ecologia, hanno portato alla nascita ed al consolidamento della Teoria Generale dei Sistemi.

Il matematico Anatol Rapoport, l'economista Kenneth Boulding, il fisiologo Ralph Gerard e il biologo Ludwig von Bertalanffy² possono essere considerati i fondatori di questa teoria che ha rivoluzionato le basi dell'approccio scientifico newtoniano-cartesiano. Sono stati loro a dar vita nel 1954, in occasione del congresso annuale dell'American Association for the Advancement of Science (Aaas), l'autorevole istituzione scientifica che pubblica la prestigiosa rivista *Science*, al progetto di una Società per la Teoria Generale dei Sistemi.

In quegli anni molti studiosi e scienziati confluirono in quel "progetto", i cui approfondimenti e le cui ricerche condussero ad un nuovo approccio

1. Capra F., *Il punto di svolta. Scienza, società e cultura emergente*, Feltrinelli, Milano, 1984, p. 221.

transdisciplinare ed antiriduzionista, che molto ha aiutato a comprendere l'origine e il ruolo dell'incertezza e della complessità nella scienza. Un grande e sostanziale contributo è stato apportato da Norbert Wiener³, che ha guidato per anni un gruppo interdisciplinare di scienziati (matematici, biologi, antropologi, economisti, neurofisiologi) nel pionieristico campo della cibernetica e della teoria dell'informazione.

Non esiste una singola istituzione scientifica o un singolo scienziato che possa rappresentare il vasto e articolato universo scientifico della Teoria Generale dei Sistemi e della Scienza della Complessità. Piuttosto si possono indicare i più importanti centri di ricerca e gli studiosi che più hanno contribuito allo sviluppo e al consolidamento di queste teorie.

Il sociologo Edgar Morin, ha studiato per anni per ampliare la sua formazione anche nel campo della fisica e della biologia, giungendo a produrre un poderoso lavoro in più tomi sulla natura della natura. Rappresenta uno dei pilastri del pensiero sistemico, ha contribuito in modo molto rilevante a stimolare il dibattito sulla necessità di un cambio di rotta negli approcci della ricerca soprattutto nella direzione della transdisciplinarietà e della complessità. Il suo concetto di anello tetralogico ordine-disordine-organizzazione basato sulle interazioni è fondamentale per comprendere l'andamento dei processi naturali⁴. Il suo Centre d'Etudes Transdisciplinaires (Sociologie, Antropologie, Politique) è famoso in tutto il mondo e vede la collaborazione di scienziati di diverse discipline.

Dal punto di vista dell'epistemologia un rilevante contributo è stato apportato dalle ricerche di Gregory Bateson. Antropologo, psicologo, poeta e filosofo con i suoi fondamentali testi *Verso una ecologia della mente* e *Mente e natura*⁵ ha aperto il campo alla ricerca sull'epistemologia ecologica e ha contribuito ad arricchire la teoria della conoscenza. Insieme agli scienziati cileni Maturana e Varela⁶ è riuscito a ricucire quel profondo strappo che sul piano filosofico-culturale aveva separato per diversi secoli il pensiero dal mondo biologico, la "mente" dalla natura. Le profonde riflessioni ed i numerosissimi spunti che si riscontrano nelle sue opere presentano potenzialmente notevoli scenari di applicazione nei campi della

2. Von Bertalanffy L., *General System Theory*, Braziller, New York, 1969 (ed. it., *Teoria generale dei sistemi*, ISEDI, Torino, 1971).

3. Wiener N., *The Use and Abuse of Human Beings*, Houghton Mifflin, Boston, 1950 (ed. it., *Introduzione alla cibernetica*, Bollati Boringhieri, Torino, 1966).

4. Morin E., *La Methode. Tomo I. La Nature de la Nature*, 1977, Editions du Seuil, Paris, 1977 (trad. it., *Metodo. La natura della natura*, Raffaello Cortina, Milano, 2001, p. 93).

5. Bateson G. *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi, Milano, 1977; *Mente e natura*, Adelphi, Milano, 1984.

6. Maturana H., Varela F., *Autopoiesis and Cognition*, Reidel, Dordrecht, 1980 (ed. it., *Autopoiesi e cognizione*, Marsilio, Venezia, 1985).

psicologia, dell'antropologia e soprattutto della pedagogia⁷ (come vedremo nell'ultimo capitolo).

Altri significativi contributi sono arrivati da altri scienziati come John von Neumann, Warren MacCulloch, Herbert Simon, Margaret Mead, Conrad Waddington, Ilija Prigogine e di tanti altri che hanno potuto operare in centri come il Biological Computer Laboratory diretto da Heinz von Foerster⁸.

Un ruolo a parte occupa il fisico Fritjof Capra che ha svolto una poderosa opera di divulgazione scientifica sulla Teoria Generale dei Sistemi e sulla scienza della complessità. I suoi lavori *Punto di svolta, Il tao della fisica* e *La rete della vita* ci introducono all'articolato mondo della complessità. L'approccio sistemico che utilizza il nostro autore rende possibile presentare vaste teorie e movimenti multiformi in modo accessibile ad un vasto pubblico. La sua lettura della storia della scienza è tutta interna alla Teoria Generale dei Sistemi: "Lo shock causato dalla consapevolezza del fatto che i sistemi sono insieme integrati che non possono essere compresi attraverso l'analisi, fu ancora maggiore in fisica che in biologia. Da Newton in poi i fisici avevano creduto che tutti i fenomeni della fisica potessero essere ridotti alle proprietà di particelle materiali rigide e solide. Negli anni Venti, tuttavia, la teoria dei quanti li costrinse ad ammettere che a livello subatomico gli oggetti materiali solidi della fisica classica si dissolvevano in schemi ondulatori di probabilità: questi schemi, oltre tutto, non rappresentano probabilità di cose, ma piuttosto probabilità di interconnessioni. Le particelle subatomiche non hanno alcun significato come entità isolate, ma si possono comprendere solo come interconnessioni, o correlazioni, fra processi distinti di osservazione e misurazione (...) La Natura non ci mostra mattoni isolati, ma appare come una trama complessa di relazioni fra le varie parti di un tutto unificato"⁹.

2. La Teoria Generale dei Sistemi

La grande rivoluzione scientifica della Teoria dei Sistemi conferisce centralità alle interrelazioni: l'oggetto considerato separatamente è definitivamente superato. La realtà è un unicum inscindibile in parti e noi possiamo solo tentare di avvicinarci ad una sua rappresentazione. Tenendo sem-

7. Conserva R., *La stupidità non è necessaria* – Gregory Bateson, *la natura e l'educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1996. Vedi anche Mortari L., *Abitare con saggezza la terra. Forme costitutive dell'educazione ecologica*, FrancoAngeli, Milano, 1994.

8. Bocchi G., Ceruti M., *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, 1985.

9. Capra F., *La rete della vita*, Rizzoli, Milano, 1997, p. 41.

pre presente con Kurzbinskij che la mappa non è il territorio, possiamo solo tentare di descrivere il mondo per sistemi. È il sistema la nuova unità funzionale della scienza. I suoi due aspetti principali sono la natura relazionale e quella globale. La stessa etimologia greca della parola “sistema” ci riporta a “stare con”, indica infatti un insieme di elementi che “stanno insieme”, distinguendosi da altri insiemi per delle proprietà specifiche.

Nel 1956 von Bertalanffy definisce un sistema “un insieme di unità in reciproca interazione”, ma una delle definizioni più precise ed articolate di sistema la dobbiamo a Ferdinand de Saussure, che nello studio approfondito delle leggi che regolano il linguaggio giunge a comprendere il ruolo centrale della struttura, intesa come organizzazione che regola le relazioni tra le varie componenti di un sistema. Padre della linguistica moderna fu assolutamente un ignaro precursore della Teoria dei Sistemi. Per Saussure il sistema è una totalità organizzata, composta di elementi solidali che possono essere definiti soltanto gli uni in rapporto agli altri, in funzione della loro collocazione in questa totalità. Questa intuizione risale al 1922 ed appare davvero interessante la sua origine dall’analisi dei sistemi linguistici: rappresenta un’ulteriore conferma dell’importanza dell’approccio interdisciplinare nelle pratiche del conoscere. Sarà comunque Edgar Morin a consolidare definitivamente il concetto di sistema sottolineando il ruolo fondamentale dell’organizzazione, come aveva fatto 50 anni prima Saussure. Per Morin infatti un sistema è un’unità globale organizzata di interrelazioni fra elementi, azioni o individui¹⁰.

Per quanto riguarda i meccanismi di funzionamento dei sistemi è necessario rivolgere l’attenzione alle leggi della termodinamica. Disciplina che si occupa delle trasformazioni fisico-chimiche di materia ed energia, tramite scienziati quali Carnot e Clausius, ci fornisce la chiave di volta dei processi che regolano la “vita” dei sistemi.

Il testo fondamentale di Nicolas Leonard Sadi Carnot¹¹, *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, va alla stampa nel 1824, cinquanta anni dopo l’invenzione della macchina a vapore, e non sembra riscontrare inizialmente la dovuta attenzione. Eppure le riflessioni del giovane ingegnere e fisico pongono in essere le fondamenta della nuova disciplina della termodinamica. Indagando le leggi che governano gli scambi di energia, a partire dalla trasformazione del calore in lavoro, giunge a formulare, in una forma non ancora completa, quello che diverrà grazie all’apporto di Emmanuel Clausius, il secondo principio della termodinamica. Definito, proprio per queste

10. Morin E., op. cit., 2001.

11. Carnot S., *Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres a developper cette puissance*, Editions Jacques Gabay, Paris, 1824 (ed. it., *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, Bollati Boringhieri, Torino, 1992).

sue origini storiche, “principio di Carnot”, pone al centro dei processi di trasformazione dell’energia il concetto di entropia. Con il secondo principio della termodinamica entra con forza nella fisica l’idea di irreversibilità dei processi di trasformazione energetica. Il primo principio della termodinamica definisce come non sia possibile generare o eliminare energia e materia, “l’energia né si crea né si distrugge, ma si trasforma”. Il secondo principio stabilisce che le trasformazioni che riguardano materia ed energia implicano necessariamente che una parte dell’energia utilizzata venga definitivamente dispersa. “In ogni trasformazione una parte di energia si degrada in calore non più convertibile in lavoro”. È qui il nocciolo della questione dell’irreversibilità dei processi¹².

Le implicazioni del “principio di Carnot” sono particolarmente rilevanti nella Teoria Generale dei Sistemi e vedremo più avanti come siano assolutamente centrali nell’elaborazione di una politica economica sostenibile.

I sistemi vengono distinti in tre fondamentali categorie: isolati, chiusi o aperti. I primi non possono scambiare con l’esterno né energia né materia; i secondi possono attuare scambi di energia, ma non di materia, gli ultimi sono invece in grado di scambiare sia energia che materia. Un esempio di sistema isolato può essere il “sarcofago” di un reattore nucleare fuori uso. Mentre un tipico sistema chiuso è costituito dalla Terra. Infatti il nostro pianeta scambia continuamente energia con l’esterno, ricevendo le radiazioni solari e disperdendo calore, ma i suoi scambi di materia (meteoriti e polveri cosmiche) sono talmente minimi da risultare trascurabili. Per quanto riguarda i sistemi aperti un significativo ed attinente esempio è dato proprio dai sistemi biologici. I sistemi viventi, gli organismi, le popolazioni, sono tutti tipici sistemi aperti. Si pensi al nostro corpo, che riceve continuamente materia ed energia dall’esterno tramite l’alimentazione.

Il secondo principio della termodinamica ha effetti diversi nei sistemi chiusi e isolati, rispetto ai sistemi aperti. I primi tendono ad evolvere verso uno stato di “massimo equilibrio”, stato in cui non vi è più energia utilizzabile. Man mano che avvengono le trasformazioni energetiche, l’energia si distribuisce e si degrada convertendosi in calore, portando il sistema verso lo stato di massima entropia. L’Universo, per esempio, in quanto sistema isolato, andrà incontro a “morte termica”, cioè all’esaurimento dell’energia disponibile.

La situazione si inverte se invece applichiamo il “principio di Carnot” ai sistemi aperti. I sistemi viventi, chiamati anche “sistemi complessi”, per la loro caratteristica di essere governati da processi non lineari, sono in grado

12. Atkins P., *The Second Law*, W.H. Freeman and Company, New York, 1984 (ed.it., *Il secondo principio*, Zanichelli, Bologna, 1988).

di andare nella direzione di una generale diminuzione dell'entropia interna. Questo determina però un generale aumento dell'entropia dei sistemi più ampi di cui fanno parte. In altre parole i sistemi viventi riescono a far diminuire la propria entropia, importando materia ed energia dal sistema di cui fanno parte. Per questo vengono definiti anche sistemi "a bassa entropia". L'aspetto nodale nell'analisi dell'attuale rapporto uomo-natura sta nel fatto che l'umanità, prelevando sempre più velocemente risorse dal sistema Terra, ne sta pericolosamente aumentando l'entropia generale.

Le caratteristiche principali dei sistemi complessi sono:

- procedono verso una naturale diminuzione dell'entropia attraverso l'importazione di "entropia negativa".¹³ Vengono chiamati per questo anche "sistemi dissipativi a bassa entropia". Importando entropia negativa, diminuiscono la propria a spese di quella del sistema di cui fanno parte (ambiente).
- Riescono a creare ordine ed organizzazione dal disordine. Sono in grado di autogenerarsi-autopoiesi¹⁴.
- Non possono essere definiti dalla somma delle loro parti. Un sistema complesso presenta delle proprietà, chiamate emergenti, che fanno sì che la sua totalità sia irriducibile alla somma delle sue parti. Le interazioni tra le varie parti creano infatti delle proprietà emergenti che nessuna delle parti possiede se presa singolarmente.
- Sono capaci di autoregolarsi grazie a meccanismi di feedback, retroazioni che si innescano sulla base delle sollecitazioni esterne.
- Sono in grado di riprodurre ciclicamente i processi dinamici che ne garantiscono il mantenimento.
- Sono considerati "sistemi metacognitivi", in quanto sono capaci di immagazzinare le informazioni – memoria genetica – e di apprendere.
- Sono governati da processi complessi, non lineari, per questo vengono definiti "sistemi complessi". Ci sono margini di imprevedibilità nel comportamento di un sistema complesso, in quanto può elaborare nuove funzioni e nuove forme di relazione, a partire dalla sua capacità di apprendere dall'interazione con l'ambiente.

La Teoria Generale dei Sistemi è uno strumento essenziale per la comprensione del mondo biologico e delle sue interazioni con l'ambiente. Il principio già enunciato per cui i sistemi viventi si mantengono lontani

13. Nicolis G., Prigogine I., *Exploring Complexity*, Piper GmbH & Co., Munchen, 1987 (ed. it., *La complessità*, Einaudi, Torino, 1991); *From Being to Becoming* (ed. it., *Dall'essere al divenire*, Einaudi, Torino, 1978).

14. Maturana H., Varela F, op. cit., 1980.

dall'equilibrio termodinamico importando “ordine” o entropia negativa ed esportando “disordine” o entropia positiva sta alla base della comprensione della natura dei flussi di energia e materia che caratterizzano la relazione uomo-ambiente.

3. Ecologia

Dobbiamo alla giovane scienza dell'ecologia la definizione di ecosistema, nozione divenuta fondamentale per capire il complesso funzionamento della natura. Il primo a formulare il termine è stato l'ecologo Arthur G. Tansley nel 1936 definendolo come un'unità fisico-biologica. “Il concetto fondamentale è, secondo me, l'intero sistema (nel senso della fisica), comprendente non soltanto il complesso degli organismi, ma anche l'intero complesso dei fattori fisici che formano ciò che chiamiamo ambiente del bioma; i fattori dell'habitat nel senso più ampio. Sebbene gli organismi possano richiedere il nostro interesse principale, quando cerchiamo di pensare a livello fondamentale non possiamo distinguerli dal loro ambiente particolare, con cui formano un unico sistema fisico”¹⁵.

Questa originaria definizione sottolinea la centrale importanza del flusso di materia ed energia che lega i sistemi viventi ai sistemi non viventi. Quello scambio di entropia di cui abbiamo prima accennato diviene l'anello fondamentale che lega il mondo biotico a quello abiotico, e l'ecologia fin dalle sue origini prova ad indagare proprio questo legame profondo.

Lo stesso Ernst Haeckel, il biologo tedesco che nel 1866 elabora la parola *ecologia*, la definisce come “la scienza delle relazioni fra l'organismo e il mondo esterno circostante”¹⁶. Per Eugene P. Odum il significato del termine ecologia va ricercato nelle sue origini etimologiche. “La parola ‘ecologia’ deriva dal greco *oikos*, che significa ‘casa’ o ‘posto per vivere’, e *logos* che significa ‘discorso’. Così il discorso sull'ambiente in cui si vive comprende tutti gli organismi presenti e tutti i processi funzionali che rendono l'ambiente abitabile. Letteralmente allora, l'ecologia è lo studio della ‘vita nella casa’ con particolare enfasi su ‘tutte le relazioni o i modelli di relazione tra gli organismi ed il loro ambiente’, tanto per citare una delle definizioni del Webster's Unabridged Dictionary”¹⁷.

15. Tansley A.G., “The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms”, *Ecology*, 1936, 16, pp. 204-307.

16. Ernst Haeckel, citato in Capra F., *La rete della vita*, RCS Libri, 1997, ristampa Bur, Milano, 2001, p. 44.

17. Odum E.P., *Basic Ecology*, CBS College Publishing, Philadelphia, 1983 (ed. it., *Basi di Ecologia*, Piccin, Padova, 1988, p. 1).

Se le relazioni funzionali all'interno delle comunità biologiche sono l'oggetto d'interesse principale della scienza ecologica, è chiaro che le catene alimentari diventano la chiave di volta per la comprensione degli ecosistemi. In esse si esplica con tutta la sua forza il "principio di Carnot", e l'intima inscindibile connessione tra organismi e ambiente.

Uno dei primi ecologi a studiare le relazioni alimentari fra gli abitanti di una comunità vivente è stato Charles Elton. Siamo ancora agli albori dell'ecologia, ma già le intuizioni dello scienziato si rivelano fondamentali per i successivi passi di questa giovane scienza. Secondo Elton è l'alimento la questione centrale nelle comunità biologiche e nell'intera struttura degli ecosistemi. Gli animali dipendono dalle piante per approvvigionarsi di energia, poiché soltanto le piante sono capaci di trasformare luce solare e sostanze grezze in una forma che gli animali possono consumare. Per questo gli erbivori sono la classe fondamentale nella società animale. Questi vengono predati dai carnivori, che si procurano così di terza mano l'energia della luce solare, e che a loro volta possono essere predati da altri carnivori, e così via. Il ciclo alimentare sorregge tutte le popolazioni animali ed è alla base del funzionamento degli ecosistemi¹⁸.

Approfondendo lo studio delle catene alimentari, gli ecologi si rendono sempre più conto che non hanno a che fare con semplici relazioni lineari, bensì con una struttura relazionale reticolare. I nuovi concetti di comunità e di rete diventano sempre più centrali nell'interpretazione dei sistemi naturali. Gli organismi appaiono legati tra loro da relazioni reciproche che costituiscono unità funzionali a diversi livelli di sistema. Allo stesso modo un singolo organismo può essere considerato come una rete di cellule e di organi. La nascente ecologia rinforza così la concezione sistemica portata avanti dalla altrettanto giovane Teoria Generale dei Sistemi. L'ecologo Bernard Patten ha recentemente affermato che l'ecologia consiste di reti. Per comprendere gli ecosistemi bisogna comprendere il funzionamento delle reti¹⁹.

Ecologia e Teoria Generale dei Sistemi si scoprono fin dalle loro origini strette alleate, condividendo la visione sistemica del reale. Questa assonanza di prospettive appare ancora più evidente se si getta uno sguardo sulle teorie del pianeta vivente. Negli anni venti del secolo scorso è stato il geochimico russo Vladimir Vernadskij a tracciare in maniera assolutamente anticipatrice la prima teoria del pianeta vivente. Nel suo celebre testo *The Biosphere* lo scienziato propone una visione olistica delle forze geologiche che governano il pianeta. A partire dalle idee di Goethe, Humboldt e Suess

18. Elton C., *Animal Ecology*, Macmillan, New York, 1927.

19. Patten B.C., "Network Ecology", in Higashi M., Burns T.P., *Theoretical Studies of Ecosystems: The Network Perspective*, Cambridge University Press, New York, 1991.

egli presenta la rete di forze geologiche e chimiche che governano le relazioni tra organismi ed ambienti come un unicum vitale. La Terra viene descritta come inscindibile dall'universo dei sistemi viventi ed essa stessa è ritratta come una sorgente di energia. Materia e vita si intrecciano profondamente nell'opera di Vernadskij. "Di tutta la vita, di tutta la materia vivente si può parlare come di un tutt'uno nel meccanismo della biosfera, sebbene solo una sua parte, quella verde, vegetale, contenente clorofilla impiega direttamente i raggi luminosi del Sole, per mezzo del quale, grazie alla fotosintesi, crea i composti chimici, che sono instabili nel campo termodinamico della biosfera, alla morte dell'organismo o con la sua fuoriuscita da quel campo termodinamico. (...) Gli animali e i funghi accumulano composti ricchi di azoto che sono fonte di cambiamenti ancora più potenti, centri di energia chimica libera quando questi composti, con la loro espulsione dall'organismo o con la morte e il disfacimento degli organismi medesimi, escono dal campo termodinamico dell'organismo, nel quale sono stabili, e finiscono nella biosfera, dove si disgregano con emissione di energia.

Di conseguenza, si può considerare tutta la materia vivente come un tutt'uno, cioè l'insieme di tutti, senza eccezione, gli organismi viventi, come un unico, particolare campo di accumulo dell'energia chimica libera nella biosfera, di trasformazione in essa della radiazione luminosa del Sole"²⁰.

L'idea che la Terra nella sua interezza possa essere considerata un sistema vivente viene ampliata e presentata al mondo con grande efficacia da Lynn Margulis e James Lovelock. La loro teoria di Gaia è divenuta celebre sia per la sua grande forza divulgativa sia per la semplicità con cui ha descritto la struttura sistemica e reticolare della biosfera. I due scienziati sono giunti alla convinzione della natura vitale della Terra a partire da ricerche differenti. La Margulis²¹ studiando le popolazioni batteriche è entrata in contatto ravvicinato con le strette interrelazioni che governano il rapporto tra microrganismo e materia. Lovelock, chiamato dalla Nasa a collaborare per la ricerca di prove dell'esistenza della vita su Marte, ha intrapreso una ricerca sulla natura dei sistemi viventi. Riflettendo su quale fosse la caratteristica che accomuna tutti gli organismi viventi giunse alla conclusione che la risposta andasse ricercata negli scambi che attuano con l'esterno. Ogni sistema vivente prende elementi dall'esterno, li elabora e li trasforma al suo interno, ricavandone materia ed energia e poi espelle gli

20. Vernadskij V.I., *La biosfera e la noosfera*, Sellerio, Palermo, 1999, pp. 48-49.

21. Margulis L., Sagan D., *Microcosmos*, Summit, New York, 1986 (ed. it., *Microcosmo*, Mondadori, Milano, 1989).

scarti del proprio metabolismo. Quindi se fosse esistita la vita su Marte le prove si sarebbero potute trovare nell'atmosfera. Gli studi di Lovelock si concentrarono su di essa. La miscela di gas dell'atmosfera marziana era profondamente diversa da quella terrestre. La ragione di questa differenza andava ricercata proprio nell'azione svolta dagli organismi biologici. L'atmosfera terrestre doveva la sua attuale composizione alla comparsa di organismi fotosintetici (batteri autotrofi) avvenuta due miliardi di anni fa. Ecco il pensiero che portò lo scienziato alla rivelazione che la Terra stessa fosse un organismo vivente: "L'atmosfera della Terra era una miscela di gas straordinaria e instabile, eppure sapevo che la sua composizione rimaneva costante per periodi di tempo assai lunghi. Era possibile che la vita sulla Terra non solo creasse l'atmosfera, ma che la regolasse, mantenendone la composizione costante, e a un livello favorevole alla vita degli organismi?"²²

Secondo la teoria di Gaia la Terra non è quindi un pianeta morto, costituito da elementi puramente fisici, come le rocce, l'atmosfera e gli oceani, ed abitato da organismi viventi, ma costituisce "un vero e proprio sistema, che comprende tutta quanta la vita e tutto quanto il suo ambiente strettamente accoppiati così da formare un'entità che si autoregola"²³.

Per comprendere appieno la teoria di Gaia risulta di grande aiuto l'analogia che Lovelock stesso utilizza tra la Terra e un albero. Come l'albero presenta solo un sottilissimo strato di tessuto vivente appena sotto la corteccia mentre il restante 97% della sua massa è costituito da materia morta, così la Terra presenta solo un sottilissimo strato vivente, la biosfera. Si estende solo per una decina di chilometri sotto e sopra il livello del mare ed in proporzione alla massa complessiva della Terra non è che una sottile pellicola. L'atmosfera è come la corteccia per l'albero: protegge la Terra e gli organismi mantenendo costante la temperatura. "Né l'atmosfera sopra di noi né le rocce sotto di noi sono vive, ma entrambe sono state foggiate e trasformate in misura notevole dagli organismi viventi, esattamente come la corteccia e il legno dell'albero. Lo spazio esterno e l'interno della Terra fanno entrambi parte dell'ambiente di Gaia"²⁴.

Con Vernadskij, Margulis e Lovelock il pensiero sistemico ecologico si avventura nella dimensione globale, si fa affascinante e coinvolgente. Non bisogna comunque perdere di vista che l'unità funzionale in ecologia è l'ecosistema. La comprensione della sua struttura e del suo funzionamento permette di capire l'intera rete del vivente. Tuttavia, come si vedrà tra breve, anche cambiando il livello dimensionale la natura della struttura non

22. Lovelock J., *Healing Gaia*, Harmony Books, New York, 1991, pp. 21-22.

23. Ibidem, p. 12.

24. Capra F., op. cit., 1997, p. 238.

cambia: l'interazione inscindibile tra mondo vivente e mondo non vivente rimane centrale.

La nozione di ecosistema acquista definitivamente maturità con il celebre ecologo Eugene Odum, che pone i flussi di materia ed energia al centro dell'analisi dei sistemi naturali: "Gli organismi viventi e il loro ambiente non vivente (abiotico) sono legati tra loro in modo inseparabile e interagiscono reciprocamente. Un sistema ecologico, o ecosistema, è un'unità che include tutti gli organismi che vivono insieme (comunità biotica) in una data area, interagenti con l'ambiente fisico, in modo tale che un flusso di energia porta a una ben definita struttura biotica e a una ciclizzazione dei materiali tra viventi e non viventi all'interno del sistema (biosistema). L'ecosistema è l'unità funzionale di base in ecologia: esso, infatti, include gli organismi e l'ambiente abiotico, le cui proprietà si influenzano reciprocamente e comunque entrambi sono necessari per mantenere la vita sulla Terra"²⁵.

Le componenti fondamentali di un ecosistema sono le comunità biologiche (ambiente biotico), i cicli dei materiali (ambiente abiotico), e il flusso di energia garantito dal continuo apporto del Sole. Le interazioni tra queste componenti sono rese ancora più salde da una rete di informazioni che garantisce al sistema, non solo coesione, ma anche capacità di autoregolarsi. "Oltre ai flussi di energia e ai cicli della materia, gli ecosistemi sono ricchi di reti di informazione comprendenti flussi di comunicazioni fisiche e chimiche che mettono in connessione tutte le parti e pilotano o regolano il sistema come un tutt'uno. Conseguentemente, gli ecosistemi possono essere considerati di natura cibernetica, ma le funzioni di controllo sono interne e diffuse piuttosto che esterne e specifiche come nei meccanismi cibernetici ingegneristici"²⁶. Odum svela in queste righe uno dei legami più profondi tra l'ecologia e la Teoria Generale dei Sistemi: i meccanismi di regolazione omeostatica. D'altronde ogni ecosistema risponde ovviamente a tutte le leggi della Teoria Generale dei Sistemi, costituendo esso stesso un sistema complesso. L'autoregolazione dei sistemi viventi è basata sui meccanismi di feedback, retroazioni positive o negative alle sollecitazioni provenienti dall'ambiente.

I feedback positivi danno una risposta positiva ad una sollecitazione positiva generando accelerazioni ed amplificazioni dei processi, a volte potenziali degenerazioni stocastiche. È il caso delle dinamiche di crescita della popolazione: nuove nascite comportano nuove nascite, in una catena che conduce ad una crescita esponenziale. Il feedback negativo ha un funzionamento inverso: oppone ad una sollecitazione positiva una risposta ne-

25. Odum E., op. cit., p.

26. Ivi, p.

gativa o viceversa. I meccanismi di regolazione omeostatica della temperatura rispondono a questo principio. Un innalzamento della temperatura determina delle risposte da parte del sistema vivente che tendono a riportare la temperatura entro i range di sopportabilità.

La capacità di un ecosistema di reggere alle perturbazioni ambientali viene definita resistenza. La stabilità di resistenza permette ad un ecosistema di mantenere la sua struttura e le sue funzioni intatte nonostante l'impatto subito dalla perturbazione. Per resilienza si intende invece la capacità di un ecosistema di rispondere alla pressione delle perturbazioni. In altre parole la stabilità di resilienza misura la capacità di recupero di un ecosistema sottoposto a stress.

Per una comprensione più ampia ed immediata del concetto fondamentale di resilienza può risultare utile riportare la chiarificatrice metafora del nastro di gomma dell'ecologo Gerald Marten. Mentre un pezzo di spago si spezza se viene stirato eccessivamente, un nastro di gomma può anche raggiungere una lunghezza doppia di quella iniziale e torna alle condizioni di partenza una volta sospesa la tensione. La gomma è dotata di resilienza perché recupera rapidamente la sua forma dopo esser stata modificata da un notevole stress. Lo spago ha un comportamento differente, se viene tirato oltre misura si rompe, di conseguenza non è resiliente²⁷.

Il concetto di resilienza è stato introdotto dal noto ecologo Crawford Holling, che ritiene che la resilienza sia la capacità di un ecosistema di reagire agli shock subiti, tramite nuove "strutture emergenti" capaci di assorbire lo stress. L'ecosistema è in altre parole in grado di ristrutturarsi, di cambiare la sua organizzazione interna al fine del mantenimento delle proprie funzioni vitali. Questi sistemi adattativi complessi sono estremamente dinamici e difficili sia da interpretare che da predire, ma il loro studio è fondamentale nel campo dell'ecologia applicata, della conservazione della natura e della più ampia visione integrata di ecologia, economia e scienze sociali (scienza della sostenibilità). I meccanismi che regolano la resilienza sono oggi più che mai degni di attenzione, in quanto mai gli ecosistemi nella storia dell'umanità hanno subito degli impatti e degli stress così consistenti e concentrati nel tempo.

Lo sviluppo capace di adattamento (adaptive development – sviluppo adattativo) è una caratteristica fondamentale dei sistemi complessi e vedremo più avanti che al fine di tutelarne il mantenimento nel vasto campo dello sostenibilità è indispensabile ricercare adeguate soluzioni di manage-

27. Cfr. Marten G., *Human Ecology. Basic Concepts for Sustainable Development*, Earthscan Publications, London, 2001 (ed. it., *Ecologia Umana. Sviluppo sociale e sistemi naturali*, Edizioni Ambiente, Milano, 2002).

ment, che dovranno necessariamente connotarsi come dinamiche e adattative (adaptive management).

Ovviamente non si può pensare che l'adaptive development riesca sempre a far rientrare i disturbi all'interno delle capacità di resilienza di un ecosistema. Ogni qualvolta la forza e l'intensità dello stress supera una determinata soglia critica, il sistema è condannato a crollare. Il problema più grande della conservazione della natura è proprio l'imprevedibilità del superamento della cosiddetta soglia critica.

Lo studioso di scienza della Terra Richard Alley esprime bene questo concetto grazie alla *metafora della canoa*: se si sposta gradualmente il peso da un lato della canoa, questa si piegherà in modo altrettanto progressivo; basterà però superare un certo limite soglia e la canoa si ribalterà improvvisamente²⁸.

Alla luce di queste considerazioni appare pericoloso permettere che la pressione antropica continui a perturbare con grande intensità gli ecosistemi naturali. La *canoa Terra* potrebbe ribaltarsi all'improvviso, senza darci il tempo di intervenire.

4. Complessità e teoria del caos

Oggi la comunità scientifica è concorde nel ritenere, anche se in modo non unanime e con certe differenziazioni, che l'approccio deterministico sia definitivamente superato. Lo studio delle particelle subatomiche ha portato alla luce i limiti della scienza moderna, dimostrando che non tutto può essere determinato con certezza. Il principio di indeterminazione di Heisenberg ne è un segno tangibile. Queste incertezze conoscitive hanno stimolato la nascita di un filone di ricerca, che va arricchendosi sempre più, incentrato sui processi stocastici, che sfuggono al tradizionale approccio deterministico.

Precursore eccelso delle scienze della complessità è il grande matematico Henri Poincaré (1854-1912). Applicandosi allo studio del sistema Sole-Terra-Luna, scoprì che esistevano dei margini di imprevedibilità nel calcolo delle orbite, nonostante la precisa definizione della legge di gravitazione universale. L'orbita di un corpo celeste, sottoposta all'influenza gravitazionale di altri due dava origine ad elementi non definibili con esattezza. Il celebre scienziato nel suo *Science et méthode* del 1908 illustra il fenomeno del fortuito, sostenendo che anche una piccolissima variazione delle condizioni iniziali può determinare un effetto considerevole sulle condizioni fi-

28. Alley R., "I ghiacci, all'improvviso", *Le Scienze*, Milano, 2005, pp. 82-90.

nali di un processo. Non sempre è possibile conoscere con precisione assoluta lo stato iniziale dei processi, spesso si è costretti ad operare sulla base di approssimazioni. Se queste rimanessero tali, cioè solo lievi variazioni rispetto al dato esatto, allora sarebbe possibile conoscere gli stati successivi di un processo mantenendo la stessa approssimazione. Ma il guaio è che un piccolissimo errore sulle condizioni iniziali condurrebbe ad un errore enorme riguardo le condizioni finali del fenomeno. Secondo Poincaré ciò rende impossibile realizzare previsioni e ci pone di fronte al fortuito²⁹.

L'intuizione precoce di Poincaré è stata confermata da più recenti studi sulla meteorologia. Edward Lorenz, lavorando sui modelli previsionali applicati alle condizioni meteorologiche, ha scoperto che basta cambiare di un decimillesimo il valore di uno solo dei parametri considerati che i risultati variano in modo più che significativo. Egli ha definito questo fenomeno *effetto farfalla*. Un battito d'ali in Brasile può, paradossalmente, essere sufficiente a far scatenare un tornado in Texas³⁰.

Tale fenomeno viene definito nelle scienze del caos come dipendenza sensibile alle condizioni iniziali. Prevede che una seppur limitatissima modificazione delle condizioni iniziali di un sistema può determinarne, con una catena di effetti a cascata, un cambiamento di proporzioni gigantesche.

Gli scienziati che si occupano della scienza della complessità non ritengono che il caos sia semplicemente sinonimo di confusione, ma che si ponga in qualche modo in una regione ancora poco conosciuta compresa tra l'ordine e il disordine. Inoltre ritengono che anche dei semplici sistemi deterministici possono manifestare un comportamento aleatorio. Non è possibile liberarsi di tale aleatorietà anche se si raccolgono ulteriori informazioni. Essa è di natura essenziale e viene chiamata caos³¹.

Una delle scoperte più importanti della scienza del caos è la cosiddetta *ubiquità dello stato critico*. Secondo Buchanan³² si tratta addirittura della prima grande scoperta della complessità. Lo *stato critico* è la condizione di ipersensibilità per cui un sistema si riorganizza cambiando repentinamente stato. Nel 1987 tre fisici teorici, Per Bak, Chao Tang e Kurt Weisenfeld, lavorando a degli esperimenti di simulazione al computer sull'evoluzione di un mucchio di sabbia, sottoposto all'aggiunta progressiva di granelli, scoprirono che non era possibile descrivere alcun tipo di fenomeno tipico.

29. Cfr. Bottazzini U., "Poincaré, il cervello delle scienze razionali", anno II, n. 7, in *I grandi della scienza*, Edizioni Le Scienze, Milano, 1999.

30. Lorenz E., "Deterministic Nonperiodic Flow", in *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20, 1963, p. 130-141.

31. Crutchfield J.P., Farmer J.D., Packard N.H., Shaw R.S., "Il caos", in Casati G. (a cura di), *Il caos. Le leggi del disordine*, Edizioni Le Scienze, Milano, 1991.

32. Buchanan M., *Ubiquità. The Science of History... or Why the World Is Simpler Than We Think*, 2000 (ed. it., *Ubiquità*, Mondadori, Milano, 2001).

L'entità e il momento in cui il mucchio di sabbia avrebbe cambiato il suo stato risultava assolutamente imprevedibile³³. Ciò che sostiene Buchanan è in sostanza che questo tipo di comportamento imprevedibile dei sistemi, che egli definisce criticità auto-organizzata, non si ritrova solo nel campo della fisica, ma interessa tutti gli ambiti del reale: dagli atomi alle specie viventi, dalle persone alle comunità.

La teoria del caos e lo *stato critico* interessano quindi non solo il mondo fisico, ma anche quello biologico. I sistemi naturali si evolvono in una successione di periodi di stabilità e di instabilità difficilmente prevedibili. Come ha fatto ben notare Edgar Morin, essi sono in grado di costruire ordine dal disordine tramite la costituzione di una organizzazione. Ma ad un certo punto (*stato critico*) si destruttureranno e ritorneranno al disordine, per poi trovare una nuova organizzazione ed un nuovo ordine. In questa alternanza ciclica, continua ed imprevedibile tra ordine e disordine i sistemi viventi mostrano delle tendenze peculiari: tendono verso degli equilibri di configurazione o stati funzionali, che gli scienziati chiamano *attrattori*. L'ecologo Almo Farina si è occupato del ruolo svolto dal caos nei sistemi viventi e lo descrive in modo estremamente chiaro nel suo testo *Lezioni di ecologia*. Secondo Farina, il caos fa evolvere i sistemi verso il nuovo. Dopo periodi di stabilità il caos muove i sistemi verso nuove aggregazioni e nuove configurazioni. Questi nuovi punti di equilibrio o stati funzionali rappresentano momenti privilegiati di stabilità grazie ai quali è possibile l'evoluzione. Gli attrattori possono spesso presentare la caratteristica della ciclicità e negli ecosistemi costituiscono le comunità biologiche. Gli stadi climax di evoluzione degli ecosistemi rappresentano di fatto degli attrattori del mondo biologico³⁴.

Alla luce di quanto è stato detto sullo *stato critico* diviene importante nello studio dei sistemi complessi l'analisi storica. Tutti gli antecedenti di un fenomeno possono essere fondamentali nel determinare lo stato di un fenomeno. Inoltre per indagare i sistemi complessi è di fondamentale importanza elaborare strumenti capaci di descrivere i meccanismi non-lineari. In quanto come scrive Bologna, “di fatto la vita dipende dalla non linearità. In ogni situazione nella quale il tutto non è uguale alla somma delle parti, in cui gli elementi cooperano oppure competono invece di limitarsi a sommare i propri distinti contributi, è presenta la non linearità”³⁵.

33. Bak P., *How Nature Works*, Oxford University Press, Oxford, 1996.

34. Cfr. Farina A., *Lezioni di ecologia*, Utet, Torino, 2004.

Per climax in ecologia si intende lo stato di massima maturità di un ecosistema, in altre parole il livello più evoluto in termini di diversità sia strutturale che funzionale che l'interazione tra comunità viventi ed ambiente possa raggiungere. Esempi di ecosistemi climax sono le praterie di Posidonia nel Mediterraneo o le barriere coralline nell'Oceano Pacifico.

35. Bologna G., op. cit., 2005, p. 137.

La matematica tradizionale descrive situazioni semplici, modellizzabili tramite equazioni lineari. Come fa notare Strogatz³⁶, la matematica lineare rappresenta fenomeni in cui le cause sono proporzionate agli effetti, e le forze sono proporzionate alle reazioni. Ciò accade nei sistemi complessi solo quando sono prossimi all'equilibrio o quando sono soggetti a forze esterne particolarmente intense. Nel resto dei casi la matematica delle equazioni lineari non è adeguata a descrivere i fenomeni. Servirebbe una nuova matematica della complessità, basata su equazioni non lineari, in grado di descrivere i processi dei sistemi complessi.

La scienza odierna è solo all'origine della sua avventura in questo campo. Robert Laughlin e David Pines a proposito scrivono: “Stiamo attualmente assistendo al passaggio da una scienza del passato, strettamente connessa al riduzionismo, a una scienza futura che ha come oggetto la materia adattativa complessa (...) e che, si spera, rappresenterà un trampolino di lancio per nuove scoperte, nuovi concetti e nuova conoscenza”³⁷.

36. Cfr. Strogatz S., *Sync. The Emerging Science of Spontaneous Order*, Perseus Book, London, 2003 (ed. it., *Sincronia. I ritmi della natura, i nostri ritmi*, Rizzoli, Milano, 2003).

37. Laughlin R., Pines D., “The Theory of Everything”, 2000, 97,

2. *L'impatto antropico e lo stato del pianeta*

Se le attuali previsioni sulla crescita demografica si dimostreranno esatte e se le attività umane sul pianeta non conosceranno cambiamenti strutturali, la scienza e la tecnologia potrebbero non essere in grado di impedire il degrado irreversibile dell'ambiente né di risparmiare a buona parte del mondo un futuro di povertà.

Royal Society e US National Academy of Sciences (1992)

1. **L'Antropocene**

All'origine della propria avventura nel mondo l'uomo non era assolutamente in grado di modificare i dinamici equilibri degli ecosistemi, riusciva a stento a difendersi dai pericoli della natura e impiegava tutte le sue energie nel reperimento delle risorse indispensabili alla sopravvivenza. Paradossalmente le cosiddette società di sussistenza hanno molto da insegnare alla complessa ed evoluta società globalizzata dei consumi. Certo è impensabile oggi tornare ai tempi del paleolitico e appare improponibile la diffusione del modello sociale delle comunità tribali. Queste comunque hanno avuto il pregio (e continuano ad averlo nei rari casi in cui siano sopravvissute al colonialismo e all'espansione delle società industrializzate) di vivere dentro le capacità di carico degli ecosistemi che le ospitavano. Le caratteristiche delle società ecologiche tribali possono essere ricondotte a pochi determinanti punti chiave. La modalità abitativa era il nomadismo e il numero di individui che costituiva un nucleo sociale (banda) non superava le 80 unità¹. Le dimensioni ridotte della comunità permettevano di non avere necessità particolarmente ampie di risorse e rendeva agili gli spostamenti. Una comunità permaneva in un sito fin tanto che riscontrava facilità nel re-

1. Diamond J., *Armi, acciaio e malattie. Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*, Einaudi, Torino, 1998.

perimento delle risorse, quando queste iniziavano a scarseggiare si spostava in luoghi più ricchi. Questo sistema ha sempre garantito che le capacità di carico degli ecosistemi ospitanti non venissero superate. Altrettanto importante è la limitazione numerica dei componenti dei nuclei. C'era una barriera all'espansione demografica. Ogni qualvolta la comunità cresceva numericamente al punto di superare la capacità portante dell'ambiente veniva data vita a nuove comunità che erano costrette a scegliere nuovi territori. Questa autoregolazione demografica evitava la crescita esponenziale delle singole comunità e al tempo stesso ne garantiva la diffusione sul territorio. Una comunità particolarmente grande avrebbe certamente comportato la necessità di attivare un consistente flusso di risorse dall'ambiente, cosa difficile da realizzare in mancanza di tecnologie adeguate.

Le società ecologiche tribali vantavano anche rilevanti pregi dal punto di vista sociale. Erano società egualitarie e basate sulla partecipazione. Uomini e donne avevano uguale peso all'interno della comunità, provvedendo ad aspetti complementari del fabbisogno alimentare: proteine i primi, carboidrati, amidi e vitamine le seconde. I bambini venivano allevati collettivamente, in questo modo crescevano con un profondo senso di attaccamento all'intera comunità. Gli anziani erano tenuti in grande considerazione: a loro spettavano le decisioni importanti in quanto rappresentavano i custodi della conoscenza, coloro che trasmettevano le fondamentali informazioni relative al "know how". La natura veniva spontaneamente tutelata e rispettata, spesso era anche oggetto di culto.

L'idillio con la natura si rompe con l'avvento della rivoluzione neolitica. La scoperta delle tecniche agricole e dell'allevamento permette alle comunità di produrre in eccedenza rispetto alle necessità di sussistenza. La possibilità di accumulare e di creare riserve consente ora alle comunità di evitare continui spostamenti alla ricerca di nuove risorse. Le comunità diventano stanziali e le loro demografie incominciano a lievitare esponenzialmente. Nascono le città, le grandi civiltà, i traffici. Una città, a causa della concentrazione della popolazione, per forza di cose eccede le capacità di carico del territorio su cui si erge e deve necessariamente prelevare risorse dall'esterno. Le ancora rudimentali tecnologie comunque non sono in grado di determinare pesanti ed irrimediabili impatti sui sistemi naturali (fatta eccezione per le estinzioni di diversi grandi mammiferi terrestri e di molte specie di uccelli non volatili a causa della caccia). È dal diciannovesimo secolo che la tecnologia si fa insidiosa nei confronti della natura. L'invenzione della macchina a vapore segna l'inizio di un'era in cui gli sconvolgimenti determinati dall'*homo sapiens* diventano evidenti e di proporzioni tali da essere paragonabili alle forze geologiche. L'umanità, con la rivoluzione industriale dimostra di avere una forza di impatto immensa, in grado di modificare gli equilibri ecologici del pianeta. Paul Crutzen, insignito del premio Nobel per la chimica

nel 1995 grazie a suoi studi sugli effetti dei clorofluorocarburi (CFC) sullo strato d'ozono, propone una nuova definizione per il periodo geologico che stiamo vivendo: "Antropocene". La scelta etimologica vuole ovviamente sottolineare la centralità dell'operato umano quale motore delle grandi modificazioni dei sistemi naturali. Come fa notare Crutzen, "a segnare l'inizio dell'Antropocene sono state la rivoluzione industriale e le sue macchine, che hanno reso molto più agevole lo sfruttamento delle risorse ambientali.

Se dovessi indicare una data simbolica direi il 1784, l'anno in cui l'ingegnere scozzese James Watt inventò il motore a vapore. L'anno esatto importa poco, purché si sia consapevoli del fatto che alla fine del XVIII secolo abbiamo cominciato a condizionare gli equilibri complessivi del pianeta"².

Purtroppo una delle caratteristiche dell'azione attuale dell'uomo e delle sue conseguenze sui sistemi naturali è che la velocità del processo di deterioramento dei sistemi naturali cresce sempre più. Cammina di pari passo con la crescita demografica e con il costante e progressivo aumento del volume della produzione e dei consumi.

Se rivolgiamo l'attenzione alle massime istituzioni internazionali che si occupano di scienza e ricerca con l'obiettivo di ottenere informazioni circa l'impatto dell'uomo sui sistemi naturali, troveremo un enorme mole di dati a conferma dell'ipotesi di Crutzen. Anche ai massimi livelli istituzionali in campo scientifico le preoccupazioni per l'eccessiva pressione esercitata dalle attività umane trova riscontro. Nel luglio del 2001 ad Amsterdam si è tenuta la Global Change Open Science Conference dal titolo "Challenges of a Changing Earth". In quella occasione i presidenti dei più prestigiosi programmi di ricerca internazionale sui cambiamenti globali (l'International Geosphere Biosphere Programme - IGBP, l'International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change - IHDP, il World Climate Research Programme - WCRP e l'International Programme on Biodiversity Science - Diversitas) hanno sottoscritto un'importante dichiarazione nella quale sostengono che oltre al pericolo di rilevanti cambiamenti climatici, suscitano crescente preoccupazione le sempre più evidenti alterazioni di altre componenti dell'ambiente globale e le conseguenti implicazioni per lo stesso genere umano che le ha causate. Beni primari essenziali come le risorse alimentari, l'acqua, l'aria e un ambiente non dannoso per la salute umana sono sempre più compromessi dai cambiamenti globali. I quattro programmi di ricerca internazionale sui cambiamenti globali concordano sul fatto che la ricerca è giunta a dei punti che possono essere ritenuti scientificamente inopinabili.

2. Crutzen P.J., Stoermer E.F., "IGBP Newsletter n. 41", 2000; Crutzen P.J., "Geology of Mankind", *Nature*, 2000, vol. 415, 2002, p. 23. Vedi anche Crutzen P.J., *Benvenuti nell'Antropocene!*, Mondadori, Milano, 2005.

- “Il sistema Terra funziona come un unico sistema autoregolato comprendente componenti fisiche, chimiche, biologiche ed umane. I processi di interazione e retroazione fra queste componenti sono complessi e sono caratterizzati da una variabilità temporale e spaziale a diverse scale. [...]”
- “[...] I cambiamenti indotti dalle attività antropiche nel suolo, negli oceani, nell’atmosfera, nel ciclo idrogeologico e nei cicli biogeochimici dei principali elementi, oltre ai cambiamenti della biodiversità, sono oggi chiaramente identificabili rispetto alla variabilità naturale. Le attività antropiche sono perciò a tutti gli effetti comparabili, per intensità e scala spaziale di azione, alle grandi forze della natura. [...]”
- “I cambiamenti globali non possono essere compresi nei termini della semplice relazione causa-effetto, [...] sono causa di molteplici effetti che si manifestano in modo molto complesso. Questi effetti interagiscono tra loro e con altri cambiamenti a scala locale e regionale con andamenti multidimensionali difficili da interpretare e ancor più da predire. Per questo gli eventi inattesi abbondano”.
- “La dinamica del sistema Terra è caratterizzata da soglie critiche e cambiamenti inattesi. [...] Le attività antropiche hanno la capacità potenziale di fare transitare il sistema Terra verso stati che possono dimostrarsi irreversibili e non adatti a supportare la vita umana e quella delle altre specie viventi. [...]”.
- “Per quanto riguarda alcuni importanti parametri ambientali, il sistema Terra si trova oggi ben al di là delle soglie prevedibili di variabilità naturale, per lo meno rispetto all’ultimo mezzo milione di anni. [...]”³.

Alla luce di quanto dichiarato dalle maggiori istituzioni scientifiche internazionali la relazione tra attività umane e sistemi naturali può avere delle serie ripercussioni in termini di sicurezza sia per il sistema Terra che per il genere umano, come è stato già affermato nella premessa. Inoltre a fronte delle ammesse difficoltà nel predire e interpretare gli attuali cambiamenti globali, i programmi di ricerca internazionali hanno convenuto nel 2002 di unire i loro sforzi. Sotto l’auspicio dell’International Council for Science (Icsu) si è costituito l’Earth System Science Partnership, istituzione internazionale di coordinamento dei quattro programmi di ricerca internazionale sui cambiamenti globali (IGBP, WCRP, IHDP, Diversitas).

3. IGBP, *Global Change Newsletter n. 50*, IGBP II, Special Edition; IGBP, *Global Change and the Earth System: a Planet Under Pressure*, IGBP, 2001; le newsletter dell’IGBP si trovano sul sito: www.igbp.kva.se.

2. L'impatto antropico globale e lo stato del pianeta

Al fine di entrare nel vivo dell'analisi dei trend e dei dati che delineano le pressioni antropiche esercitate sui sistemi naturali verranno riportati i risultati delle ricerche e delle statistiche su scala planetaria riguardanti i vari settori d'impatto.

Prima di affrontare separatamente i diversi campi di analisi riportiamo uno sguardo d'insieme prodotto dall'IGBP⁴ nel 2002, in vista del Summit mondiale sullo sviluppo sostenibile di Johannesburg.

- Le riserve di combustibili fossili prodotte in centinaia di milioni di anni sono state consumate in poche decine di anni e si stanno avvicinando alla soglia dell'esaurimento;
- è aumentata pericolosamente la concentrazione nell'atmosfera dei gas che incrementano l'effetto serra naturale – soprattutto l'anidride carbonica e il metano – e ciò ha determinato rapidi cambiamenti climatici;
- l'intervento umano ha alterato circa il 50% della superficie terrestre, innescando significativi impatti sulla ricchezza della vita sulla Terra (biodiversità), sul ciclo dei nutrienti, sulla struttura del suolo e sul clima;
- l'azoto fissato dalle attività agricole in modo sintetico attraverso i fertilizzanti chimici è oggi superiore a quello fissato naturalmente negli ecosistemi terrestri nel ciclo naturale di questo elemento;
- le riserve idriche sotterranee si stanno rapidamente esaurendo in moltissime aree del pianeta e più della metà della quantità globale di acqua dolce accessibile è utilizzata in modo diretto o indiretto dal genere umano;
- gli ecosistemi marini e costieri stanno subendo profonde alterazioni: sono stati distrutti il 50% degli ambienti di mangrovie e il 50% delle zone umide;
- le zone marine di pesca ipersfruttate o esaurite ammontano a circa il 22% del totale disponibile e il 44% è al limite dell'esaurimento;
- sia negli ecosistemi terrestri che in quelli marini i tassi di estinzione delle forme di vita sono notevolmente aumentati.

La popolazione mondiale

Secondo l'Undp la popolazione mondiale ha raggiunto nel 2004 la strabiliante cifra di 6,4 miliardi⁵. Anche se in numerosi paesi industrializzati la

4. Cfr. Steffen W., Sanderson A. *et al.*, *Global Change and the Earth System. A Planet Under Pressure*, Springer Verlag, Berlin, 2004.

5. Undp, *Human Development Report 2006*, Undp, 2006, p. 300.

crescita sia vicina allo zero, tuttavia su scala globale assistiamo ad un aumento di 76 milioni di persone all'anno, che in termini di percentuale equivale ad un tasso di crescita dell'1,3%⁶. Le Nazioni Unite prevedono entro il 2050 un aumento di circa 2,5 miliardi di individui, la popolazione mondiale raggiungerebbe così il formidabile numero di 9 miliardi. I tassi annuali di crescita sono comunque in diminuzione: tra il 1975 e il 2004 si registra un 1,6 %, mentre nel decennio successivo si attende un tasso dell'1,1%⁷.

L'impennata della crescita demografica si è concentrata nell'ultimo secolo, mentre per millenni la popolazione mondiale è rimasta pressoché stabile. Nel 1650 nel mondo vivevano mezzo miliardo di persone e il tasso di crescita si attestava intorno allo 0,3% annuo. Nel 1900 gli individui erano 1,6 miliardi e il tasso di crescita era arrivato quasi allo 0,8%. Nel 1965 si contavano 3,3 miliardi di persone e il tasso di crescita era al 2%. Tra il 1965 e il 2000 nonostante il tasso di crescita sia sceso all'1,3%, la popolazione si è quasi raddoppiata, raggiungendo la quota dei 6 miliardi⁸. Questa apparente contraddizione viene spiegata dal fatto che la base della popolazione era ormai notevolmente più numerosa. È questa la natura della crescita esponenziale: una retroazione positiva che genera sempre maggiore incremento come reazione ai precedenti aumenti.

L'aumento demografico comporta maggiori consumi su scala globale, soprattutto se di pari passo si innalza anche il tasso di consumo procapite. Tutto ciò fa aumentare il prelievo di risorse dai sistemi naturali al fine di soddisfare gli accresciuti bisogni.

L'impegno internazionale nel campo delle politiche di controllo demografico sta raccogliendo qualche frutto: la diffusione dell'istruzione di base e dei servizi di pianificazione familiare stanno riducendo i tassi di natalità. La dimensione media per nucleo familiare si è quasi dimezzata rispetto ai primi anni '60 e la mortalità infantile è diminuita dei due terzi. Il tasso di crescita si è quasi dimezzato rispetto a 35 anni fa e l'aspettativa di vita nei paesi in via di sviluppo è passata dai 41 anni dei primi anni '50 agli attuali 63⁹.

Se si getta uno sguardo alle differenze dei trend tra le varie realtà nazionali, la situazione dei paesi dell'Africa subsahariana, del Medioriente e dell'Asia centrale e meridionale mostra una forte crescita della fascia dei

6. La Camera F., *Sviluppo Sostenibile. Origini, teoria e pratica*, 2005, pp. 95-96.

7. Undp, *Human Development Report 2006*, ibid., p. 300.

8. Population Reference Bureau, *1998 World Population Data Sheet*.

9. U.N. Population Division, *World Population Prospects:1990*, New York, United Nations, 1991; idem, *World Population Prospects: The 2002 Revision*, New York, United Nations, 2003.

giovani. Questo dato desta molta preoccupazione in quanto in quelle realtà i giovani sono destinati a restare disoccupati e rappresentano un potenziale rischio di destabilizzazione. Nei territori caratterizzati da sottosviluppo e povertà la preponderanza di giovani adulti costituisce una sfida sociale e un rischio politico¹⁰.

L'aumento dei giovani si verifica nei paesi che attraversano le prime fasi di transizione demografica, dove i progressi sanitari e alimentari favoriscono un tasso di sopravvivenza infantile più elevato. Il grande rischio per la sicurezza e la stabilità delle aree interessate da questo fenomeno è dovuto al fatto che la maggior parte di questi "piccoli uomini" finiscono con il darsi all'alcolismo e alla violenza, al suicidio o alle milizie¹¹.

I dati 2004 sulla disoccupazione forniti dall'ILO (International Labour Organization) danno un quadro per nulla confortante e confermano i rischi sopra paventati. La disoccupazione giovanile su scala globale ha raggiunto la percentuale record del 14,4 % nel 2003. Sono 88 milioni i giovani disoccupati di età compresa tra i 15 ed 24 anni, circa la metà dei disoccupati mondiali. Nei paesi in via di sviluppo vive l'85% dei giovani e il tasso di disoccupazione giovanile è 3,8 volte superiore alla fascia adulta complessiva¹².

Un altro trend particolarmente preoccupante è l'aumento vertiginoso della popolazione urbana. Dal 1950 ad oggi si è passati da 773 milioni di individui a più di 3 miliardi. Il 60% di tale crescita è attribuibile al naturale aumento demografico, il restante 40% è dovuto ad una continua ondata di migrazioni. Se questo trend dovesse mantenersi, entro il 2007 il numero di persone che vivono in città supererà per la prima volta nella storia quello degli individui residenti in campagna¹³.

Ciò ha ovviamente delle potenziali conseguenze devastanti sul piano della qualità della vita urbana, scarseggeranno le già limitate risorse. Se solo pensiamo a quante capitali del mondo abbiano problemi per gli approvvigionamenti idrici o energetici, ci si rende conto della portata del problema. Meno della metà dei residenti dei centri urbani di Africa, Asia e America Latina hanno accesso domestico all'acqua potabile e meno di un terzo gode di sistemi fognari.

In generale la crescita della popolazione determina un aumento della domanda di servizi e prodotti a livello mondiale. D'altra parte la sempre

10. Worldwatch Institute, op. cit., 2005, p. 69.

11. Cfr. Chris Dolan, "Collapsing Masculinities and Weak States. A Case Study of Northern Uganda", in Francis Cleaver, a cura di, *Masculinities Matter!*, Zed Books, London, 2003.

12. International Labour Organization (ILO), *Global Employment Trends for Youth 2004*, Ginevra, 2004.

13. United Nations Development Program (Undp), *World Urbanization Prospects: The 2003 Revision*, United Nations, New York, 2004.

maggiore disponibilità di tecnologie efficienti ha nel tempo notevolmente elevato le rese di produzione. Questi due fattori hanno fatto sì che anche il prodotto industriale mondiale abbia registrato nell'ultimo secolo una crescita esponenziale. Dal 1930 al 2000 il prodotto industriale mondiale è aumentato di 14 volte. A causa della contestuale crescita demografica il prodotto medio pro capite non si è accresciuto dello stesso ordine di grandezza, ma solo di un fattore 5.

È opinione comune che la crescita dell'economia sia lo strumento principale per debellare i maggiori problemi dell'umanità a partire dalla povertà e dal sottosviluppo. Purtroppo i dati negano questa generale convenzione, ritenuta tra l'altro un'ovvietà. La crescita economica, infatti, da benefici soprattutto alle nazioni che già sono industrialmente sviluppate e ricche, e non aiuta a diminuire il divario tra paesi in via di sviluppo e nord del mondo.

I trend del reddito pro-capite annuo dei dieci paesi più popolosi del mondo indicano che più della metà della popolazione del mondo non ha goduto di alcun beneficio dalla crescita economica mondiale. Secondo l'Unep dal 1960 al 1995 il divario tra ricchi e poveri è notevolmente aumentato. Il rapporto tra il reddito medio del 20% più ricco della popolazione e il 20% più povero è passato dal valore del 1960 di 30:1 a quello del 1995 di 82:1¹⁴. Il divario tra ricchi e poveri si è quasi triplicato nell'arco di 35 anni.

L'agricoltura

La pressante crescita della domanda di beni alimentari ha determinato negli ultimi decenni del secolo scorso un aumento progressivo dell'estensione dei suoli coltivati. Nel 1961 l'area agricola globale raggiungeva un'estensione di 46 milioni di km quadrati, nel 2002 sono stati superati i 50 milioni di km quadrati. La produttività agricola, grazie alle tecniche industriali intensive introdotte negli anni '60, ha permesso di triplicare la disponibilità di cibo superando la crescita della popolazione. Dal 1950 al 1975 la produzione di cereali è cresciuta con tasso medio del 3,3%, più elevato quasi di due punti rispetto al tasso di crescita demografico.

La produzione agricola mondiale è assolutamente in grado di coprire i bisogni alimentari dell'umanità. Secondo Donella e Dennis Meadows, "il

14. United Nations Development Program (Undp), *Human Development Report 1998*, Oxford University Press, Oxford, 1998 (ed. it., *Rapporto sullo sviluppo umano 1998*, Rosenberg e Sellier, Torino, 1998).

totale dei cereali prodotti nel mondo nell'anno 2000 basterebbe per nutrire, a livello di sussistenza, otto miliardi di persone, purché fosse distribuito equamente, non fosse utilizzato come mangime per animali, non andasse perduto a causa dei parassiti e non si guastasse nel tempo fra il raccolto e il consumo”¹⁵.

L'aumento di produzione dovuto al diffondersi dell'agricoltura industrializzata intensiva non ha per nulla debellato la piaga della fame nel mondo. Nel 1996 a Roma i partecipanti al Summit Mondiale sull'Alimentazione hanno preso l'impegno di ridurre della metà la popolazione mondiale che soffre la fame entro il 2015. È stato già un notevole passo indietro rispetto all'obiettivo fissato nel 1974 di sconfiggere la fame nel mondo nel giro di soli dieci anni. Nel 2001 la Fao ha denunciato che se persiste l'attuale trend persino gli obiettivi meno ambiziosi richiederebbero oltre 60 anni per essere raggiunti¹⁶.

Il problema della fame nel mondo, nonostante faccia segnalare dei miglioramenti, colpisce tra gli 800 milioni e gli 1,1 miliardi di persone. Nell'Africa subsahariana il numero dei bambini che soffrono di denutrizione è addirittura cresciuto¹⁷. Secondo l'Istituto internazionale di ricerca sulle politiche alimentari¹⁸, un bambino su tre è malnutrito nei paesi in via di sviluppo. Sono circa 9 milioni gli individui che muoiono annualmente per cause connesse alla fame, 25.000 al giorno.

A fronte dell'aumento della produzione, purtroppo la qualità dei suoli è di molto diminuita e con essa la disponibilità procapite di terra e di acqua. Nel 1961 la disponibilità di terreno arabile era di 0,32 ettari per persona, nel 1997 è scesa a 0,21 ettari per persona. Se continuano gli attuali trend nel 2030 sarà di appena 0,16 ettari per persona¹⁹.

Per quanto riguarda il degrado dei suoli le cifre non sono affatto confortanti e una grande responsabilità ricade sull'agricoltura industrializzata intensiva, che utilizza metodi per nulla rispettosi degli equilibri dinamici dei sistemi naturali. Fertilizzanti chimici, pesticidi e antiparassitari ed erosione del suolo sono tra i maggiori responsabili del degrado dei suoli di tutto il mondo. Il 26% della superficie mondiale (circa 35 milioni di km quadrati) presenta un livello molto alto di degrado. I suoli degradati a causa delle at-

15. Meadows D. *et al.*, op. cit., 2006, p. 83.

16. Fao, *The State of Food Insecurity in the World*, Roma, 2001. Gli impegni fissati nel 1974 da Fao sono disponibili alla pagina web www.fao.org/wfs/index_en.htm.

17. Worldwatch Institute, *State of the World 02*, op. cit., p. 100.

18. Pinstrup-Anderson P., Panda-Lorch R., Rosengrant M.W., 1997, *The World Food Situation: Recent Developments, Emerging Issues, and Long-Term Prospects*, International Food Policy Research Institute, Washington, 1997.

19. Wehab Working Group, *A Framework for Action on Agriculture*, United Nations, New York, 2002.

tività agricole stesse coprono il 9% della superficie mondiale (12 milioni di km quadrati)²⁰.

La saturazione o l'aumento di salinità ha causato il degrado del 30% dei terreni irrigui, mentre il 40% del degrado dei suoli del mondo è dovuto al fenomeno dell'erosione.

Per quanto riguarda il flusso dell'azoto e del fosforo negli ecosistemi terrestri, l'azione antropica dovuta essenzialmente all'agricoltura industrializzata ha determinato dal 1960 ad oggi il raddoppio dell'azoto reattivo e la triplicazione del fosforo. Questi flussi hanno effetti devastanti soprattutto sui corpi idrici e sulle falde acquifere, che ne risultano seriamente compromesse, e in generale alterano pesantemente i cicli biogeochimici naturali. Spesso gli effetti nefasti dovuti all'abuso di sostanze chimiche in agricoltura si fa sentire anche oltre i confini delle terre emerse. È il caso eclatante del Midwest negli Stati Uniti, una delle zone più produttive del pianeta. Più dell'80% dei terreni di stati come l'Iowa, l'Illinois e l'Indiana è seminato esclusivamente a soia e mais, richiedendo un uso massiccio di pesticidi e fertilizzanti. I terreni non sono in grado di trattenere le ingenti quantità di questi prodotti chimici che si riversano nel Mississippi raggiungendo le acque del Golfo del Messico. Qui alimentano il proliferare di alghe e opprimono la vita dell'oceano, arrivando a creare una "zona morta" che talvolta copre sino a 18.000 chilometri quadrati. Tutto ciò ha dato un colpo mortale alla pesca locale, portando al tracollo intere comunità locali.

Il grande paradosso dello sviluppo dell'agricoltura consiste nel fatto che le tecnologie che hanno rivoluzionato le tecniche di produzione negli anni '60 rischiano oggi di accrescere notevolmente la vulnerabilità di un tanto fondamentale settore produttivo. "È il caso di pesticidi e degli insetticidi chimici: nati per permettere ai contadini di ridurre le perdite dovute ai parassiti e alle malattie sono diventati presto inutili, perché entrambi hanno sviluppato una resistenza; oltretutto le sostanze chimiche rilasciano residui tossici nell'acqua e nel terreno e arrivano a contaminare il cibo.

L'allevamento intensivo di migliaia di animali in allevamenti industriali ha fatto abbassare il prezzo delle carni, permettendo a fasce più ampie di popolazione di mangiare ogni giorno hamburger, bistecche e petti di pollo. Ma il prezzo che la società paga per avere in cambio carne economica è alto: perdita di biodiversità nelle razze animali e malattie che superano le barriere di specie e che colpiscono gli esseri umani"²¹. Basti pensare alla Bse e alla più recente aviaria. A questi prezzi andrebbe aggiunto il degrado dei suoli sopra illustrato.

20. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, *Global Biodiversity Outlook*, Montreal, 2001, p. 111.

21. Worldwatch Institute, op. cit., 2005, p. 115.

Il sistema produttivo intensivo andrebbe convertito nella direzione della diversificazione dei raccolti. Ciò potrebbe avere un effetto lenitivo sulla perdita di biodiversità genetica. Rafforzerebbe gli agricoltori rendendoli più sicuri e più indipendenti dalle multinazionali delle sementi transgeniche. Chi semina una sola varietà è più esposto alla possibilità di perdere tutto il raccolto rispetto a chi ne ha seminate diverse. L'agricoltura diversificata avrebbe anche un effetto positivo sulla riduzione dell'anidride carbonica, favorendone lo stoccaggio. Le aziende agricole a maggese, presentando alberi in posizioni strategica, si difendono meglio da piogge torrenziali o gravi siccità e possono trattenere fino a 10 o 20 volte più carbonio delle monoculture a cereali. La diversificazione dei raccolti costituisce anche uno scudo ecologico contro le minacce del clima.

Questo nuovo modello produttivo agricolo è stato definito “plurifunzionale” o “agroecologico”. Prevede che le aziende agricole siano degli ecosistemi più autosufficienti e che siano meno vincolate all'uso delle sostanze chimiche. Esempio è il caso di San Martín Jilotepeque, cittadina degli altopiani del Guatemala, dove l'introduzione dell'approccio plurifunzionale di produzione agricola ha fatto registrare una notevole crescita della produzione e il calo del 90% dell'emigrazione²².

Un'altra insidiosissima minaccia per l'agricoltura mondiale è costituita dai cambiamenti climatici. È stato infatti stimato che secondo gli attuali trend entro i prossimi 50 anni i raccolti di cereali nelle zone tropicali potrebbero ridursi addirittura del 30%.

Anche dal punto di vista socio-economico l'approccio industriale intensivo non mostra risultati incoraggianti. I contadini sono la categoria più povera del pianeta. Infatti il 75% delle persone che vivono al di sotto delle soglie di povertà (reddito inferiore al dollaro al giorno) che in totale ammontano a 1,2 miliardi di persone, lavorano ed abitano in zone rurali.

Secondo i Meadows, “l'odierna produzione di alimenti potrebbe essere sufficiente per tutti. E sarebbe possibile produrre altri alimenti ancora. Lo si potrebbe fare con molto meno inquinamento, meno terra e meno energia fossile, e restituendo milioni di ettari alla natura o alla produzione di fibre, foraggio o energia. Lo si potrebbe fare in modo che gli agricoltori, che hanno il merito di nutrire il mondo, fossero ricompensati adeguatamente. Finora però è mancata la volontà politica di percorrere questa strada”²³.

22. Worldwatch Institute, *State of the World 02*, Washington, 2002, p. 93.

23. Meadows D. *et al.*, op. cit., 2006, p. 93.

L'energia e il clima

Tra il 1990 e il 2001 l'utilizzo di energia per 1000 dollari di Pil è diminuito del 3,5% a livello globale. Tale dato trova giustificazione nel progresso raggiunto nel campo delle tecnologie, rese sempre più efficienti sia per quanto concerne la produzione da combustibili fossili, che in relazione al consumo industriale, domestico e dei trasporti. A fronte di questa riduzione nell'utilizzo di energia in relazione al Pil, il consumo energetico globale ha segnato un aumento enorme: il 60% in più rispetto al 1973 (dato del 2002)²⁴. L'aumento dei consumi comunque non ha interessato la popolazione mondiale in modo uniforme. Il consumo pro capite nei paesi sviluppati è dieci volte superiore rispetto a quanto si registra nei paesi in via di sviluppo.

La percentuale di energia prodotta grazie ai combustibili fossili ammonta all'80%. Dal 1973 è diminuita soltanto del 6%. Gli interventi finora adottati dalla comunità internazionale non sono commisurati al Global Worrying stia facendo grandi sforzi per scongiurare uno degli scenari più pericolosi per il futuro del pianeta. I combustibili fossili sono i principali responsabili dell'immissione di gas serra²⁵ nell'atmosfera. Per arrestare la crescita della temperatura globale è indispensabile limitarne l'uso. Inoltre le riserve sono limitate e si avvicinano sempre più all'esaurimento. Certamente le future generazioni avranno sempre meno disponibilità di combustibili fossili.

Questa situazione desta forti preoccupazioni sia per quanto concerne le sorgenti di fonti energetiche non rinnovabili, che si stanno avvicinando ai picchi di produzione, che per i pozzi di assorbimento delle emissioni che hanno già visto il superamento delle proprie capacità di carico.

Gli analisti sono concordi nel ritenere che il picco di produzione del petrolio verrà raggiunto nell'arco della prima metà di questo secolo. Le stime di ottimisti e pessimisti si differenziano solo per uno o due decenni. Secondo le previsioni di Edwards il picco della produzione mondiale di petrolio verrà raggiunto tra il 2030 e il 2040. I geologi Campbell e Laherrère prevedono invece che ciò si potrà verificare già intorno al 2010²⁶. Le risorse petrolifere rimaste potrebbero durare altri 50-80 anni se i tassi di utilizzo si mantenessero fissi ai livelli del 2000. Il gas naturale si manterrebbe disponibile per altri 160-310 anni. Ma se i tassi di utilizzo dovessero crescere come generalmente avviene e come è avvenuto in passato con una

24. La Camera F., op. cit., 2005, p. 99.

25. Gas serra: biossido di carbonio, metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, esafluoruro di zolfo.

26. Cfr. Rifkin J., *Economia all'idrogeno*, Mondadori, Milano, 2002, pp. 30-33.

media a partire dal 1970 del 2,8% annuo, il gas naturale durerebbe soltanto 75 anni. Di tempo quindi non ne rimane molto per un'auspicabile inversione di tendenza. Se poi teniamo conto del fatto che potrebbero essere necessari 50 anni per convertire le fonti energetiche e rivolgersi esclusivamente a quelle rinnovabili, la situazione appare in tutta la sua emergenza.

Dall'altro versante, quello dello smaltimento dei rifiuti provenienti dalla produzione energetica da combustibili fossili, lo stato delle cose non è per nulla più rassicurante. In atmosfera la concentrazione di biossido di carbonio è passata da circa 2,7 parti per milione (ppm) del 1750 a 3,7 ppm del 2000. Le emissioni di carbonio a livello globale hanno seguito un trend simile ai consumi energetici. Dal 1973 al 2002 si assiste ad un aumento complessivo del 55%.

La temperatura a livello del suolo segna una crescita di 0,6 gradi dal 1970 al 2002²⁷. Secondo l'International Panel on Climate Change (Ipcc)²⁸ nell'arco di questo secolo a causa dell'aumento della temperatura globale il livello dei mari salirà tra i 9 cm e gli 88 cm. Le conseguenze di un tale evento sarebbero disastrose per l'intera popolazione della Terra per la prevedibile crisi economica planetaria che ne seguirebbe, ma 100 milioni di persone ne sarebbero direttamente colpite, vivendo a meno di 88 cm dal livello del mare.

Le previsioni dell'Ipcc riguardo l'aumento della temperatura indicano che entro la fine del secolo si dovrebbe registrare una crescita che potrebbe variare da 2 a 5 gradi C²⁹.

Le stesse previsioni presentate dall'Iea nel *World Energy Outlook* non fanno ben sperare per il futuro del pianeta. Gli studi statistici dell'Agenzia Internazionale per l'Energia proiettati al 2030 indicano in un aumento del 60% l'andamento della domanda di energia su scala globale. I combustibili fossili copriranno l'85% di tale richiesta. Contestualmente le emissioni di anidride carbonica cresceranno del 60%. La quota di energia prodotta da fonti rinnovabili rimarrà bassa e ben lontana dal 12% fissato come obiettivo strategico a Johannesburg, raggiungendo un modesto 6%. Tale incremento sarà per gran parte dovuto al maggiore impiego di energia eolica e di biomassa.

Se un tale scenario futuro dovesse rivelarsi attendibile i rischi per il genere umano sarebbero molto elevati. Il pericolo della penuria di fonti energetiche e dell'innalzamento globale della temperatura può comunque esse-

27. http://news.bbc.co.uk/1/hi/in_depth/sci_tech/2004/climate_change/default.stm.

28. Ipcc, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policy-makers*, Wmo, Unep, Ginevra, 2007.

29. Ipcc Working Group II – Sesta sessione, *Summary for Policy Makers – Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, p. 5, www.ipcc.ch/pub/wg2SPMfinal.pdf.

re scongiurato in quanto i combustibili fossili possono essere sostituiti da fonti energetiche rinnovabili e l'uso dell'energia può essere razionalizzato. Incrementando l'efficienza energetica è possibile risparmiare enormi quantità di stock di combustibili fossili. Per fare solo qualche esempio le lampadine fluorescenti emettono la stessa quantità di luce delle normali lampadine ad incandescenza ma consumano solo 1/5 di energia elettrica. Le case automobilistiche hanno progettato prototipi in grado di percorrere dai 30 ai 60 chilometri con un litro di benzina. Peter Bijur³⁰ ritiene che se tutte le automobili circolanti negli Stati Uniti fossero dotate di pile a combustibile, si potrebbe ottenere il quintuplo della capacità elettrica installata oggi. È stato stimato che gli Usa potrebbero utilizzare la metà dell'energia che attualmente consumano se migliorassero l'efficienza di gestione con le tecnologie attualmente disponibili. "Ciò porterebbe gli Stati Uniti agli attuali livelli di efficienza dell'Europa Occidentale, e ridurrebbe la dipendenza mondiale dal petrolio del 14%, dal carbone del 14% e dal gas del 15%. Progressi analoghi o maggiori in materia di efficienza sono possibili nell'Europa Orientale e nel mondo meno industrializzato"³¹.

Migliorare l'efficienza energetica delle produzioni industriali determinerebbe degli enormi risparmi nell'uso dei combustibili fossili. Per fortuna nel mondo industriale la consapevolezza dei vantaggi legati all'elevazione dei margini di efficienza si fa sempre più strada. Si sta abbandonando la logica di interventi diretti ad arginare le conseguenze di sistemi di produzione non progettati per minimizzare l'uso delle risorse. Gli interventi "a valle" orientati alla semplice riduzione delle emissioni stanno a poco a poco cedendo il passo alla riprogettazione del sistema di produzione al fine di abbattere il livello di uso delle risorse e dell'energia e la conseguente produzione di emissioni inquinanti.

L'uso di fonti energetiche rinnovabili si sta diffondendo sempre più grazie all'abbassamento dei costi di produzione. Attualmente il fotovoltaico e l'eolico stanno raggiungendo prezzi concorrenziali rispetto alle produzioni energetiche da combustibili fossili. Il costo dell'energia elettrica fotovoltaica è passato dai 120 dollari per watt del 1970 ai 3,5 dollari per watt del 2000. Oggi è possibile installare un impianto fotovoltaico per la produzione di 3 Kw con un investimento di circa 20.000 euro, che viene ammortizzato grazie ai risparmi sul consumo di energia elettrica convenzionale nell'arco di 8-12 anni.

Anche l'energia eolica ha registrato una grande crescita. Dal 1997 al 2002 la produzione di energia eolica si è quadruplicata raggiungendo i

30. Cfr. Bijur P., *Global Energy Address to the 17th Congress of the World Energy Council*, Houston, 1998.

31. Meadows D., op. cit., 2006, p. 129.

31.000 megawatt, la capacità produttiva di più di 30 reattori nucleari.³² Il costo di produzione dell'energia eolica è oggi inferiore al fotovoltaico.

La prospettiva forse più allettante in campo energetico, fortemente sostenuta dal leader storico degli ecologisti italiani Massimo Scalia, è costituita dalla possibilità di utilizzare l'idrogeno come vettore energetico³³. Rispetto alla elettricità infatti mostra alcuni vantaggi rilevanti: può essere conservato per essere utilizzato solo all'occorrenza. Come l'elettricità può essere prodotto da diverse fonti (alcune rinnovabili) e attraverso diversi processi, inoltre può essere distribuito in modo capillare nel territorio. La caratteristica che lo rende estremamente appetibile come combustibile è la sua "pulizia": la sua combustione dà come prodotto di scorta soltanto vapore acqueo.

L'acqua

È scontato dire che si tratta di una risorsa fondamentale per l'esistenza del genere umano. Nessun uomo è in grado di vivere senza acqua dolce. La presenza d'acqua oltre a condizionare la produttività dei terreni agricoli, costituisce il mezzo principale per mantenere l'igiene personale, e come tale rappresenta una barriera al dilagare delle malattie infettive.

La disponibilità di acqua dolce per le popolazioni del mondo attualmente non è altrettanto scontata. Oltre 30 paesi, soprattutto africani e medio-orientali, sono scesi al di sotto del parametro di scarsità di acqua dolce rinnovabile (1000 metri cubi pro capite).

L'accesso insufficiente all'acqua non solo è la causa principale della perdita dei mezzi di sussistenza, ma spesso e volentieri è fonte di tensioni e conflitti. I contadini si sono sempre scontrati per questa preziosa risorsa. L'agricoltore che si trova più a valle solitamente accusa quello che si trova più a monte di bloccarla, di sottrarne troppa o di inquinare. Conflitti di tal genere possono addirittura caratterizzare le tese relazioni di intere nazioni. Si pensi per esempio alla rivalità e ai contrasti causati dalle dispute sull'accesso all'acqua tra Siria e Turchia, tra Pakistan e India, tra Egitto e Etiopia³⁴. L'acqua è stata fonte di conflitti fin dalla rivoluzione del Neolitico, quando l'uomo ha abbandonato il nomadismo ed ha iniziato a praticare

32. American Wind Energy Association, *Record Growth for Global Wind Power in 2002*, Washington, 2002, p. 1.

33. Scalia M., "Il leone e l'acquario: la nuova frontiera dell'idrogeno", in Angelini A. (a cura di), *Mediterraneo 2010. Ostacoli, opportunità, scenari*, Carocci, Roma, 2007.

34. Crawford S., *Mayordomo: Chronicle of an Acequia in Northern New Mexico*, Albuquerque, University of New Mexico Press, 1988.

l'agricoltura. La stessa etimologia del termine "rivale", proviene dal latino *rivalis*, che significa "colui che sta sull'altra riva del fiume". Le dispute per l'acqua sono sempre sorte tra comunità che si affacciano su uno stesso corso d'acqua. Il Danubio attraversa 17 paesi, il Nilo 10, il Congo ed il Niger 11, solo per fare qualche esempio. Sono in molti a paventare un futuro di guerre per il cosiddetto "oro blu". Ismail Serageldin, vicepresidente della Banca Mondiale, nel 1995 ha sostenuto che nel prossimo secolo le guerre saranno combattute per l'acqua³⁵.

I bacini internazionali su cui ricadono due o più paesi coprono il 45,3% delle terre emerse, e sono abitati da circa il 40% della popolazione mondiale. 145 paesi presentano una parte del loro territorio che ricade in un bacino internazionale e 33 sono quasi completamente compresi in tali bacini. Questi dati dimostrano quanto sia reale il rischio di conflitti per l'acqua, se non vengono attuate politiche di cooperazione miranti ad una gestione razionale e partecipata. La collaborazione tra le nazioni su questo tema è resa obbligatoria dal fatto che i bacini travalicano i confini nazionali. Inoltre in un bacino idrografico tutto è connesso: la qualità e la quantità dell'acqua dipende dalla gestione dell'intero territorio che lo costituisce. Una fonte di inquinamento che si trova al di fuori dei confini nazionali può gravemente colpire la capacità di una nazione di soddisfare la propria domanda interna.

I rischi legati alla gestione dell'acqua sono ancora più ampi. Sul piano ecologico ambientale, bisogna considerare che l'acqua svolge la funzione di "motore" dei cicli biogeochimici, in quanto trasporta molti elementi chimici. L'acqua garantisce continui scambi di materia tra la litosfera, l'atmosfera e la biosfera, in altre parole connette suolo, aria, flora e fauna. Degradare la rete idrica di un ecosistema significa comprometterne gravemente il funzionamento.

Sul piano sociale le privatizzazioni possono spesso portare a violenti conflitti. La popolazione può insorgere e protestare se l'acqua viene gestita in modo iniquo e poco efficiente. Le tensioni ovviamente aumentano quando dietro una cattiva gestione vi sono interessi privati di pochi. È il caso, divenuto famoso nel mondo, della città di Cochabamba (Bolivia). Nel settembre 1999 la città soffriva di scarsità idrica e servizi carenti. Per risolvere il problema il governo boliviano stipulò un contratto quarantennale con il consorzio internazionale Aguas del Tunari. I servizi idrici non migliorarono, mentre le tariffe subirono aumenti vertiginosi. La protesta si accese nella città e presto si estese in ampie zone del paese, fino a quando nell'aprile del 2000, il governo dichiarò lo stato d'assedio in tutto il paese

35. Cfr. Seregeldin, cit. in Crossette B., "Severe Water Crisis Ahead for Poorest Nations in Next Two Decades", *New York Times*, 10 agosto 1995.

ed inviò truppe a Cochabamba. Le tensioni si sono placate solo con la revoca della concessione all'Aguas del Tunari, e il ritorno alla gestione comunale. Ma i problemi nella fornitura del servizio idrico sono rimasti e la disputa con il consorzio internazionale, che ha chiesto un indennizzo di 25 milioni di dollari, è ancora aperta³⁶.

Il Segretario Generale dell'Onu, ha inserito l'acqua tra le cinque priorità indicate in occasione del vertice di Johannesburg³⁷. Il rapporto dell'Unep *Geo 2000* sottolinea che la scarsità della risorsa idrica è divenuta un'emergenza globale, in quanto il "ciclo dell'acqua sembra incapace di adattarsi alla domanda crescente dei prossimi decenni"³⁸.

I dati riportati nel rapporto dell'Unesco, *World Water Development Report*, presentano una situazione davvero agghiacciante.

- Intorno alla metà del secolo da 2 a 7 miliardi di persone dovranno fronteggiare scarsità di acqua, dovuta alla crescita demografica ed alla conseguente richiesta di cibo.
- La mortalità causata da problemi sanitari connessi alla qualità delle acque nel 2000 è stata pari ad oltre 2 milioni e 200 mila esseri umani. Per la maggior parte dei quali, bambini al di sotto dei 5 anni di età.
- Allo stato attuale 1,1 miliardi di persone non hanno accesso all'offerta d'acqua e 2,4 miliardi di individui non usufruisce di servizi sanitari connessi alla depurazione delle acque.
- L'11% della popolazione globale controlla l'84% della ricchezza prodotta e consuma l'88% dell'acqua.

In occasione della Giornata Mondiale dell'Acqua, il 22 marzo 2003, il Segretario Generale dell'Onu, invitando la comunità mondiale a intraprendere uno sforzo comune per tutelare e condividere l'acqua in modo equo, sostenibile e pacifico, ha affermato che "già oggi la domanda complessiva di acqua procede più velocemente rispetto alla crescita della popolazione. Se le tendenze attuali continueranno, sulla terra due persone su tre soffriranno di carenze idriche da moderate a gravi entro poco più di due decenni a partire da adesso".

Questo rischio può comunque essere evitato se vengono intraprese una serie di scelte di gestione orientate alla riduzione dell'uso e degli sprechi

36. "Bolivia Water Management: A Tale of Three Cities", *Precis*, Operations Evaluation Department, World Bank, primavera 2002; Public Citizen, *Water Privatization Case Study: Cochabamba, Bolivia*, Washington DC, 2001.

37. Le cinque priorità sono indicate dalla sigla Wehab: Water, Energy, Health, Agriculture and Biodiversity.

38. Unep, *Geo 2000*, Nairobi, 1999.

ed all'efficienza di gestione. Molto si può fare nel campo della razionalizzazione dell'uso della risorsa idrica. L'irrigazione a gocciolamento in agricoltura riduce i consumi dal 30% al 70%, ed aumenta la resa di produzione dal 20% al 90%. La scelta di colture adatte al clima abbasserebbe notevolmente il fabbisogno idrico del settore agricolo.

In ambito urbano gli esperti segnalano che la lotta alle perdite potrebbe far risparmiare l'uso di enormi quantità di stock di questa risorsa rinnovabile. Una città degli Stati Uniti perde in media un quarto di tutta l'acqua utilizzata a causa di inefficienze e perdite dovute agli acquedotti. Anche l'uso domestico potrebbe essere razionalizzato. I riduttori di flusso consentono degli enormi risparmi. La raccolta di acqua piovana ha grandi potenzialità in ambito urbano, ma è poco praticata. Anche l'uso differenziato delle acque è poco diffuso e la sua applicazione permetterebbe di attuare grandi riduzioni nei consumi. Le acque di scarico domestiche potrebbero essere utilizzate per il giardino e per il water-closet. È stato inoltre notato che l'interruzione di politiche di prezzi agevolati e l'introduzione dell'erogazione a contatore ha fatto registrare enormi riduzioni nei consumi. In città come Denver e New York ciò ha comportato una riduzione del 40% sui consumi familiari.

La gestione sostenibile dell'acqua non è detto che sia sufficiente a scongiurare il pericolo della carenza idrica globale. Se continueranno a mantenersi gli attuali trend relativi all'inquinamento ed al cambiamento climatico globale le riserve di acqua dolce potrebbero notevolmente assottigliarsi e il problema della gestione di questa fondamentale risorsa rinnovabile diverrebbe molto più acuto. Come fanno ben notare Donella e Dennis Meadows e Jorgen Randers, "la sostenibilità dell'acqua non è possibile senza sostenibilità climatica, che significa sostenibilità energetica. L'umanità è alle prese con un sistema unitario, ampio e interconnesso"³⁹.

Biodiversità

La nostra pesante intromissione nella rete di relazioni interdipendenti che sostiene la vita sulla Terra, assieme ai guasti ambientali prodotti dalla deforestazione, dalla scomparsa di specie e dai cambiamenti climatici, potrebbe scatenare effetti dannosi su larga scala, compreso il collasso imprevedibile di sistemi biologici cruciali dei quali conosciamo appena le interazioni e la dinamica. L'incertezza circa la portata di questi effetti non può giustificare l'indulgenza o il ritardo nel fronteggiare le minacce.

*Avvertimento degli scienziati del mondo all'umanità (1992)*⁴⁰

39. Meadows D. *et al.*, op. cit., 2006, pp. 101-102.

40. *World Scientist' Warning to Humanity*, appello lanciato nel 1992 da 1600 scienziati di cui 102 premi Nobel, vedi sito della Union of Concerned Scientist:

L'uomo deve la propria sopravvivenza e il proprio benessere ai servizi che naturalmente vengono forniti dagli ecosistemi. I benefici che i sistemi naturali producono spontaneamente sono talmente importanti per la vita sulla terra che Eugene e Howard Odum sono giunti a definire gli ecosistemi "life-support systems" (sistemi che sostengono la vita)⁴¹. I sistemi naturali infatti sono in grado di autogenerarsi, autorinnovarsi, autosostenersi, autoregolarsi. Grazie all'energia proveniente dal Sole e utilizzando gli elementi chimici fondamentali garantiscono la produzione primaria di materia organica che permette agli organismi di vivere ed evolversi. Fotosintesi e chemiosintesi sono i processi mediante i quali i sistemi naturali riescono a trarre dal mondo abiotico le risorse necessarie alla vita. Senza di essi non sarebbe possibile la formazione dei suoli, la regolazione delle componenti che costituiscono l'atmosfera, il ciclo dell'acqua e dei fondamentali elementi chimici, e la stessa evoluzione biologica, che è alla base della ricchezza di forme di vita sulla Terra.

I sistemi naturali devono la propria forza in termini di capacità di resilienza alla ricchezza di forme di vita di cui sono costituiti. L'abbondanza di forme di vita sulla Terra, frutto di miliardi di anni di evoluzione biologica, viene definita diversità biologica o biodiversità. È proprio dalla diversità biologica che dipende la capacità dei sistemi naturali di fornire quei servizi che sorreggono anche la vita del genere umano.

La biodiversità secondo una definizione del Wwf (1989)⁴² è la ricchezza della vita sulla Terra, i milioni di piante, animali e microrganismi, i geni che essi contengono, i complessi ecosistemi che essi costruiscono nella biosfera.

Il concetto di diversità biologica può essere applicato a tre differenti livelli:

1. specie⁴³: sono le varie forme di vita che si sono generate nell'arco dell'evoluzione della vita sulla terra e rappresentano le molteplici possibilità di interrelazione tra organismo e ambiente frutto degli adattamenti coevolutivi;
2. geni: la diversità genetica è di fondamentale importanza all'interno di ogni singola specie, si tratta della biodiversità intraspecifica e comporta

www.ucsusa.org/ucs/about/page.cfm?pageID=1009; vedi anche, Altschuler D.R., *L'universo e l'origine della vita*, Mondadori, Milano, 2005, appendice C.

41. Odum E.P., op. cit., 1971.

42. World Wildlife Fund for Nature, *The importance of biological diversity*, Wwf, 1989.

43. Dobbiamo la definizione del concetto di specie a Ernst Mayr che la identifica come un gruppo interfecondo di popolazioni naturali i cui membri sono incapaci di riprodursi con altri gruppi. Mayr E., *L'evoluzione delle specie animali*, Einaudi, Torino, 1970.

differenze genotipiche e fenotipiche tra gli individui di una stessa specie;

3. comunità e ecosistemi: le interazioni tra ambienti e specie biologiche da vita ad una moltitudine di comunità ed ecosistemi, la diversità a questo livello dipende soprattutto dalla natura delle interrelazioni che legano le varie popolazioni tra loro e all'ambiente che abitano.

Ad ognuno di questi livelli la diversità gioca un ruolo fondamentale e differente:

1. la biodiversità a livello delle specie offre sostanziali e diretti servizi all'umanità. La diversità specifica garantisce infatti all'uomo la possibilità di cibarsi, di curarsi e di ottenere altre risorse naturali per soddisfare altri suoi bisogni come vestirsi, scaldarsi, ripararsi...
2. La diversità genetica gioca un ruolo vitale all'interno di ogni singola specie, ne assicura la capacità di mantenimento e di resistenza. Una specie con un'elevata diversità genetica mostrerà una elevata vitalità produttiva ed una grande capacità di resistere sia alle malattie che ai mutamenti ambientali. L'uomo sfrutta la diversità intraspecifica selezionando le varietà e le razze che meglio rispondono alle proprie esigenze.
3. La diversità a livello di comunità è garanzia di un buon funzionamento degli ecosistemi. Più un ecosistema è ricco di comunità biologiche differenti più sarà in grado di mantenersi in vita nel caso di perturbazioni ambientali. Lo stesso "metabolismo" ecosistemico è agevolato dalla presenza di numerose differenti comunità. È la caratteristica fondamentale degli ecosistemi più maturi in cui il grado di integrazione tra le varie comunità è massimo, così come il livello di produzione, utilizzo e di "smaltimento" delle risorse materiali ed energetiche. In un'ottica antropocentrica la diversità in termini di comunità e di ecosistemi assicura alla società umana molti servizi di controllo e di regolazione, come il mantenimento della qualità dell'aria, dell'acqua, la stabilità climatica, la difesa dalle piene e dai processi erosivi.

La Convenzione sulla biodiversità biologica definisce ecosistema "un complesso dinamico di comunità di piante, animali e microrganismi e il loro ambiente non vivente, che interagiscono come un'unità funzionale". Se si danneggia anche solo un elemento di tale unità, si colpisce l'intero complesso dinamico, che può o non può essere in grado di opporsi allo stress subito, a seconda dell'entità del danno e dalla capacità di resilienza dell'ecosistema.

Alla luce di queste osservazioni estremamente sintetiche si capisce bene quanto la biodiversità sia la risorsa naturale più importante del pianeta. È il “cuore” stesso della vita.

I sistemi naturali presentano alcune caratteristiche universali “che dimostrano che i milioni di forme di vita attualmente presenti sulla Terra, nonché gli organismi che si sono succeduti nel tempo, hanno le loro radici in una originaria linea cellulare primordiale.

Non solo: dalle forme di vita unicellulari alle piante, agli animali superiori, fino all'uomo, tutti gli organismi – nella loro straordinaria diversificazione – sono riconducibili ad una base chimica molto semplice”⁴⁴.

Il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto sono gli elementi fondamentali che costituiscono le molecole biologiche. Qualsiasi organismo vivente ha bisogno di questi quattro elementi e di una fonte di energia esterna per sopravvivere, riprodursi ed evolversi.

Nel corso della storia della vita sulla Terra i meccanismi evolutivi⁴⁵ basati sulla variabilità, sulla selezione naturale e sull'ereditarietà hanno dato vita ad un'infinità di diverse forme di vita. I primi organismi viventi sono comparsi 3,8-3,5 miliardi di anni fa, ed erano semplici cellule procariote (senza nucleo). Solo dopo più di due miliardi di anni sono comparse le prime cellule eucariote (con nucleo) grazie ad un processo di endosimbiosi: il fagocitarsi tra cellule procariote può determinare l'instaurarsi di una relazione simbiotica tra esse. Sembra che i cloroplasti, gli organuli presenti nelle cellule vegetali e preposti alla fotosintesi clorofilliana, non fossero altro che cianobatteri, modificati dal processo di endosimbiosi⁴⁶. È stato, quindi, questo processo a permettere l'evoluzione biologica sul pianeta Terra. Con l'espandersi delle comunità di organismi capaci di svolgere la fotosintesi la composizione dell'atmosfera viene radicalmente modificata, raggiungendo lo stato chimico-fisico che ha consentito la diffusione di innumerevoli forme di vita. Secondo Margulis sono i batteri che regolano la composizione dell'atmosfera. “Sono la crescita, il metabolismo e le proprietà che riguardano gli scambi di gas nei microbi... a formare i complessi sistemi di retroazione fisici e chimici che modulano l'atmosfera in cui viviamo”⁴⁷.

Il processo evolutivo è basato su un adattamento reciproco organismi/ambiente. Bisogna liberarsi dalla riduttiva concezione secondo la quale gli organismi si devono adattare all'ambiente. Oggi la visione dell'evoluzione è molto più complessa e conferisce centralità alla relazione adattativa reci-

44. Bologna G., op. cit., p. 263.

45. Gould S.J., *La struttura della teoria dell'evoluzione*, Codice Edizioni, Torino, 2003.

46. Margulis L., Sagan D., *Microcosmos*, op. cit., 1986.

47. Ibid., p. 271.

proca tra ambiente ed organismi. L'evoluzione diviene *coevoluzione*. Scrive a proposito Lovelock: "l'evoluzione degli organismi è così strettamente accoppiata all'evoluzione del loro ambiente che insieme costituiscono un unico processo evolutivo"⁴⁸. Mentre nella visione classica dell'evoluzione l'elemento considerato più importante come motore dell'evoluzione biologica è la competizione, la lotta per la sopravvivenza per vincere la forza selettiva della natura (selezione naturale), ora, alla luce delle nuove ricerche, assume centralità l'interrelazione. Secondo le ricerche di Lynn Margulis, i processi fondamentali dell'evoluzione biologica sono le mutazioni genetiche, gli scambi genetici e la cooperazione. La selezione naturale non viene affrontata solamente con la competizione e la lotta reciproca, ma anche e soprattutto con la cooperazione, la mutua dipendenza, la simbiosi. Le ricerche sul microcosmo conducono la Margulis ad affermare che "la vita non prese il sopravvento del globo con la lotta, ma istituendo interrelazioni"⁴⁹.

I meccanismi che portano alla formazione di nuove specie viventi vengono definiti di speciazione, mentre quelli che ne determinano la scomparsa si definiscono di estinzione. Speciazioni ed estinzioni si sono sempre susseguite nella storia evolutiva del pianeta dando vita a nuove specie e facendone scomparire altre. Per estinzione si intende "un fenomeno naturale nella storia della vita sulla Terra, definito come un processo evolutivo che porta alla scomparsa di un *taxon* (genere, specie, sottospecie) o di una popolazione.

Quando una specie si estingue, il suo patrimonio genetico e la speciale e unica combinazione di geni che essa possiede vengono definitivamente perduti. L'estinzione di una specie implica la scomparsa di tutte le sue popolazioni, e quando ciò accade le comunità a cui appartenevano tali popolazioni vengono irrimediabilmente impoverite"⁵⁰.

I biologi evoluzionisti distinguono l'"estinzione di fondo" da altri tipi di estinzione particolarmente concentrati, forti e di vaste proporzioni, che chiamano "estinzioni di massa". E sono ampiamente concordi nel ritenere che nel corso della storia della vita sulla Terra si sono succedute solo 5 estinzioni che possono essere definite di massa: 440 milioni di anni fa (Ordoviciano), 365 milioni di anni fa (Devoniano), 245 milioni di anni fa (Permiano), 210 milioni di anni fa (Triassico), 66 milioni di anni fa (Cretaceo). Le cause che hanno determinato queste estinzioni sono ancora oggetto di ricerca, ma le ipotesi che al momento raccolgono più consensi si in-

48. Lovelock J., *Healing Gaia*, op. cit., 1991, p. 99.

49. Margulis L., Sagan D., *Microcosmos*, op. cit., 1986, p. 15.

50. Bologna G., op. cit., p. 279.

centrano su eventi catastrofici di grandi proporzioni: esogeni, come la caduta di enormi meteoriti e la fluttuazione delle radiazioni solari, o endogeni, come l'attività vulcanica, i cambiamenti climatici significativi, l'alterazione nel chimismo dei mari o dell'atmosfera, e variazioni nella dinamica delle placche tettoniche.

Oggi gli scienziati ritengono che si stia consumando una nuova estinzione di massa, la sesta, l'unica causata da una sola specie vivente: l'*homo sapiens sapiens*. È stato valutato che il tasso di estinzione determinato dall'impatto antropico sia addirittura 1000 volte superiore al tasso naturale di estinzione. La vita media di una specie è stimata intorno agli 11 milioni di anni per gli invertebrati, ed ai 1-2 per i vertebrati. Mentre il tasso naturale di estinzione va da 1 a 10 specie l'anno. Myers⁵¹ ha calcolato che attualmente il tasso di estinzione sia di 40.000 specie l'anno, circa 100 specie al giorno. Wilson⁵², invece, ritiene che stiamo perdendo 27.000 specie l'anno, 74 al giorno, tre all'ora. Queste stime sono calcolate sulla base di una relazione diretta tra riduzione di habitat e perdita di specie (teoria della bioinsularità)⁵³. Dal momento che la stima delle specie è impossibile da calcolare direttamente per mancanza di dati certi sul numero delle specie, ci si basa sul calcolo della riduzione della superficie di habitat.

In effetti tra le cause antropiche di perdita della biodiversità gli scienziati della conservazione mettono al primo posto la distruzione degli habitat naturali e la loro frammentazione. Tra le altre cause vengono indicate l'introduzione di specie invasive, l'inquinamento, l'aumento demografico della popolazione mondiale, e l'ipersfruttamento. È degno di nota il fatto che l'ordine di importanza si inverte se si fa riferimento alle cause di estinzione riferite al Paleolitico, quando la principale causa era la caccia⁵⁴.

Per quanto concerne i dati disponibili relativi alla biodiversità il Rapporto mondiale realizzato dal World Conservation Monitoring Centre dell'Unep stima in 1.750.000 le specie descritte fino ad oggi, mentre valuta in 14.000.000 la totalità di quelle ritenute esistenti.

La più autorevole istituzione scientifica internazionale che si occupa di conservazione della natura, la World Conservation Union (Iucn), elabora da parecchi anni delle liste di specie minacciate di estinzione: le cosiddette "Liste Rosse". Sulla base di nove categorie (estinto, estinto in natura, gra-

51. Myers N., *The Sinking Ark*, Pergamon Press, Oxford, 1979.

52. Wilson E., *La diversità della vita*, Rizzoli, Milano, 1993.

53. Mac Arthur R.H., Wilson E.O., *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton, 2001. La relazione che lega il numero di specie con la superficie in modo direttamente proporzionale è espressa dalla legge della potenza di cui si parla nel capitolo dedicato alla conservazione della natura (cap. 4).

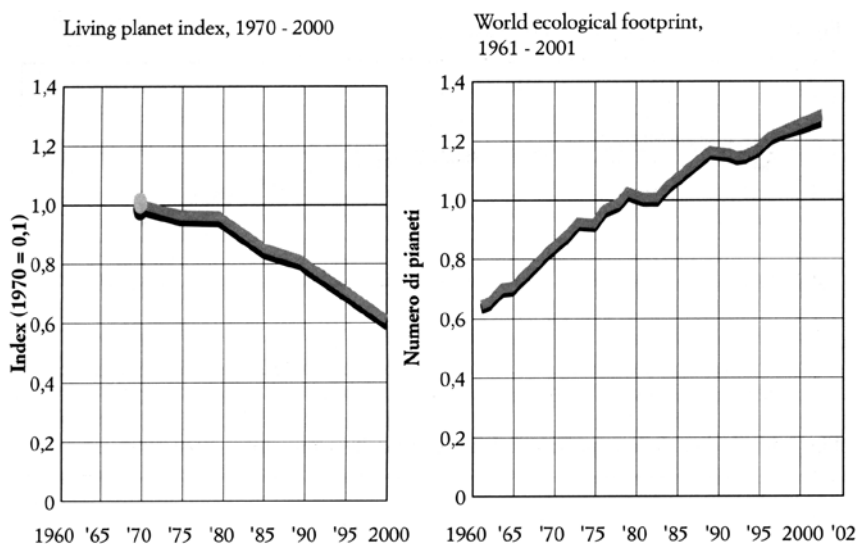
54. Wilson E., *Il Futuro della Vita*, Codice Edizioni, Torino, 2004.

vemente minacciato, minacciato, vulnerabile, quasi a rischio, a rischio minimo, dati insufficienti, non valutato) decrescenti in ordine di gravità dello stato di conservazione della specie, la lista dell'Iucn elenca le specie estinte e minacciate. La più recente "Lista Rossa" mostra che nel 2006 il totale delle specie minacciate ha raggiunto la cifra di 16.118, equivalente pressappoco all'1% del totale delle specie descritte (1.562.663). I taxa più colpiti sembrano essere i mammiferi con il 20%, gli anfibi con il 31%, gli uccelli con il 12%, le gimnosperme con il 31%, i pesci con il 4% e i rettili con il 4%. La percentuale si riferisce al numero di specie minacciate rispetto al totale delle specie descritte per singolo phylum.

Se si guardano le cifre riguardanti i diversi anni tra la fine del XX secolo e l'inizio del XXI si nota che il numero di specie minacciate aumenta costantemente. Nel 1998 erano 10.533 e nel 2002 erano 12.259, e nel 2004 erano 15.503.

Al fine di valutare i danni subiti dalla biosfera in termini di biodiversità il Wwf ha elaborato un indice che permette di superare il problema del computo delle specie estinte. Il *Living Planet Index* prende in considerazione l'andamento delle popolazioni di un ampio numero di specie. Le medie estrapolate dalle diverse tendenze registrate nel 2002 per singola specie

Fig. 2.1 - Secondo il Living planet index elaborato dal Wwf l'abbondanza delle specie ha subito un declino del 37% dal 1970 al 2000. Nello stesso arco di tempo l'impronta ecologica mondiale ha registrato un aumento notevole passando da 0,8 a 1,3. Il declino delle specie viventi è correlato all'ampliamento del flusso di energia e materia che utilizza il sistema economico mondiale (Fonte: La Camera F., op. cit., 2005)

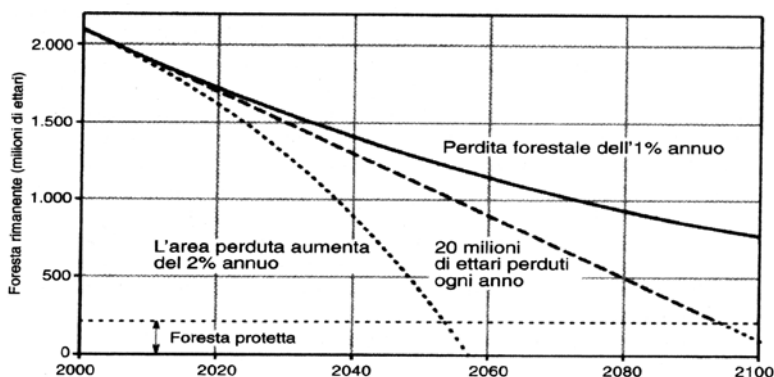


dimostrano che le popolazioni sono diminuite di oltre 1/3 dal 1970 al 2000. L'indice si riferisce all'abbondanza delle specie che vivono nelle foreste, nelle acque interne e negli oceani. Uno studio del Wwf ha rivelato che dal 1970 al 2000 vi è stato un declino complessivo pari a circa il 37%⁵⁵.

Un discorso a parte meritano le foreste del pianeta, sia per il ruolo fondamentale di stoccaggio dell'anidride carbonica, che per l'enorme ricchezza di biodiversità che custodiscono. È stato calcolato che le foreste tropicali a fronte di un'estensione territoriale che giunge a coprire il 7% della superficie terrestre, ospitano il 50% di tutte le specie viventi.

Prima della rivoluzione neolitica il pianeta era coperto da circa 7 miliardi di ettari di foreste. Oggi ne rimangono soltanto 3,9 miliardi di ettari. Più della metà di questa perdita è avvenuta dopo il 1950. Le foreste naturali rimaste coprono nelle zone temperate circa 1,6 miliardi di ettari e nella fascia tropicale circa 2,1 miliardi di ettari. Il restante 0,2 miliardi di ettari è costituito da rimboschimenti. Mentre la superficie delle foreste temperate rimane pressoché stabile, le foreste tropicali subiscono annualmente tagli considerevoli. Le stime della Fao⁵⁶ oscillano da 11 a 20 milioni di ettari

Fig. 2.2 - Il grafico illustra tre scenari possibili sulla futura perdita di foreste tropicali. Se il tasso di deforestazione rimarrà costante a 20 milioni di ettari l'anno, la foresta primaria non protetta scomparirà entro il 2094. Se invece il tasso di deforestazione aumenterà esponenzialmente del 2% annuo la scomparsa della foresta tropicale non protetta sarà anticipato al 2054. Lo scenario più roseo prevede che al tasso di deforestazione dell'1% annuo l'area della foresta tropicale si dimezzerà ogni 72 anni (Fonte: Meadows D. et al., op. cit., 2006)



55. Wwf, *Living Planet Report 2002*, Gland, Svizzera, 2002 (ed. it. *Rapporto Living Planet 2002*, www.wwf.it/ambiente/dossier/Dossier%2027def2.pdf).

56. Fao, *Forest Resource Assessment*, Fao, Roma, 2000, www.fao.org/forestry/index.jsp.

l'anno. Nel 1980 la Fao è pervenuta ad una valutazione di 11,4 milioni di ettari all'anno. A metà degli anni ottanta la stima era salita a 20 milioni di ettari l'anno. Nel 1990 l'entità della perdita scendeva a 14 milioni di ettari l'anno ed alla fine degli anni novanta era ulteriormente diminuito fino a 11,3 milioni di ettari l'anno.

La stima più recente si attesta sui 15,2 milioni di ettari l'anno, ma non terrebbe conto del disboscamento (taglio non dovuto ad altre forme di impiego della terra) e degli incendi. I Meadows e Jorgen Randers ritengono che considerando l'incompletezza delle informazioni raccolte la stima veritiera potrebbe attestarsi intorno ai 20 milioni di ettari annui⁵⁷.

Il fenomeno della deforestazione si è concentrato soprattutto nei paesi in via di sviluppo, bisognosi di esportare materie prime per sorreggere le loro fragili economie e per far fronte agli enormi debiti contratti con i paesi industrializzati. Inoltre nei Pvs il legname è la fonte principale di energia. Due miliardi di persone in Asia e 500 milioni in Africa dipendono dal legno per la produzione di energia. La metà del legno raccolto nel mondo è utilizzata come combustibile per ottenere energia e il 90% è consumato nei Pvs.

Secondo le conclusioni del *Millenium Ecosystem Assessment* la notevole perdita di biodiversità a cui stiamo assistendo è dovuta al crescente prelievo di risorse naturali. Voluto dall'Onu in vista del vertice di Johannesburg, il rapporto riassume le proprie analisi in 4 fondamentali punti⁵⁸.

1. Negli ultimi 50 anni, l'uomo ha modificato gli ecosistemi più rapidamente ed estensivamente rispetto ad ogni altro periodo della storia dell'uomo. Ciò è dovuto in gran parte alla crescente domanda di cibo, acqua potabile, legno, fibre e combustibili. Il risultato è una sostanziale ed in parte irreversibile perdita di diversità della vita sulla terra.
2. Tali modifiche agli ecosistemi hanno contribuito ad un sostanziale guadagno in termini di benessere e sviluppo economico, ma tali guadagni sono stati raggiunti a costi crescenti sotto la forma di degrado di molti servizi forniti dall'ecosistema, rischi crescenti che tali modifiche aumentino la probabilità di cambi non lineari negli ecosistemi (inclusa l'accelerazione, o l'improvviso aggravarsi di modifiche potenzialmente irreversibili), e l'esasperazione della povertà per determinate popolazioni. Tali problemi, se non adeguatamente affrontati, diminuiranno sostanzialmente i benefici che le future generazioni potranno ottenere dagli ecosistemi.

57. Meadows D. *et al.*, op. cit., 2006, p. 106.

58. Millenium Ecosystem Assessment, *Ecosystem and Human well-being - A Framework for Assessment*, Island Press, Washington, 2003.

3. Il degrado degli ecosistemi potrebbe crescere significativamente durante la prima metà di questo secolo ed è una barriera al raggiungimento degli obiettivi della Dichiarazione del Millennio.
4. La sfida per invertire il processo di degrado degli ecosistemi riuscendo a soddisfare la crescente domanda di servizi può essere parzialmente raccolta, ma comporta mutamenti significativi nelle politiche, istituzioni e pratiche, che al momento non si scorgono. Molte opzioni esistono per conservare o migliorare specifici servizi degli ecosistemi in modo da ridurre i trade-off negativi o consentire sinergie con altri servizi ecosistemici.

Nel campo delle politiche correttive l'aumento della superficie delle aree protette dal 7,5% del 1990 al 9,5% del 2000 non ha comportato l'arresto, né la diminuzione del tasso di perdita di biodiversità. L'ultima lista delle Nazioni Unite delle aree protette del mondo mostra un totale di 102.102 aree protette che coprono una superficie complessiva di 18,8 milioni di chilometri quadrati (12,65% della superficie terrestre). Ciò non ha avuto delle rilevanti ripercussioni sul piano pratico della conservazione. Questo perché "non basta dichiarare un'area come protetta per poterla ritenere tout court fuori pericolo. Guerre, bracconaggio, specie aliene introdotte, deforestazione, miniere, infrastrutture, cambiamenti climatici da noi indotti minano quotidianamente tantissime aree protette di tutto il mondo e spesso ne compromettono il futuro"⁵⁹. Tuttavia un'adeguata gestione delle aree protette, unitamente ad una gestione integrata del territorio, potrebbe far conseguire importanti risultati sul piano della conservazione della natura. Oggi il modello di gestione territoriale finalizzato alla conservazione che più appare adeguato alle esigenze contemporanee è quello della rete ecologica. Per sconfiggere la prima causa di perdita della biodiversità – la frammentazione territoriale – è necessario far sì che le aree protette siano tra loro collegate in un sistema a rete che garantisca continuità territoriale. Inoltre bisogna tenere presente la contingente presenza dell'uomo e delle sue attività e per questo è necessaria una pianificazione adeguatamente integrata. Il problema della frammentazione degli habitat e la realizzazione di un equilibrio armonico tra attività produttive e la conservazione, può essere affrontato attraverso la pianificazione di *reti ecologiche*, in altre parole un sistema di nodi di una certa dimensione collegati da corridoi ecologici.

I nodi sono unità ecosistematiche areali con dimensione e struttura ecologica tali da svolgere il ruolo di *serbatoio di naturalità* e, possibilmente, di produzione di risorse ecocompatibili; (*corridoi ecologici*) sono unità

59. Bologna G., op. cit., 2005, p. 287.

ecosistemiche lineari di collegamento di due nodi e svolgono funzioni di rifugio, via di transito ed elemento captatore di nuove specie colonizzatrici.

Il *network* è finalizzato a consentire, soprattutto per aree altamente antropizzate e importanti dal punto di vista produttivo, la conservazione del ruolo agricolo-produttivo di quell'area, compatibile con la tutela della biodiversità.

Le esperienze effettuate e quelle ancora in corso, in ambito internazionale, dimostrano che la problematica ambientale richiede un metodo unitario di pianificazione congruente con le trasformazioni naturali e culturali del territorio⁶⁰.

Metalli e minerali

Tra le risorse non rinnovabili un peso considerevole nell'economia mondiale è ricoperto dai minerali e dai metalli. Come nel caso dei combustibili fossili siamo di fronte a risorse che non si rinnovano nel tempo. A differenza dell'acqua, degli alimenti, del legno, della biodiversità e della radiazione solare, i minerali ed i metalli non hanno la capacità di ricostituirsi ed una volta estratti ed utilizzati non sono più disponibili. Riciclare è possibile ma solo fino ad un certo punto. La materia risponde al II principio della termodinamica e più viene utilizzata più si degrada. Bisogna liberarsi dall'idea che il riciclaggio possa da solo risolvere definitivamente il problema della limitatezza delle riserve di materiali. Il riciclo è un processo molto utile ed è auspicabile che si diffonda sempre più la sua pratica sino al punto di divenire universalmente applicata. Già oggi la maggior parte delle nazioni industrializzate investono molto in questo settore ed hanno attuato piani di sviluppo per renderne possibile la pratica ad un livello di massa. La legislazione europea su riciclaggio e rifiuti ne è una prova. Purtroppo però il riciclaggio riguarda soltanto lo stadio finale del ciclo di vita di un prodotto. "Secondo una valutazione approssimativa, a ogni tonnellata di rifiuti prodotti dal consumatore finale corrispondono 5 tonnellate di rifiuti nello stadio di fabbricazione e 20 tonnellate là dove avviene l'iniziale processo di estrazione della risorsa. Per ridurre questi flussi la cosa migliore consiste nell'estendere la vita utile dei prodotti e ridurre i flussi di materiali alla sorgente. Allungare la vita dei prodotti grazie a una migliore progettazione, alla riparazione e al riutilizzo (per esempio, lavare i piatti anziché adoperarne di tipo 'usa e getta') è meglio che riciclarli, perché non c'è

60. Angelini A., "Turismo, governance e parchi naturali", in Angelini A. (a cura di), *Metropoli, sostenibilità e governo dell'ambiente*, Carocci, Roma, 2004.

bisogno di frantumare, schiacciare, fondere, purificare e lavorare di nuovo i materiali riciclati”⁶¹.

Dal 1950 al 2000 il consumo mondiale di rame, piombo, zinco, stagno e nichel si è più che quadruplicato. La crescita dell’uso di questi metalli è dovuta all’aumento esponenziale della produzione industriale. Come nel caso di altre risorse, l’utilizzo dei minerali e dei metalli, non è uniforme sul pianeta. Il tasso di utilizzo medio di un abitante dei paesi industrializzati supera di un fattore 8-10 il tasso di utilizzo di un individuo medio dei paesi in via di sviluppo. Secondo i Meadows se tutti i nove miliardi di individui che nel 2050 abiteranno il pianeta consumassero metalli agli stessi tassi di un americano medio alla fine del XX secolo, la produzione globale di alluminio dovrebbe crescere di un fattore 9, quella di rame di un fattore 8 e quella d’acciaio di un fattore 5⁶².

Le riserve di ferro ed alluminio sono ancora molto abbondanti, mentre per il piombo, lo stagno, l’argento e lo zinco la situazione desta qualche preoccupazione. Le stime della durata di ferro e di alluminio ai tassi di produzione della media degli anni 1975-99 indicano rispettivamente in 65 ed in 81 anni il periodo per cui il totale delle riserve identificate sarà sufficiente. Per il rame tale stima scende a 22 anni, per il piombo ad appena 17 anni, per lo stagno a 28 anni, per l’argento a soli 15 anni, e per lo zinco a 20 anni⁶³. Secondo l’International Institute for Environment and Development (IIED) al tasso di crescita del 2% annuo le riserve possono alimentare la produzione per un arco di tempo variabile tra i 15 e gli 80 anni.

Queste stime possono variare in modo considerevole se piuttosto che le riserve identificate si tiene conto della base presunta di risorse, cioè della quantità totale di minerale che si presume sia contenuta nella crosta terrestre. Ma una valutazione si fatta dovrebbe tenere conto anche dell’aumento dei costi di estrazione, che crescono esponenzialmente man mano che le riserve più facilmente accessibili e sfruttabili si esauriscono. Il costo del trattamento degli scarti ad un certo punto renderà antieconomica l’attività di estrazione.

Se le sorgenti (sources) di minerali e metalli pongono il problema della loro limitatezza, allo stesso modo sorge la questione della limitatezza dei pozzi (sink) che dovrebbero provvedere allo smaltimento dei rifiuti relativi alla loro produzione. L’entità del problema è enorme se solo si pensa alla zaino ecologico che ogni produzione porta con sé. I rifiuti inerti generati dall’estrazione dei minerali ammontano a venti volte il peso dei materiali prodotti. Un modo efficiente per limitare la quantità di rifiuti è senza dub-

61. Meadows D. *et al.*, op. cit., 2006, p. 136.

62. Ibidem, p. 133.

63. Ibidem, p. 139.

bio il riciclaggio. Per fare solo un esempio l'invenzione della linguetta metallica non staccabile nelle lattine d'alluminio ha permesso di risparmiare tonnellate di alluminio. Prima della sua invenzione le linguette venivano gettate via. Ora vengono riciclate insieme al resto della lattina. L'entità del problema sembra risibile. Ma solo negli Stati Uniti vengono consumate 105 miliardi di lattine d'alluminio all'anno, di cui il 55% vengono riciclate.

Un pericolo particolarmente insidioso per la salute degli ecosistemi è costituito dai metalli pesanti dispersi dall'uomo nell'ambiente, molti di essi sono veri e propri veleni per i sistemi biologici. Una gran quantità di metalli pesanti viene stoccata secondo meccanismi e processi naturali nel suolo e nei fondali dei bacini idrici. Uno dei rischi maggiori correlati all'inquinamento è che l'aumento dell'acidità dei suoli determini la liberazione dei metalli pesanti "imprigionati" nel terreno. Una tale evenienza potrebbe avere degli effetti disastrosi per i sistemi viventi e potrebbe compromettere seriamente il funzionamento degli ecosistemi e la salute delle popolazioni.

Salute

È un'altra delle emergenze (insieme ai temi già trattati di energia, acqua, agricoltura, biodiversità) indicate dal Segretario Generale dell'Onu, Kofi Annan, come prioritarie a livello globale. Purtroppo nonostante i notevoli passi avanti compiuti nel campo delle scienze farmaceutiche ed in generale della medicina, molte malattie continuano a mietere numerosissime vittime, soprattutto nelle parti del mondo dove uno stato di assoluta povertà interessa vaste fasce della popolazione. Il numero di decessi causato da malattie infettive è superiore ai morti in guerra. Nel 2002 alla guerra è stato addebitato lo 0,3% dei decessi mondiali, mentre alle malattie infettive va il primato del 26%. Secondo Dennis Pirages, che apre il capitolo sulle malattie infettive del *Rapporto sullo Stato del Pianeta '05* del Worldwatch Institute, "in termini di comprensione delle dinamiche epidemiche, la ricerca e la sorveglianza stanno oggi dando risultati migliori. I nuovi rimedi per controllarle sono sempre più a portata di mano.

Ridurre a livello mondiale la mortalità da sindromi infettive dovrebbe essere al centro delle priorità: se solo una piccola percentuale del denaro che gli Stati Uniti e le altre potenze militari normalmente destinano alla difesa fosse dirottato verso interventi che promuovono la salute pubblica del mondo, il benessere umano ne trarrebbe notevole vantaggio, e anche il senso di sicurezza delle persone migliorerebbe enormemente. Se entro il 2015 la spesa sanitaria dei 60 paesi più poveri del mondo potesse aumenta-

re dagli attuali 13 dollari a 38 dollari pro capite – sostengono gli esperti – ogni anno si potrebbero salvare circa 8 milioni di vite”⁶⁴.

Secondo i dati del World Health Organization nel 2002 sono morte globalmente 57 milioni di persone, di cui 33,5 milioni sono stati decessi causati da malattie croniche non trasmissibili: 16,7 milioni a causa di malattie cardiovascolari, 7,3 milioni a causa di tumori, 3,7 milioni a causa di malattie respiratorie e 2 milioni a causa di malattie dell’apparato digerente. Il restante 18,3 milioni di morti sarebbe stato in qualche modo evitabile in quanto trattasi di decessi causati da fattori materni e perinatali, deficit nutrizionali e malattie trasmissibili.

Queste ultime fanno la parte del leone, contando 14,9 milioni di morti. In prima linea abbiamo le malattie respiratorie con 3,9 milioni di morti, poi l’AIDS con 2,8 milioni di decessi e le malattie diarroiche con 1,8 milioni di vittime. Infine tubercolosi e malaria contano rispettivamente 1,6 milioni e 1,3 milioni di morti⁶⁵.

L’HALE (Healthy Life Expectancy), un indicatore dell’aspettativa di vita corretto con lo stato della salute, mostra un gap enorme tra i dati riferiti alle nazioni industrializzate e quelli dei paesi in via di sviluppo. L’HALE in Giappone è oggi di 75 anni, mentre in Sierra Leone è di soli 28,6 anni. In Italia è di 72,7 anni, mentre negli Stati Uniti si attesta sui 69,3 anni⁶⁶.

Per quanto riguarda la mortalità infantile si è ben lontani dai progressi auspicati: nel 2000 i tassi di mortalità nei paesi in via di sviluppo erano del 63 per mille, mentre la mortalità al di sotto dei 5 anni di età sempre nei paesi in via di sviluppo faceva registrare il 90 per mille.

La mortalità materna si presenta elevata soprattutto nell’Africa subsahariana, dove sussiste il rischio di 1 decesso ogni 16 casi di natalità. Tale rapporto scende a 1/20 se esteso all’intera Africa e se viene ulteriormente esteso a tutti i paesi in via di sviluppo scende ulteriormente ad 1/61. Questo dato prova le gravissime condizioni igienico sanitarie, oltre che nutrizionali in cui versa l’africa subsahariana.

Questa zona del mondo è duramente colpita da un’altra terribile piaga: l’AIDS. Il 70% dei malati di AIDS di tutto il mondo vive nell’Africa subsahariana. Questa malattia mette a dura prova l’economia dei paesi di questa regione in quanto colpisce soprattutto gli adulti in età lavorativa. Priva quindi queste società di forza lavoro e lascia milioni di bambini orfani. Alla fine del 1999, 13 milioni di bambini erano orfani a causa dell’AIDS.

64. Worldwatch Institute, 2005, op. cit., p. 91.

65. WHO, *The World Health Report 2001*, Ginevra, 2001.

66. Ibidem.

Povert , distribuzione del reddito ed istruzione

I segnali di riduzione della povert  sono incoraggianti, ma ben lontani dai trend che sarebbero necessari per raggiungere gli Obiettivi del Millennio. Nei paesi in via di sviluppo la percentuale di popolazione al di sotto di un reddito con potere di acquisto di un dollaro al giorno   passata dal 29% al 23%. Questo miglioramento   comunque da attribuire alla rapida crescita di paesi come la Cina e l'India. In Africa subsahariana non si registra alcun miglioramento. I dati su scala mondiale indicano che 1/5 della popolazione mondiale (1,2 miliardi di persone) vive al di sotto della soglia di povert  (meno di un dollaro al giorno).

Circa 2,8 miliardi di persone vive con meno di 2 dollari al giorno e 11 milioni di bambini muoiono ogni anno (30.000 al giorno, uno ogni tre secondi) per causa associate alla povert .

In Africa un terzo della popolazione soffre di denutrizione, il totale riferito a tutti i paesi in via di sviluppo   di 815 milioni di persone.

Per quanto riguarda la distribuzione dei redditi il trend dal 1960 al 1998 non fa intravedere sostanziali miglioramenti tranne che per i paesi dell'Asia orientale e del Pacifico, ed in misura minore per quelli dell'Asia meridionale. La situazione   invece drammaticamente peggiorata per i paesi dell'Africa subsahariana che sono passati da un reddito corrispondente a 1/8-1/10 di quello dei paesi pi  ricchi dell'Ocse (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) nel 1960 a un reddito pro capite nel 1998 che   pari a 1/18 di quello dei paesi pi  ricchi dell'Ocse.

In generale "il reddito medio nei 20 paesi pi  ricchi   37 volte pi  elevato di quello dei 20 paesi pi  poveri.

Nel 1960 il reddito della quinta parte pi  ricca della popolazione mondiale era 30 volte quella della quinta parte pi  povera. Nel 2001 tale proporzione   salita a 90 volte"⁶⁷. Secondo i ricercatori del Massachusetts Institute of Technology la crescita economica mondiale aumenta le disparit  tra ricchi e poveri e non aiuta ad affrontare le sfide contemporanee a causa della struttura stessa del modello economico. In primo luogo le relazioni economiche sono governate sulla base degli ordinamenti sociali, che "dannano al privilegiato potere e risorse per accrescere il proprio privilegio". Sarebbe necessario a questo proposito mettere in atto una serie di meccanismi compensativi come le imposte progressive sul reddito, le imposte sul patrimonio, le leggi contro la discriminazione, standard universali ed omogenei per scuole e servizi sanitari, e processi democratici che separino la politica dall'influenza del denaro. In secondo luogo "per le popolazioni

67. La Camera F., 2005, op. cit., p. 120.

ricche, rispetto a quelle povere è più facile risparmiare, investire, e moltiplicare il proprio capitale, e non solo perché i ricchi hanno più possibilità di controllare le condizioni di mercato, procurarsi nuove tecnologie e controllare le risorse, ma anche perché secoli di crescita hanno messo a loro disposizione un ampio stock di capitale che può moltiplicarsi ancora di più”⁶⁸.

Nel rapporto del 2001 dell’Undp, *Human Development Report*, Milanovic riporta i seguenti dati di confronto:

- il 10% più povero della popolazione ha solo l’1,6% del reddito del 10% più ricco.
- L’1% più ricco della popolazione mondiale ha reddito pari al 57% più povero.
- Il 10% più ricco della popolazione degli Stati Uniti (circa 25 milioni di persone) ha avuto un reddito totale maggiore del 43% più povero della popolazione mondiale (circa 2 miliardi di persone).
- Il 25% della popolazione mondiale ha ricevuto il 75% del reddito mondiale.

Il miglioramento della propria condizione economica dipende spesso dal livello d’istruzione conseguito. Fondamentale per la crescita dell’individuo è l’educazione di base⁶⁹, poiché nelle prime fasi di crescita si forma la per-

Fig. 2.3 - La tabella mostra i valori calcolati nel 2002 delle tre componenti dell’indice di sviluppo umano. L’Hdi è stato elaborato dall’Undp, e permette di compiere confronti a livello internazionale tra le varie regioni del mondo (Fonte: La Camera F., op. cit., 2005)

Gruppo di Paesi	Speranza di vita	Livello di istruzione	Pil procapite
Paesi in via di sviluppo	0,66	0,71	0,62
Paesi meno sviluppati	0,43	0,49	0,42
Paesi arabi	0,69	0,61	0,65
Est asia e pacifico	0,75	0,83	0,64
America latina e carabi	0,76	0,86	0,72
Sud Asia	0,64	0,57	0,55
Africa sub-sahariana	0,34	0,56	0,48
Europa dell’est e centrale e Csi	0,74	0,93	0,72
Ocse	0,87	0,94	0,92
Ocse ad alto reddito	0,89	0,97	0,95
Mondo	0,70	0,76	0,73

68. Meadows D. *et al.*, op. cit., 2006, pp. 69-70.

69. Si intende per educazione di base l’educazione iniziale, sia formale che non formale, che riguarda i bambini di età compresa tra i 3 e i 12 anni.

sonalità e i segni lasciati in tenera età permangono a lungo. Inoltre le competenze di base (leggere, scrivere, contare) che fornisce sono indispensabili per una vita che dispieghi pari opportunità. La Commissione Internazionale sull'Educazione per il Ventunesimo Secolo, presieduta da Jacques Delors, insiste molto sul valore strategico dell'educazione di base. "L'educazione di base è un indispensabile "passaporto per la vita" che consentirà di scegliere ciò che si vuole, di partecipare alla costruzione di un comune futuro e di continuare ad apprendere. L'educazione di base è fondamentale se si vuole combattere con successo l'ineguaglianza sia tra i sessi che tra i paesi e al loro interno"⁷⁰.

L'educazione di base non è ad oggi un diritto riconosciuto a tutti. 130 milioni di bambini non hanno accesso all'istruzione primaria ed altri 100 milioni non riescono a concludere il ciclo minimo di studi. L'Organizzazione Mondiale del Lavoro⁷¹ ha stimato in 78,5 milioni il numero di bambini che lavorano nel mondo. Il valore è comunque sottostimato in quanto il 40% dei paesi interpellati non ha fornito informazioni, ed inoltre si può facilmente supporre che la maggior parte dei 130 milioni di bambini che non frequentano la scuola siano impegnati in attività lavorative.

Il trend mondiale mostra comunque un generale miglioramento nel livello di diffusione della scuola primaria e secondaria. Siamo passati da 250 milioni di alunni nel 1960 ai 2.700 milioni del 1996. Purtroppo, però, permangono 885 milioni di analfabeti adulti, di cui i due quinti sono donne.

L'accesso all'istruzione mostra una situazione molto differenziata a livello mondiale, soprattutto si nota un profondo gap tra i paesi ricchi del Nord e paesi in via di sviluppo. Secondo l'EFA Global Monitoring Report 2005 dell'Unesco⁷² i tassi di alfabetizzazione riguardanti gli adulti dei paesi dell'Africa subsahariana vanno dal 70,1% per gli uomini al 54,2% per le donne, mentre nei paesi sviluppati si registra il 99,1% per gli uomini e il 98,6% per le donne. La media (uomini/donne) dei paesi in via di sviluppo si colloca al 76,4%, mentre quella relativa ai paesi più ricchi arriva al 98.9%. La media mondiale è all'81,7%.

70. Delors J., *Nell'educazione un tesoro. Rapporto della Commissione Internazionale sull'Educazione per il Ventunesimo Secolo*, Unesco, Armando, Roma, 1996, p. 109.

71. International Labour Organization (ILO), *Child Labour*, Ginevra, 1995.

72. Unesco, EFA Global Monitoring Report 2005, http://portal.unesco.org/education/en/e_v.phpURL_ID=36027&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.htm; http://www.unesco.org/education/gmr_download/TA02_2005_eng.xls.

3. Energia, cambiamenti climatici e rifiuti

Prometeo: Ho limpida scienza, io, in anticipo, di ciò che sarà. Nessun male verrà, improvviso, a sorprendermi. Certo, io devo portare il mio peso fatale – quanto mi tocca – più sciolto che posso: so che è assurdo resistere contro un duro, fisso destino. Eppure, né star muto, né non star muto m'è dato ugualmente, su quel che mi capita ora. Ho offerto privilegi ai viventi ed eccomi, soffro sotto le stanghe di questa stretta fatale. Quel giorno, a colmare uno stelo di canna, intrappolo di frodo lo zampillo del fuoco. Esso riluce, da allora, tra gli uomini, artefice, strada maestra d'ogni mestiere ingegnoso. Fu questo il peccato: ora ne sconto il castigo, qui, perso nel cielo, trafitto nei ceppi.

Prometeo incatenato, Eschilo

1. Energia

Il termine energia deriva dal greco “energheia” e significa attività, forza, vigore. Grandezza fisica che attribuisce ad un organismo o un sistema la capacità di svolgere un lavoro. Misura di questa capacità, espressa come lavoro necessario per apportare modifiche ad una condizione di riferimento. L'unità di misura è il joule¹. Energia è la capacità di un sistema di compiere un lavoro: è dunque fondamentale allo svolgimento di ogni attività, allo sviluppo e al mantenimento della vita sulla Terra. Le attività

1. Il joule (simbolo: J) prende il nome dal fisico James Prescott Joule, è l'unità di misura dell'energia e del lavoro, ed è definito come $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$. Un J è il lavoro richiesto per esercitare una forza di un newton per una distanza di un metro, pertanto la stessa quantità può essere riferita come newton metro. Il newton metro è usato quale misura della coppia di torsione e non dell'energia. Un altro modo di visualizzare il J è il lavoro richiesto per sollevare una massa di 102 g (una mela) per un metro, opponendosi alla forza di gravità terrestre. Un J è anche il lavoro svolto per produrre la potenza di un watt per un secondo, esattamente come se qualcuno impiegasse un secondo per sollevare la *mela*.

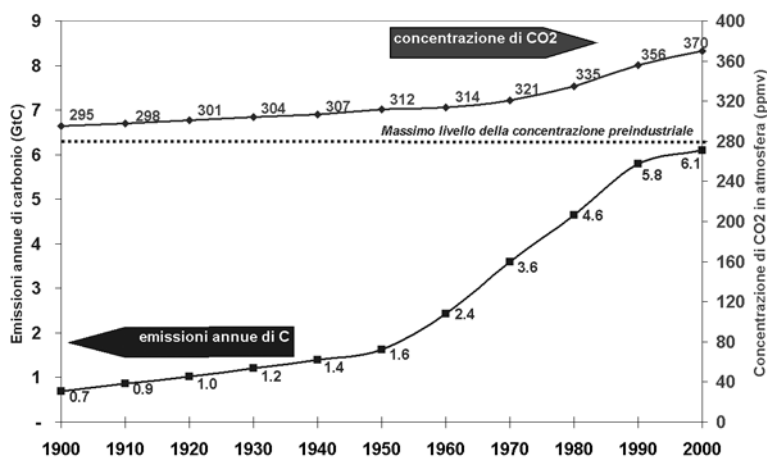
svolte quotidianamente dagli uomini richiedono un enorme dispendio energetico.

Fino a qualche anno fa i consumi energetici venivano utilizzati come indicatore per misurare la crescita ed il benessere di una nazione. Attualmente il problema energetico è caratterizzato, da una parte, dal costante aumento della richiesta, dei prezzi e del diminuire delle riserve, e dall'altro, dal fatto che questo modello energetico basato sui combustibili fossili rappresenta il problema centrale della questione ambientale.

Inoltre, la continua crescita della popolazione mondiale (si prevede che, dai circa 6,4 miliardi attuali, si arrivi a circa 8 miliardi intorno al 2020), l'aumento del livello di vita nei paesi industrializzati e il crescente bisogno di energia dei paesi in via di sviluppo fanno prevedere che il consumo mondiale di energia continuerà a crescere. Questo scenario genera motivate preoccupazioni, sia perché le risorse energetiche più usate sono limitate, sia perché il loro utilizzo causa inquinamento ambientale e compromette l'equilibrio termodinamico del pianeta.

Solo a partire dal XVII secolo, con la rivoluzione industriale e l'impiego massiccio della macchina a vapore nell'industria il consumo di energia subì un brusco aumento e la fonte primaria di energia divenne il carbone. Nel corso del XX secolo il fabbisogno energetico mondiale è aumentato vertiginosamente, a causa di un consumo indiscriminato di carbone, petrolio, gas naturale senza preoccuparsi della loro limitatezza. La crisi energetica del 1973, conseguenza del provvedimento dei paesi produttori di petrolio (membri dell'Opec), che quadruplicarono il prezzo del barile di pe-

Fig. 3.1 - Evoluzione delle emissioni di carbonio e delle concentrazioni di CO₂

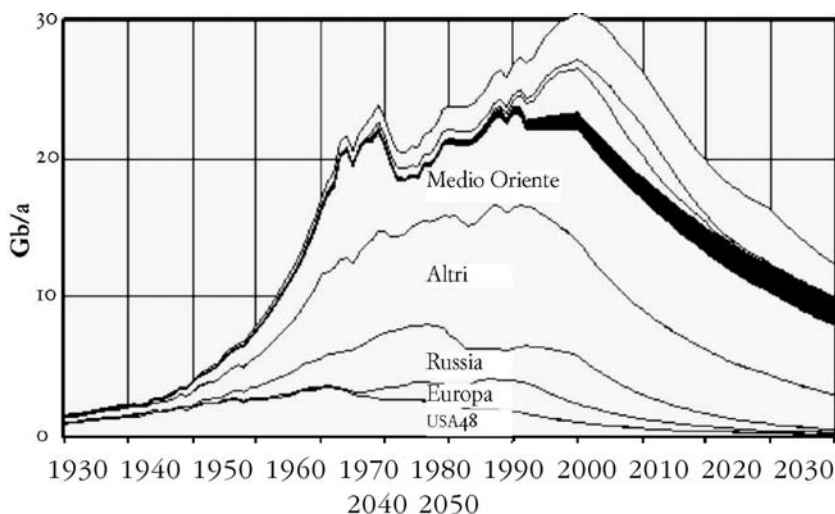


trolio, riducendo nel contempo le forniture ai principali paesi importatori, ha messo in crisi per la prima volta questo sistema. Il prezzo è continuato a salire fino al 1980, raggiungendo la cifra record di 40 dollari al barile. La Comunità Europea scelse di privilegiare il carbone e l'energia nucleare per ridurre la dipendenza dal petrolio e per sostenere una politica di risparmio energetico. Dopo più di un quarto di secolo il problema riguarda il costante aumento della richiesta di greggio, i prezzi e il diminuire delle riserve. Ma tutto ciò – come osserva Scalia – non è sufficiente per determinare un cambiamento: “Ci sono diversi motivi [...] Il primo è il basso prezzo che il petrolio ha avuto per circa venti anni (anche se volasse sopra i 50 dollari a barile saremmo a poco più della metà del costo massimo, quello, appunto, del 1985), che non stimola né le grandi multinazionali né i governi a impegnarsi nei formidabili investimenti necessari a proiettare su scala mondiale un nuovo fattore energetico. Ciò non toglie che l'amplessissima gamma di progetti e sperimentazioni disponibile renderebbe già possibile un significativo decollo dell'idrogeno nel giro dei prossimi anni.

Il secondo è l'enorme inerzia associata ad ogni grande fonte energetica: si pensi non soltanto, come è ovvio, ai giganteschi interessi economico-finanziari, ma anche alle colossali infrastrutture, agli enormi quantitativi operati, ai milioni di addetti, alle abitudini consolidate anche dei consumatori, a una vera e propria “cultura” legata a quella fonte.

Il terzo, il più importante, è la ancora scarsa propensione a ragionare in termini di sostenibilità, a investire sulla sostenibilità; per la quale, la mag-

Fig. 3.2 - Petrolio, previsioni, la Curva di Hubbert



gior parte delle imprese in tutto il mondo è disposta a devolvere nelle voci del proprio bilancio pochi per mille.

Nonostante queste considerazioni si intuisce da più segnali che ci troviamo di fronte a una situazione nuova. Non è solo il fascino di una proposta ormai matura: muoversi per una decisa sostituzione dei combustibili fossili. Non è solo il fascino di una grande rivoluzione industriale, tecnologicamente ed economicamente possibile, in un percorso di scelte sostenibili. Entro i prossimi anni anche la produzione industriale di *petrolio* del Pianeta raggiungerà il suo massimo e allora sì che, l'offerta decrescendo in corrispondenza all'aumento della domanda, la nel tempo della produzione industriale del carbone negli Stati Uniti (in figura, la curva della produzione del petrolio). Entro i prossimi anni anche la produzione industriale di *petrolio* del Pianeta raggiungerà il suo massimo e allora sì che, l'offerta decrescendo in corrispondenza all'aumento della domanda, la crescita del *prezzo del greggio assumerà ritmi esponenziali*. E, quando si programmano le scelte energetiche, vent'anni vuol dire domani².

2. Energie non rinnovabili

I combustibili fossili (petrolio, carbone, gas naturale) rappresentano oltre l'80% dell'energia commerciale impiegata nel pianeta. Questi combustibili fossili sono risorse non rinnovabili, una volta bruciati si trasformano in biossido di carbonio, biossido di zolfo, particolato ecc. Il cambiamento di stato oltre a produrre inquinamento atmosferico, contribuisce all'aumento della temperatura media della Terra.

La scoperta di nuovi giacimenti si incrocia con l'aumento dei tassi di consumo e il rapporto tra riserve conosciute e produzione si mantiene costante. I consumi riducono gli stock di riserve note e l'attuale individuazione di nuovi giacimenti non è sufficiente in relazione all'aumento dei consumi.

Tab. 3.1 - Consumi energetici da fonti non rinnovabili nel mondo (Fonte: Enea, 2005)

Petrolio	38%
Carbone	24%
Gas	20%
Nucleare	6%

2. Scalia M. in Angelini A. (a cura di), op. cit., 2007, p. 115

3. Fonti energetiche rinnovabili

Le fonti di energia rinnovabili sono state fra le prime a essere sfruttate dall'uomo. Sono, per esempio, la legna, o più in generale le biomasse; l'energia idraulica, già oggi utilizzata nelle centrali idroelettriche; l'energia eolica, fornita dal vento; l'energia degli oceani, che si ricava attraverso il recupero del calore immagazzinato nelle masse d'acqua; l'energia solare, trasformabile in calore e in energia elettrica. Le rinnovabili rappresentano l'unica opzione reale e praticabile (nel senso che la loro fattibilità è pienamente provata), disponibile qui e ora, per aggredire alle radici il problema della CO₂, garantendo una risposta sicura all'accumulo di questa sostanza nell'atmosfera.

Tab. 3.2 - Consumi energetici da fonti rinnovabili nel mondo (Fonte: Enea, 2005)

Idraulica	2%
Biomassa	8%
Nuove rinnovabili	2%

L'energia idraulica è la risorsa energetica rinnovabile attualmente più sfruttata al mondo. Per l'Italia, l'idroelettrico costituisce di gran lunga la più importante delle risorse energetiche nazionali. Dalla fonte idraulica che, nel 1960, forniva più dell'80% della produzione di elettricità in Italia, alla fine degli anni '90 si è ridotta al 16% e a causa delle continue crisi idriche è destinata a ridursi ulteriormente, oltre al fatto che la quasi totalità dei corpi idrici utilizzabili nei paesi industrializzati sono già sfruttati.

L'energia geotermica viene sperimentata nel 1904 a Larderello in Toscana, da Piero Ginori Conti che accese cinque lampadine utilizzando una dinamo trascinata da un motore alternativo che utilizzava vapore proveniente da sorgenti geotermiche. Nove anni dopo nel 1913 entrò in funzione la prima centrale di generazione di elettricità, con un impianto dotato di una turbina da 250 KW di potenza elettrica. Nel 1944 la potenza installata in Italia raggiunse i 127 MW, per essere azzerata in seguito alla seconda guerra mondiale.

L'energia geotermica è derivata dal calore terrestre, soprattutto dalla differenza della temperatura alle varie profondità. Essa si accumula nella crosta terrestre e viene alimentata dal calore generato dal mantello e dal nucleo della terra. Le manifestazioni più significative sono i fenomeni vulcanici, la dinamica delle zolle crostali, la formazione delle montagne o delle fosse oceaniche, ecc. Questo serbatoio di energia costituito dal calore immagazzinato in grandi quantità rappresenta uno dei più grandi giacimenti

energetici inutilizzati. Generalmente l'intensità di questa energia è bassa, tranne lungo i confini delle tettoniche, in aree note per attività vulcaniche e terremoti. In Italia le aree di possibile sviluppo geotermico sono: le aree vulcaniche del versante orientale della Sicilia; l'area di Larderello, che si estende verso sud-est per circa 200 km²; l'area di Travale-Radicondoli, situata ad est dell'area di Larderello; l'area del monte Amiata; l'area a nord-ovest del lago di Bolsena.

L'utilizzo delle acque calde offre prospettive interessanti, nel settore del riscaldamento di ambienti (edifici, serre ecc.), nell'acquacoltura e nei processi industriali.

Nel mondo i paesi che sfruttano maggiormente la geotermia sono gli Stati Uniti (con 2.900 MW installati), le Filippine (1.900 MW), il Messico (760 MW), il Giappone (550 MW) e l'Indonesia (600 MW). Sono questi paesi tutti vicini alla cosiddetta *cintura del fuoco*, che corrisponde alla vasta regione vulcanica che cinge, a ovest e a est, l'oceano Pacifico.

L'energia eolica è quella che in questi ultimi anni ha conosciuto un notevole sviluppo. Diversi paesi europei (Germania, Danimarca, Spagna)

Tab. 3.3 - Costi di produzione per fonte

Fonte primaria	Tecnologia	Costi (Cent €/kWh)	
		Attuali	Previsti
Eolica	Eolico [1]	3,0	2,5
Eolica	Eolico (piccola taglia)	5,0	4,0
Solare	Fotovoltaico [2]	25,0	18,0
Solare	Fotovoltaico piccoli impianti integrati	40,0	27,0
Idro	Idroelettrico	3,0	3,0
Idro	Minidroelettrico	4,0	4,0
Geotermica	Impianto geotermoelettrici	5,0	5,0
Carbone	Impianti a vapore grossa taglia	7,0	7,0
Olio ombustibile	Impianti a vapore grossa taglia	5,0	5,0
Gas Naturale	Impianti a vapore grossa taglia	4,0	4,0
Gas Naturale	Impianti a gas (< 100 kW)	6,0	6,0
Nucleare	Impianti nucleari	5,3	6,1

[1] Taglia superiore a 1 MW.

[2] Taglia superiore a 250 MW.

hanno sviluppato questo settore energetico, Nel 2002 nei paesi dell'Ue erano installati più di 22.000 MW di generatori eolici, su un totale di 30.000 MW a livello mondiale. Tra questi il paese leader è la Germania con 12.000 MW, che rappresenta il 3,5% circa del consumo di elettricità del paese.

L'energia eolica è prodotta dal vento con l'uso di aerogeneratori sfruttando le differenze di temperatura e pressione tra i diversi strati dell'atmosfera terrestre dovute alla radiazione solare produce il vento. Le condizioni topografiche condizionano le variazioni di natura stagionale giornaliera ed oraria. Lungo le linee costiere e nelle regioni montuose è concentrata la maggior parte delle risorse eoliche, presenti anche in aree pianeggianti.

Per produrre l'energia eolica le turbine a vento sono installate e connesse alla rete sia in forma isolata che in installazioni multiple, le cosiddette *wind farms*.

I paesi dotati di tecnologie avanzate hanno ormai ultimato la mappatura dei siti che possiedono i parametri eolici adeguati allo sfruttamento. Inoltre, è possibile prevedere un'ulteriore espansione dell'eolico attraverso gli impianti "fuori costa" (*off-shore*).

L'ammontare di energia che la Terra riceve dal Sole supera largamente tutti gli attuali consumi energetici dell'uomo. Sulla Terra la disponibilità della fonte solare mostra variazioni giornaliere e stagionali che ci sono molto familiari; tale disponibilità, inoltre, è influenzata in modo significativo dalle condizioni meteorologiche. Ogni paese, a livelli diversi, può accedere all'energia solare. Le utilizzazioni di questa risorsa sono alquanto diversificate e includono:

- l'impiego diretto del *calore del Sole* (in sistemi cosiddetti attivi – come i collettori solari per l'acqua calda – oppure passivi, che si rifanno alla buona progettazione degli edifici e degli ambienti);
- l'utilizzazione di cicli termodinamici per la conversione in elettricità dell'energia contenuta in fluidi riscaldati dal Sole (*solare a concentrazione*);
- la conversione della radiazione solare direttamente in elettricità, attraverso celle solari (*sistemi fotovoltaici*).

I collettori utilizzano la radiazione del Sole per riscaldare acqua o anche un altro fluido, ad esempio l'aria. A seconda dell'uso a cui il calore è destinato, la conversione si classifica in riscaldamento d'acqua, riscaldamento di ambienti oppure produzione di calore per processi industriali.

La più comune applicazione dei collettori termici è quella del riscaldamento d'acqua per uso civile e il riscaldamento degli ambienti. Negli ultimi anni è aumentata la produzione di calore per processi industriali per la valenza economica delle loro utilizzazioni.

La radiazione solare giunge al livello del mare con una potenza di 1.000 W su ogni m² di superficie, adeguata per essere utilizzata in modo economico ed efficiente per riscaldare ambienti e fluidi a temperature non troppo elevate. La densità della radiazione del Sole è però troppo bassa per riscaldare i fluidi alle temperature più elevate, necessarie per produrre energia elettrica. In questo caso, per ottenere cioè le elevate temperature richieste, è indispensabile concentrare la luce solare.

Lo scienziato francese Antoine-Laurent Lavoisier più di due secoli fa arrivò quasi a fondere il platino utilizzando un sistema a concentrazione a due lenti. La necessità di concentrare la luce limita la radiazione solare utilizzabile alla sola componente diretta. Per questa ragione i siti più idonei ad accogliere le installazioni sono quelli caratterizzati da un'elevata componente diretta della radiazione solare. In Europa, i paesi che hanno le caratteristiche ottimali per realizzare centrali solari a concentrazione sono la Spagna e l'Italia. Non ha caso il più grande impianto europeo è stato realizzato in Andalusia.

I siti migliori per la realizzazione delle centrali a concentrazione del Sole, i siti desertici sono i più adatti, per le migliori condizioni di irraggiamento. Per questa ragione diverse centrali, tutt'ora in funzione, furono realizzate tra gli anni '80 e gli anni '90 in California.

3.1. *Il solare fotovoltaico*

L'energia solare può essere trasformata direttamente in elettricità sfruttando un fenomeno, noto come *effetto fotovoltaico*, che si manifesta in alcuni materiali. Un impianto fotovoltaico è un impianto industriale che sfrutta l'energia solare per produrre energia elettrica mediante effetto fotovoltaico. Un campo fotovoltaico raccoglie energia solare attraverso i moduli fotovoltaici orientati verso il sole. I voltaggi usati prevalentemente sono 12 e 24 e raramente 48.

Il fotovoltaico può oggi contare su un mercato in aumento e sui continui miglioramenti tecnologici. Nel corso di trent'anni, le celle solari hanno registrato uno spettacolare abbattimento dei costi, tuttora in corso, un aumento dell'efficienza di conversione e una penetrazione nel mercato estremamente significativa. I continui progressi e la notevole crescita del settore sono testimoniati dal fatto che, mentre sono stati necessari vent'anni per raggiungere, alla fine del 1999, una produzione cumulata di moduli fotovoltaici di 1.000 MW, sono poi bastati solo due anni e mezzo per averne, alla metà del 2002, altri 1.000 MW. Nel 2002 la produzione annuale dei moduli fotovoltaici nel mondo ha superato quota 550 MW, con dieci industrie a coprire l'85% dell'ammontare complessivo.

Attualmente nel mondo sono installati moduli fotovoltaici in applicazioni assai diversificate che, dalle piccole utenze di alcuni watt giunge ai grandi impianti di potenza per diversi milioni di watt, passando per impianti di dimensione intermedia disposti sulle facciate di edifici (per coprire parte del fabbisogno di elettricità) o che alimentano fari, ripetitori radio o che provvedono al fabbisogno elettrico di abitazioni isolate, particolarmente in paesi in via di sviluppo.

3.2. *L'energia da biomassa*

Per *biomassa* si intende una grande varietà di materiali organici, quali legna, residui di lavorazione di prodotti agricoli e forestali, apposite coltivazioni agricole come girasole, colza e soia, che possono essere impiegati per produrre energia. Questi materiali sono accomunati dal fatto che utilizzano come “nutrimento”, per la loro crescita, acqua e anidride carbonica. A partire da queste semplici molecole, infatti, la reazione di fotosintesi, attivata dalla luce del Sole, rende possibile la formazione di sostanze organiche complesse.

La reazione di fotosintesi trasforma l'energia del Sole nell'energia chimica delle molecole organiche costituenti la biomassa. Per questa capacità di fissare l'anidride carbonica, la biomassa costituisce il sistema naturale di accumulo di carbonio nella biosfera terrestre. Dalle foreste tropicali a quelle temperate, dalla tundra alle praterie, la biomassa è largamente distribuita e disponibile sulla superficie della Terra.

L'impatto ambientale per le emissioni in atmosfera prodotte dall'utilizzo della biomassa in termini di CO₂ è estremamente limitato. Per fare un calcolo corretto dell'uso delle biomasse per produrre energia, biocarburanti ecc., occorre fare un bilancio del processo produttivo e distributivo calcolare le emissioni della produzione agricola industriale delle biomasse, la movimentazione e il trasporto ecc. Bisogna considerare inoltre, la sottrazione di territorio alle coltivazioni e l'uso dei fertilizzanti.

Una classificazione della biomassa in base alle tipologie di utilizzo potrebbe essere:

- *legno, residui legnosi e residui vegetali* che rappresentano la biomassa a noi più familiare, proveniente dalle lavorazioni di prodotti agricoli e forestali oppure da apposite coltivazioni. Sono il mezzo più semplice da utilizzare per il riscaldamento, soprattutto nei paesi poveri.
- i *biocombustibili*, sono combustibili liquidi ottenuti da biomassa, trasformata per essere impiegata soprattutto come carburante per gli autoveicoli o per il riscaldamento.

Tra i più utilizzati:

- *biodiesel* che si ottiene da una riformulazione, mediante reazione con il metanolo, di alcuni oli vegetali estratti da piante oleaginose come colza e soia;
- *bioetanolo* che si ottiene attraverso la produzione di alcol etilico (o etanolo) da biomassa;
- *biogas*, prodotto da combustibili gassosi provenienti, principalmente, dalla fermentazione di residui di alcune lavorazioni dell'industria agro-alimentare;
- *biogas* prodotto da rifiuti organici in discarica controllata e utilizzata per la produzione di elettricità.

3.3. L'idrogeno

L'idrogeno è il più abbondante degli elementi chimici dell'universo: costituisce il 75% della sua massa e il 90% delle sue molecole. Il suo utilizzo efficace come fonte d'energia determinerebbe il compimento del percorso di *decarbonizzazione*, in considerazione che non contiene carbonio. Nel nostro pianeta l'idrogeno è assai diffuso: è contenuto nell'acqua, nei combustibili fossili e in tutte le specie viventi. L'idrogeno presente nell'acqua e in forma organica costituisce il 70% della superficie terrestre. Ma raramente si trova in natura in forma pura e libera, come accade invece con il carbone, il petrolio o il gas naturale. È un veicolo di energia, una forma secondaria che deve essere prodotta, come l'elettricità. La sfida tecnologica del futuro è rappresentata dalla produzione sostenibile ad emissione zero dell'idrogeno, attraverso utilizzo di energia da fonti rinnovabili.

Secondo Scalia, "In realtà la vicenda dell'idrogeno accompagna tutto l'Evo Contemporaneo, da quando Lavoisier con i suoi esperimenti mostrò che idrogeno e ossigeno erano la base dell'acqua, dando nome a quel gas, inodore e incolore, che vent'anni prima era stato scoperto da Cavendish. Da allora, cioè dalla fine del 18° secolo, l'idrogeno è stato il protagonista di una infinità di progetti industriali, tanto che oggi viene prodotto su larga scala con un quantitativo che si aggira intorno ai 50 milioni di tonnellate annue. Esso viene utilizzato in molte industrie per il trattamento di oli, grassi e, come materiale base, per la produzione di benzina, metanolo, coloranti, fertilizzanti, plastiche e anche medicinali. In natura è presente, nel rapporto 1 su 9, nell'acqua, e poi nella maggior parte dei composti organici, negli idrocarburi ed è un elemento fondamentale di tutti gli acidi.

È un combustibile chimico eccezionale perché all'*elevatissimo potere calorico* (circa 30.000 kcal/kg, tre volte quello del miglior combustibile)

associa, diversamente dagli altri combustibili, un *inquinamento pressoché nullo* – “bruciato” dall’ossigeno produce acqua – e una molteplicità di usi superiore a quella della stessa elettricità, basti pensare al trasporto aereo, non solo degli Space Shuttle. Prosegue Scalia, “È forse necessario chiarire subito una differenza rispetto ad altri combustibili. Nonostante la sua elevata abbondanza relativa l’idrogeno non si presenta libero in natura, *non è* cioè *una fonte primaria* come le altre materie prime energetiche, dai combustibili fossili – petrolio, carbone, metano – all’energia solare, eolica, idroelettrica, geotermica, da biomasse.

Questo fatto viene spesso accompagnato dal risolino critico di certa cultura ingegneresca: “Eh, ma non è una fonte primaria, è *solo* un vettore...” che allude, appunto, al fatto che l’idrogeno va prodotto. Poi *può essere accumulato* e trasportato (e questo apre il campo alle valutazioni tecnologiche e di sicurezza, di costi per la fattibilità, ad es., dell’adattamento dei metanodotti al trasporto dell’idrogeno): infine utilizzato come combustibile.

È, insomma, una fonte secondaria, un *vettore* energetico né più né meno che l’elettricità, della quale condivide molti aspetti assai *appealing*, dalla pluralità dei modi e delle fonti da cui si può ottenere – sottraendosi quindi all’ipoteca di “cartelli” geopolitici – alla capillarità della distribuzione. Ha in più alcuni vantaggi. [...] è un combustibile che da qualche anno si sta sperimentando, come liquido criogenico, per gli aerei (Tupolev, Daimler Chrysler), ed è difficile pensare a un motore elettrico che spinga un jet; può, al contrario dell’elettricità, essere stoccato (come gas ad alta pressione, come idruri metallici) e utilizzato quando serve. Un altro vantaggio riguarda, in un futuro che potrebbe non essere remoto, le sue qualità di *conduttore elettrico a resistenza quasi nulla*³.

3.4. Energia nucleare

L’energia nucleare si sprigiona dalla materia quando i nuclei degli atomi che la costituiscono subiscono una trasformazione. Due sono i processi fondamentali per ottenere energia nucleare: la fissione e la fusione nucleare. La fissione nucleare consiste nella scissione del nucleo atomico di alcuni elementi, come l’uranio-235 o il plutonio-239, a seguito del bombardamento con neutroni; la reazione, una volta innescata, si propaga autonomamente perché, in seguito alla scissione di un nucleo, si liberano alcuni neutroni, che, a loro volta, bombardano altri nuclei, e così via; e ciò avvie-

3. Scalia M. in Angelini A. (a cura di), op. cit., 2007, p. 100.

ne tanto rapidamente da causare un'esplosione. Nelle centrali nucleari la reazione a catena viene controllata sottraendo i neutroni in eccesso, in modo da poter immagazzinare l'energia liberata.

La fusione nucleare è il processo inverso di quello della fissione: consiste nell'unione di nuclei di atomi leggeri per dar luogo a nuclei più pesanti. Le stelle sono "accese" proprio da reazioni di questo tipo (nel Sole i nuclei degli atomi di idrogeno si fondono producendo elio).

Solo la fissione nucleare è stata utilizzata finora per la produzione di energia. L'elemento fissile usato per eccellenza è l'uranio-235: il combustibile viene introdotto all'interno del reattore in un apposito alloggiamento, chiamato nocciolo, dove avviene la fissione mediante una reazione a catena, che provoca lo sviluppo di una grande quantità di energia, emessa sotto forma di calore; un sistema di raffreddamento ad acqua pressurizzata asporta il calore prodotto nel reattore e il vapore surriscaldato fa muovere la turbina per la produzione di energia elettrica.

In natura, l'uranio utilizzabile direttamente nei reattori nucleari è raro, il minerale estratto deve quindi subire il processo di arricchimento, e cioè la separazione dell'U-235 dall'U-238.

La quantità di energia che si può ricavare da un nucleo atomico è di gran lunga maggiore di quella che si ottiene da qualunque reazione chimica (e quindi anche dalla combustione), cioè dalle trasformazioni che coinvolgono solo la parte più esterna dell'atomo. Nella combustione del petrolio, per esempio, 1 kg di combustibile produce una quantità di calore che corrisponde a circa 1,6 kilowattora; in una tipica reazione nucleare di fissione, invece, la stessa quantità di uranio 235 sviluppa calore equivalente a 18,7 milioni di kilowattora. Tenuto conto anche delle fasi di estrazione e di processamento, inoltre, il costo di produzione dell'energia nucleare è in assoluto il più basso di tutte le fonti di energia, rinnovabili e non rinnovabili, ma il calcolo non contempla le difficoltà e i costi connessi con lo smaltimento delle scorie radioattive, che rimangono tali per migliaia di anni.

Rispetto ai combustibili fossili, la produzione di energia nucleare non comporta l'emissione di gas nocivi quali anidride carbonica, ossidi di zolfo e di azoto, principali responsabili di fenomeni ambientali quali le piogge acide e l'effetto serra. Infine, l'alto rendimento del combustibile nucleare rispetto a quello fossile comporta anche vantaggiosi risparmi di spazio in fase di trasporto e in termini di dimensioni degli impianti.

Gli svantaggi dello sfruttamento dell'energia nucleare derivano dall'elevato livello di radioattività che accompagna tutte le fasi del processo produttivo, dalla reazione di fissione vera e propria fino allo smaltimento dei rifiuti. Tutta questa radioattività impone una serie di rigorosissime misure di controllo e di protezione nelle diverse fasi di produzione. Inoltre, per quan-

to molto piccolo, e per quanto i sistemi di sicurezza e controllo siano sempre più affidabili, rimane sempre il rischio di gravi incidenti.

L'uso dell'energia atomica produce scorie pericolose per migliaia di anni, che non sappiamo smaltire e ci espone al rischio di incidenti che possono rendere inabitabili regioni immense del pianeta. Il panorama complessivo e di siti in molte aree del pianeta, nei quali sono insediati rilevanti quantitativi di Uranio *concentrato* nelle diverse tipologie descritte; e rilevanti quantitativi di scorie di livello basso e intermedio. Se facciamo entrare anche il fattore tempo lo scenario conseguente è una disseminazione radioattiva distribuita a pelle di leopardo sulla crosta terrestre per milioni di anni.

Le attuali tecniche di processamento delle scorie prevedono un primo trattamento chimico o meccanico di riduzione del volume e un successivo stoccaggio in contenitori di acciaio inox, all'interno di cavità sotterranee. Per alcuni tipi di scorie si procede preventivamente alla *vetrificazione*. I siti geologici più adatti ad accogliere materiali radioattivi potrebbero essere formazioni granitiche molto compatte o formazioni argillose a permeabilità molto bassa. I ricercatori stanno vagliando altre possibilità, quali l'eliminazione delle scorie mediante invio nello spazio (su un'orbita solare) o il riciclo del materiale radioattivo più pericoloso, mediante irraggiamento con neutroni e produzione di materiale fissile riutilizzabile.

3.5. *Fusione fredda*

Questo metodo sfrutta la proprietà di determinati metalli (in particolare palladio e titanio) di accettare negli interstizi della loro struttura molecolare i nuclei di deuterio e trizio, favorendone così la fusione. Il metodo viene appunto classificato come "freddo" in quanto non ricorre all'impiego di grosse quantità di energia, come quelle richieste nel riscaldamento ad altissime temperature degli elementi reagenti o nell'accelerazione dei fasci di particelle.

Nel 1989 i chimici Martin Fleishmann e Stanley Pons, dell'Università dello Utah, annunciarono, contemporaneamente al fisico statunitense S.E. Jones, di avere ottenuto il rilascio di una considerevole quantità di calore durante l'elettrolisi del palladio caricato con deuterio. Numerosi laboratori hanno successivamente tentato di ripetere l'esperimento, ottenendo per la maggior parte insuccessi: è evidente che agli scienziati sfugge qualche informazione a riguardo della vera natura del fenomeno. La mancanza di riproducibilità dell'esperimento è stato e rimane dunque il fattore che maggiormente motiva lo scetticismo della comunità scientifica nei riguardi della correttezza dei risultati riportati da Fleishmann e Pons.

4. Cambiamento climatico ed effetto serra

Per cambiamenti del clima non si intendono le mutevoli condizioni del tempo ma, più precisamente, alcuni cambiamenti strutturali del clima del pianeta⁴. Nel dizionario della lingua italiana, alla parola è scritto: *L'insieme delle condizioni atmosferiche normali e anormali che caratterizzano una regione*. Il clima è dunque innanzitutto una convenzione che deriva dall'osservazione statistica nel lungo periodo dei fenomeni elementari che lo compongono; tra questi la temperatura, l'umidità, la pressione, i venti.

Il clima è determinato da una serie di fattori. Alcuni di questi sono, per così dire, interni, altri esterni al nostro Pianeta. Tra i fattori interni dobbiamo includere l'atmosfera, gli oceani, i ghiacciai, le superfici coperte di neve, la terra e le sue diverse forme di vegetazione. Hanno inoltre un effetto sul clima la presenza e le caratteristiche di vaste aree d'acqua (mari interni o laghi, fiumi, ecc.), il profilo delle montagne. I fattori esterni sono invece principalmente il Sole e la rotazione della terra.

L'energia del Sole attraversa circa 150 milioni di chilometri di spazio prima di arrivare al bordo esterno dell'atmosfera, ma soltanto una parte di quell'energia raggiunge realmente la superficie della Terra. Il resto è riflesso nello spazio dalle nubi e dal vapore acqueo contenuto nell'atmosfera. Parte dell'energia che raggiunge la superficie viene riflessa e quella che rimane sulla Terra viene assorbita dalle superfici terrestri e dagli oceani. Anche il colore di una superficie terrestre determina il grado di assorbimento di energia solare. Più la superficie è chiara, minore sarà il grado di assorbimento di energia solare. La Terra si libera dell'energia del Sole emettendo radiazioni termiche: l'energia solare che arriva sul pianeta è quindi trasformata in calore che scalda la terra e l'aria, fa evaporare l'acqua, o fonde la neve.

La Terra si trova in equilibrio termico: non si riscalda né si raffredda con il passare del tempo emette verso lo spazio un'energia pari a quella che assorbe. Il risultato di questo scambio viene *corretto* e stabilizzato dall'effetto serra. L'effetto serra è un fenomeno naturale ed essenziale per la vita sulla Terra.

Da decenni si misura l'accumularsi nell'atmosfera del Biossido di carbonio (o anidride carbonica) prodotto bruciando i combustibili fossili (petrolio, carbone, ecc.) e da più di cento anni si sa che il diossido di carbonio intrappola il calore e fa salire la temperatura della terra, agendo come la copertura di una serra, che lascia entrare l'energia proveniente dal Sole,

4. Lanza A., *Il cambiamento climatico*, Il Mulino, Bologna, 2002.

ma ne impedisce l'uscita. Questo *effetto serra*⁵, è un fenomeno naturale e benefico, che riscalda la terra e la rende abitabile per l'uomo. Ma un riscaldamento eccessivo, causato dalla deforestazione e dal Biossido di carbonio liberato bruciando combustibili fossili, sta causando un cambiamento del clima planetario. Negli ultimi vent'anni è stato scoperto che, oltre al ciclo del carbonio, altri gas serra emessi dalle attività umane si vanno accumulando nell'atmosfera: metano, protossido di azoto, gli stessi cloro-fluorocarburi.

Non è facile rilevare con rapidità i cambiamenti del clima globale, poiché il tempo meteorologico è naturalmente variabile da un giorno all'altro, o da un anno all'altro. Il clima è la media di lungo periodo del tempo meteorologico, perciò può essere misurato solo sul lungo periodo. È possibile misurare le concentrazioni passate di questi gas analizzando le bolle d'aria imprigionate in strati di ghiaccio prelevati da profondità diverse nelle calotte polari.

L'uso di combustibili fossili e il disboscamento, sono alla base della crescita esponenziale della concentrazione atmosferica di gas serra, seguiti e rilevati ormai da decenni. I gas serra fermano il calore che altrimenti sfuggirebbe dalla terra verso lo spazio: si tratta di una ben nota proprietà legata alla loro struttura molecolare e alle frequenze spettroscopiche di assorbimento.

Il calore intrappolato farà salire la temperatura della terra a valori superiori a quelli che essa assumerebbe altrimenti.

Il riscaldamento si distribuirà in modo disuguale: di più vicino ai poli, di meno all'equatore. E dato che il clima della terra e le condizioni meteorologiche sono in larga misura il prodotto delle differenze di temperatura tra zone polari ed equatore, si avranno mutamenti di forza e direzione dei venti, delle precipitazioni, delle correnti oceaniche.

In un pianeta più caldo gli oceani si espanderanno e il livello dei mari si innalzerà in misura significativa, perché il riscaldamento fonderà parti non piccole delle calotte polari, come pure è prevedibile che le malattie tropicali si diffonderanno maggiormente e la produzione alimentare crescerà in

5. È il risultato della presenza attorno alla Terra di un'atmosfera che assorbe parte dei raggi infrarossi emessi dal suolo riscaldato dalla radiazione ricevuta dalla stella. La radiazione emessa dal suolo viene assorbita dall'atmosfera e riemessa in tutte le direzioni, quindi in parte anche verso il suolo. Ciò comporta che l'equilibrio radiativo della Terra si fissi ad una temperatura maggiore di quella che si stabilirebbe in assenza dell'atmosfera. L'effetto serra permette alla Terra di avere una temperatura media superiore al punto di congelamento dell'acqua, quindi consente la vita come noi la conosciamo. Le sostanze che contribuiscono all'effetto serra sul nostro pianeta sono principalmente vapore acqueo, anidride carbonica (CO₂), metano, ossido nitroso (NO₂) e ozono.

alcune regioni, specialmente nelle elevate latitudini settentrionali, e diminuirà in altre, tra cui l'Africa subsahariana.

4.1. *Il buco dell'ozono*

La storia dell'ozono è affascinante perché illustra il primo inequivocabile caso in cui l'umanità si è trovata a scontrarsi contro un limite globale. Su nella stratosfera, a un'altezza doppia di quella del monte Everest, si trova un velo assai sottile che assolve una funzione cruciale. Questo velo è fatto di un gas chiamato ozono, costituito da tre atomi di ossigeno legati assieme (O_3). L'ozono⁶ è instabile, anzi è talmente reattivo che attacca e ossida quasi ogni cosa con cui venga in contatto. Perciò, negli strati più bassi dell'atmosfera, dove si addensa materia con la quale l'ozono può reagire, questo gas è un inquinante.

Nella stratosfera, invece, non vi è molta materia in cui la molecola dell'ozono possa imbattersi. Qui l'ozono viene creato di continuo dall'azione della luce solare sulle molecole di ossigeno ordinario, e dura relativamente a lungo: in tal modo si può accumulare uno strato di ozono. Tale strato di ozono ha la funzione di assorbire dalla luce solare in arrivo, la massima parte di UV-B, una radiazione ultravioletta di particolare lunghezza d'onda. La radiazione UV-B è una corrente di minuscoli proiettili di energia, che se colpisce gli organismi viventi, e che può provocare il cancro. Secondo le stime degli esperti, a una riduzione dell'1% dello strato di ozono corrisponde un incremento del 2% della radiazione UV-B al suolo, e un aumento del 3-6% dei casi di cancro della pelle tra gli esseri umani. Ma per la nostra pelle, la radiazione UV-B costituisce una doppia minaccia: può indurre la crescita di un cancro, e può anche distruggere la capacità del sistema immunitario di combattere il cancro stesso.

Con l'evoluzione, le creature viventi hanno sviluppato molte forme di protezione dalla luce ultravioletta: pigmentazione, copertura di pelo o di scaglie, processi di ricostruzione del DNA danneggiato, schemi di comportamento che tengono le creature più sensibili al riparo dalla radiazione solare intensa. Per effetto di una riduzione dello scudo protettivo di ozono, potrebbe crearsi uno squilibrio tra le varie specie e ogni ecosistema ne

6. Venne scoperto da Christian Friedrich Schönbein, durante esperimenti di ossidazione lenta del fosforo bianco e di elettrolisi dell'acqua. È un gas essenziale alla vita del pianeta per via della sua capacità di assorbire la luce ultravioletta; lo strato di ozono presente nella stratosfera protegge la Terra dall'azione nociva dei raggi ultravioletti UV-B provenienti dal Sole.

avvertirebbe le conseguenze in modi che è impossibile prevedere, soprattutto se contemporaneamente avvenissero altri cambiamenti, per esempio del clima.

5. I rifiuti

Lo studio degli ecosistemi ci ha aiutato a dedurre che le nostre pratiche per generare *rifiuti* ci separano dai sistemi naturali; in natura la materia di scarto è decomposta e ritorna nella ragnatela della vita nella forma di elemento nutritivo.

Per certe categorie di organismi i rifiuti diventano “cibo” (fonte di energia) per altri (decompositori), ciò che non viene usato da una specie, o da una comunità risulta utile alla sopravvivenza di un'altra. In un ecosistema non esiste materia che non venga riutilizzata: in tempi più o meno lunghi, tutte le sostanze subiscono modificazioni e si trasformano all'interno di un ciclo naturale, dove nulla si perde. Ma ciò può avvenire solo se la velocità di produzione dei rifiuti non supera i tempi della loro degradazione (altrimenti i rifiuti si accumulano) e se i rifiuti sono biodegradabili, ossia costituiti da composti riconoscibili dai sistemi biologici presenti in natura che rendono possibile farli rientrare nei processi demolitivi naturali.

Le attività dell'uomo e il sistema produttivo hanno invece alterato l'equilibrio tra organismi produttori e distruttori di rifiuti, creandone di difficilmente degradabili: prodotti non presenti in natura (es. plastica) che prevedono tempi di decomposizione naturali lunghissimi.

L'accumulo di rifiuti e/o di sostanze pericolose nel suolo che determinano alterazioni della composizione e delle proprietà chimico-fisiche e biologiche del terreno e mettono in pericolo la salute umana e degli ecosistemi.

I rifiuti, le discariche, gli insediamenti civili, i cicli produttivi possono produrre l'inquinamento del suolo come pure ad opera di attività diffuse sul territorio (agricoltura) o a processi naturali di diffusione degli inquinanti (deposizione atmosferica). Il suolo può anche essere contaminato da isotopi radioattivi di origine naturale (radon) o a causa di rilasci deliberati o accidentali di materiale radioattivo (radiazioni ionizzanti).

Si può distinguere tra contaminazione locale dovuta a forme di inquinamento puntuale e contaminazione diffusa causata da forme di inquinamento esteso nel territorio.

La contaminazione puntuale è dovuta solitamente alla presenza di una sorgente (o fonte di inquinante) circoscritta, per esempio: siti che hanno ospitato insediamenti industriali inquinanti che hanno provocato contaminazioni del terreno con sostanze pericolose; discariche che non garantiscono criteri di sicurezza, siti in cui sono stati interrati illegalmente rifiuti

pericolosi o in cui si sono verificate fuoriuscite di sostanze tossiche a causa della rottura di serbatoi interrati o il cui contenuto è stato rilasciato nel terreno.

La contaminazione di queste aree, anche se circoscritta può provocare l'inquinamento di vaste aree circostanti attraverso la creazione di vie di migrazione degli agenti inquinanti che possono raggiungere la rete idrica superficiale e sotterranea, l'aria, la catena alimentare.

La contaminazione diffusa dei suoli è dovuta a molte fonti di inquinamento, spesso non rilevabili singolarmente, imputabili a inadeguate tecniche di riciclo dei rifiuti e di trattamento delle acque o all'agricoltura intensiva che non rispetta i tempi di assimilazione naturale delle sostanze immesse nei terreni e compromette la capacità di autodepurazione del suolo.

La contaminazione diffusa dei suoli è in buona misura causata dalla ricaduta al suolo di inquinanti emessi dalle industrie.

Il costante aumento dei consumi, legato al modello di sviluppo industriale che accelera i tempi di obsolescenza dei prodotti insieme alla crescita costante dell'*usa e getta* che oggi è esteso a beni che un tempo erano ritenuti durevoli, ha comportato l'immissione nell'ambiente naturale di un quantitativo sempre maggiore di rifiuti.

Comunemente chiamiamo rifiuti i materiali e gli oggetti che nella vita di tutti i giorni eliminiamo: vecchi giornali, imballaggi degli oggetti, bottiglie, contenitori degli alimenti, avanzi di cibo, ecc.

Anche nelle attività lavorative produciamo rifiuti: imballaggi eliminati dai negozi, materiali di demolizione dei cantieri edili, scarti dei macelli, spazzatura delle strade raccolta dal servizio pubblico, prodotti chimici utilizzati nelle attività industriali e artigianali ecc.

Il concetto di rifiuto è cambiato nel corso dei secoli, in quanto legato al modo di produrre e di consumare, di concepire l'igiene e utilizzare le risorse. Ciò che oggi è ritenuto rifiuto solo pochi anni fa era un bene da riutilizzare più volte.

Per fronteggiare una erosione elevata di risorse dell'ambiente, la gestione integrata dei rifiuti, oggi rappresenta, una delle più importanti attività di tutela e di difesa delle risorse disponibili. L'Europa per promuovere una gestione sostenibile dei rifiuti, si è dotata di una politica nota come le "cinque R": *Raccolta, Riciclo, Riuso, Riduzione, Recupero*. Non si tratta di un'elencazione di termini, ma di un insieme ben strutturato di obiettivi consequenziali, facenti parte di una strategia volta ad applicare il concetto di sviluppo sostenibile in questo settore, in considerazione che quanto più materia ricicliamo e riusiamo, tanto meno risorse verranno prelevate dall'ambiente.

La *raccolta* è effettuata dal cittadino e consiste nella separazione, per categorie dei materiali, degli imballaggi dagli altri tipi di rifiuti. L'obiettivo

è quello di ridurre il volume finale dei rifiuti da mandare alla discarica e di risparmiare materie prime ed energia.

Il *riciclo* coinvolge, invece, industrie e canali di distribuzione e consiste nel trasformare gli imballaggi primari o originari dimessi, in risorsa. Da tale trattamento si ottengono materie *seconde* o altri prodotti. Tali materie seconde posseggono le stesse caratteristiche di quelle naturali, ma offrono interessanti risparmi di risorse ed energie *prime*. Riciclare permette di reimmettere una risorsa seconda nel ciclo di produzione nel ruolo di risorsa prima, evitando così di utilizzare una nuova risorsa. Il *riuso* è uno stile di vita, un atteggiamento mentale e culturale prima ancora di essere un'attività economica vera e propria che prevede la capacità di reinventare e di ricollocare beni che sono ancora utilizzabili.

La *riduzione* è l'effetto globale delle fasi precedenti e consiste nel ridurre l'impiego totale di imballaggio dalla produzione all'utilizzazione e nel ridurre il materiale impiegato per costruire *packaging*. Tale riduzione consente una minore produzione di prodotto dimessi ed una riduzione dei costi energetici.

Infine, ciò che non si è riusciti a *Raccogliere, Riciclare, Riutare e Ridurre*, può essere *Recuperato* attraverso una combustione finalizzata a produrre energia termica ed elettrica. Il risparmio di energia che si ottiene dal riciclare più volte un materiale o un bene di consumo, è molto superiore all'energia prodotta dalla combustione dei rifiuti.

Ozono, cronologia

600.000.000 a.C.: si forma lo strato di ozono.

1839: Christian Schoenbein *scopre* l'ozono in laboratorio.

1865: Jean-Louis Soret, prova la formula chimica dell'ozono (O₃).

1879: Marie Alfred Cornu misura lo spettro solare e trova una forte interruzione nella luce ultravioletta.

1881: Walter Hartley, riconosce che l'interruzione corrisponde all'assorbimento dei raggi ultravioletti da parte dell'ozono.

1913: John William Strutt, dimostra che l'assorbimento non avviene nella parte bassa dell'atmosfera.

1924: G.M.B. Dobson crea uno spettrofotometro per l'ozono. Iniziano regolari misurazioni della quantità di ozono.

1925: J. Cabannes e J. Dufay dimostrano che lo strato di ozono è alto circa 16 km.

1929: viene stabilito che il massimo dell'ozono si trova sotto i 22 km di altezza.

1934: misurazioni condotte da un pallone-sonda stabiliscono che la concentrazione di ozono è massima intorno ai 18 km di altezza.

Anni Cinquanta: il mercato dei clorofluorocarburi (Cfc), sintetizzati da Thomas Midgley nel 1928 cresce rapidamente

1969: Paul Crutzen scopre il ciclo catalitico di cloro e azoto, responsabile del danneggiamento dell'ozono. Per questa ricerca vincerà, nel 1995, il premio Nobel.

1973: James Lovelock scopre che i Cfc rilasciati nell'atmosfera danneggiano la fascia di ozono.

1977: primo incontro internazionale a Washington DC sul buco dell'ozono, tenuto dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite (Unep).

1978: gli Stati Uniti condannano l'uso non necessario dei Cfc come propellenti.

1978: uno spettrometro per la mappatura dell'ozono è mandato in orbita sul satellite NIMBUS-7 per dare una copertura globale al controllo della densità dello strato di ozono.

Anni Ottanta: grande espansione del mercato dei Cfc.

1982: lo scienziato giapponese Shigeru Chubachi scopre un forte assottigliamento nello strato di ozono, nell'Antartico.

1985: Convenzione di Vienna per la Protezione dello Strato di Ozono.

1987: protocollo di Montreal sulle sostanze che danneggiano lo strato di ozono.

1991: la DuPont annuncia di voler mettere fuori produzione i Cfc entro la fine del 1996.

1992-93: ovunque si osserva un assottigliamento abnorme del livello di ozono.

1996: i prodotti industriali che emettono Cfc sono banditi negli Stati Uniti e in Europa.

2000: si registrano le massime concentrazioni di Cfc nella stratosfera.

4. *La conservazione della natura*

Provate ad immaginare la Terra piccola piccola, come se avesse poco più di tre metri di diametro. Immaginatela esposta in un museo. Migliaia di visitatori vengono per ammirare la piccola Terra che gira. All'improvviso una persona del pubblico dà una martellata sull'Antartide. Tutti gridano allo scandalo, il colpevole viene subito portato via ed arrestato. Se la Terra avesse tre metri di diametro sarebbe più protetta.

Maurilio Cipparone

1. **La biologia della conservazione**

La conservazione della natura rappresenta accanto all'economia ecologica e all'educazione allo sviluppo sostenibile, di cui si parlerà estesamente in seguito, un fondamentale pilastro dello sviluppo sostenibile. Insieme, la conservazione dei sistemi naturali, l'attuazione di politiche economiche sostenibili e le pratiche educative e formative costituiscono i fondamentali macrostrumenti della sostenibilità dello sviluppo.

La tutela dell'ambiente trova il suo ambito disciplinare nella cosiddetta biologia della conservazione, scienza estremamente giovane e d'impianto fortemente interdisciplinare. Affonda saldamente le sue radici nelle scienze biologiche ed ecologiche, ma ha ampliato notevolmente i suoi campi di interesse da quando si è assistito all'affermazione della Teoria di Gaia e della Teoria Generale dei Sistemi. Come abbiamo già visto, secondo Lovelock¹ la Terra non può essere considerata come la semplice somma inanimata di una serie di elementi viventi e non viventi, ma presenta delle proprietà organiche. In quest'ottica Gaia è un superorganismo capace di autoregolarsi grazie alle complesse interazioni tra le sue varie ed inscindibili

1. Lovelock J., *The Ages of Gaia*, W.W. Norton & Company, New York, 1988 (ed. it., *Le nuove età di Gaia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1991).

componenti biologiche, fisiche e chimiche. La Teoria Generale dei Sistemi inquadra la realtà in una rete complessa di sistemi fortemente interrelati tra loro. L'affermarsi della consapevolezza della complessità della natura e del suo carattere globale ed unitario ha stimolato notevolmente l'ampliamento disciplinare della biologia della conservazione. Questa può oggi essere definita come "un'area di sintesi disciplinare che applica i principi dell'ecologia, della biogeografia, della genetica delle popolazioni, dell'economia, della sociologia, dell'antropologia, della filosofia e di altre discipline teoriche di base, con l'obiettivo di mantenere la diversità biologica in questo pianeta e i suoi meccanismi evolutivi"².

Storicamente le prime esperienze di gestione delle risorse naturali in senso conservativo risalgono all'origine del secolo scorso ed hanno come patria gli Stati Uniti d'America. È stato Gifford Pinchot a fondare il modello "progressista" di conservazione. Nel 1905 era a capo del Servizio Forestale americano ed ha attuato dei piani di gestione finalizzati a garantire lo sviluppo e l'uso della terra e delle sue risorse per il benessere duraturo dell'uomo³. Alla base della politica di conservazione di Pinchot vi è un'incondizionata fiducia nella capacità dell'uomo di orientare i processi naturali al fine del perseguimento del progresso. La natura è vista come una grande macchina, che se ben governata può notevolmente aumentare la propria produzione. L'efficienza è la parola chiave del pensiero di Pinchot. Pur non trascurando gli aspetti conservazionistici della politica di gestione ambientale, tuttavia le risorse naturali sono soltanto un bene da sfruttare per il progresso umano.

Per diffondere e consolidare la sua filosofia di conservazione "progressista" Pinchot fonda un'importante istituzione formativa, la Yale Forestry School. Qui si formerà Aldo Leopold, figura fondamentale nella storia della conservazione ambientale. Divenuto professore di Game Management (gestione dell'attività venatoria e della fauna selvatica), si impegna a fondo nella lotta contro gli animali predatori e si dedica anche alle attività ricreative per le aree protette. Il suo approccio segue le orme progressiste del maestro Pinchot. Gli interventi di gestione mirano agli obiettivi prioritari dell'aumento della produttività e dell'ottimizzazione dell'efficienza e vengono attuati senza studi di sistema, concentrandosi soltanto sul singolo fenomeno da sanare o da sviluppare. Manca un'ottica sistemica nella politica conservazionista progressista. Intorno alla metà degli anni '30 Leopold ha avuto il grande merito di rendersi conto dei limiti dell'approccio di Pinchot ed il coraggio di elaborarne uno proprio, basato sul concetto di "etica della Terra". In quegli anni egli aveva assistito al fallimento della strategia

2. Bologna G., op. cit., 2005, p. 153.

3. Pinchot G., *Breaking New Ground*, Harcourt Brace Jovanovich, 1947.

progressista ed era entrato in contatto con realtà lontane che gli avevano fornito importanti termini di paragone. Nel 1935 visitò Dauerwald, in Germania, e rimase colpito dall'eccessiva gestione della foresta, che era talmente pulita e controllata da non essere più in grado di fornire le risorse alimentari basilari per la vita delle popolazioni di cervi che venivano così alimentate artificialmente. La volontà di una gestione totale dell'evoluzione dell'ecosistema boschivo aveva spinto i forestali tedeschi ad eliminare completamente il sottobosco, fonte alimentare principale per i cervi. L'anno successivo Leopold si reca in Messico dove entra in contatto con territori rimasti ancora pressoché vergini e ne constata il generale benessere a fronte dell'assenza di una politica interventista di gestione. Nel proprio paese, nella foresta di Kaibab, in Arizona, Leopold aveva assistito al fallimento delle politiche di diretto intervento contro i predatori selvatici. Il controllo delle popolazioni di predatori era riuscito, ma gli effetti sulle popolazioni di cervi furono devastanti. Decimate le popolazioni di predatori naturali dei cervi la popolazione di quest'ultimi crebbe vertiginosamente. Nell'arco di 18 anni, dal 1906 al 1924, passò da 4.000 a 100.000 esemplari. L'anno successivo ci fu una vera e propria moria di cervi, il 60% della popolazione fu spazzato via dalla fame. I pascoli non erano più in grado di sostenere una così vasta popolazione. Nel 1939 la popolazione si era ridotta a 10.000 esemplari. Queste esperienze colpirono profondamente Aldo Leopold, le cui riflessioni incominciarono ad incentrarsi sull'incapacità delle politiche conservative di gestione della fauna selvatica di sostituirsi ai dinamici equilibri naturali. Con "l'etica della Terra" egli afferma la necessità ed il diritto per le risorse naturali selvatiche di continuare ad esistere allo stato naturale. La parabola del pensiero di Leopold appare molto illuminante e mostra un grande valore educativo. Le sue stesse parole hanno una forza evocativa ed una carica emotiva notevoli, e continuano a restare assolutamente attuali. Nel suo libro *A Sand County Almanac*⁴, pubblicato nel 1948, sostiene che l'uomo commette un grande errore nello sfruttare la Terra, considerandola un bene di consumo che gli appartiene. Al contrario l'uomo dovrebbe trattarla come un'amica e vivere in armonia con essa. La Terra è un organismo e non si può volerle bene e allo stesso tempo colpirla al cuore.

È in America, quindi, che nascono e si sviluppano le prime scuole di conservazione della natura. Agli Stati Uniti spetta anche un altro primato: l'istituzione del primo parco nazionale al mondo. Il parco di Yellowstone nasce nel 1872. Ma la conservazione della natura in realtà ha radici più an-

4. Cfr. Leopold A.S., *A Sand County Almanac*, Oxford University Press, London, 1948 (ed. it., *Almanacco di un mondo semplice*, Edizioni RED, Milano, 1997).

tiche. Sin da epoche remote, infatti, regnanti illuminati ed amanti della natura hanno difeso ampi territori per le loro caratteristiche naturali o per farne le loro riserve speciali di caccia. In epoca storica la prima area protetta al mondo è sorta nel 252 a.C., per merito di Asaka, imperatore dell'India, che decide di istituire un santuario nella foresta per gli alberi e per gli animali. Di seguito riportiamo una lista delle più importanti aree protette istituite precocemente rispetto allo sviluppo ed al consolidarsi della biologia della conservazione:

- | | | |
|-----|-----------|---|
| 1. | 684 d.C. | Indonesia. Isola di Sumatra. |
| 2. | 1079 d.C. | Guglielmo il conquistatore. Riserva reale della New Forest. |
| 3. | 1832 d.c. | Hot Springs. Arkansas. Usa. |
| 4. | 1864 d.c. | Yosemite, California. |
| 5. | 1872 d.c. | Yellowstone, primo parco nazionale. Usa. |
| 6. | 1882 d.c. | El Chico. Mexico. |
| 7. | 1909 d.C. | 9 Parchi nazionali in Svezia, Abisso. |
| 8. | 1914 d.C. | Parco dell'Engadina. Svizzera. |
| 9. | 1919 d.C. | Foresta di Bialowieza. Polonia. |
| 10. | 1922 d.C. | Gran Paradiso. Italia. |
| 11. | 1925 d.C. | Angkorwat. Cambogia. |
| 12. | 1926 d.C. | Kruger. Sud Africa. |

In Europa sono i primi decenni del novecento a segnare l'inizio delle politiche nazionali di conservazione. Le prime leggi in materia di conservazione vedono la luce tra il 1910 ed il 1920 in Spagna, Francia ed Inghilterra. In Italia qualche anno più tardi vengono istituiti il Parco del Gran Paradiso e il Parco Nazionale d'Abruzzo. I principali motivi che sorreggono in quegli anni la giovane politica di conservazione a livello europeo sono l'esigenza di proteggere vaste porzioni di territorio per il loro valore estetico e storico-artistico, nonché la tutela di specie selvatiche di particolare importanza messe in serio pericolo dalla caccia e la protezione generale della natura per i suoi valori ricreativi e turistici⁵.

1.1. *I campi d'intervento della biologia della conservazione*

Le aree protette ed i grandi parchi sono soltanto uno degli strumenti adoperati nel quadro delle politiche generali di conservazione della natura.

5. Sievert J., *The origin of nature conservation in Italy*, Peter Lang AG, European Academic Publisher, Bern, 2000.

In realtà le politiche, gli strumenti e gli approcci variano a secondo del campo d'intervento in cui si opera. La biologia della conservazione si occupa primariamente di tutelare la diversità biologica nei suoi diversi livelli⁶: genetico, specifico ed ecosistemico. Per raggiungere un tale obiettivo non è sufficiente istituire delle aree protette, è altresì necessario custodire il patrimonio genetico mondiale ed operare al fine di salvare anche singole specie dal pericolo dell'estinzione. In altre parole non si tratta né di istituire soltanto aree protette né di liberare esclusivamente singole specie dal pericolo dell'estinzione. La finalità generale che muove la conservazione della natura è più ampia e riguarda il mantenimento delle risorse naturali (geni, specie, popolazione, comunità, paesaggio...) attraverso una gestione pianificata.

Nasce istituzionalmente soltanto recentemente, intorno agli anni ottanta e grazie all'apporto di numerosi scienziati e ricercatori come Edward O. Wilson, Paul Ehrlich, Reed Noss, Michael Soulé, Bruce Wilcox, e molti altri. Parte dall'indagine approfondita delle cause del deterioramento della diversità biologica per giungere ad opportune ed adeguate strategie di intervento.

È una scienza multidisciplinare, nata come risposta alla crisi della biodiversità su scala planetaria, che vuole:

1. comprendere gli effetti delle attività umane sulle specie, sulle popolazioni, sulle comunità e sui paesaggi;
2. sviluppare diversi approcci al fine di prevenire l'estinzione delle specie (sviluppo sostenibile) e, se possibile, al fine di ristabilire specie minacciate in ecosistemi naturali funzionanti.

Le motivazioni della conservazione affondano le proprie radici nell'etica ambientale ed in realistiche considerazioni economiche. Si conserva per il valore intrinseco della natura e per il valore strumentale che rappresenta per l'uomo.

In un'ottica antropocentrica gli obiettivi specifici della conservazione della natura appaiono certamente più chiaramente. In primo luogo si vogliono mantenere i processi ecologici essenziali ed i sistemi di supporto alla vita. In secondo luogo si mira a preservare la diversità genetica, poiché da essa dipendono i piani di fecondazione orientati al miglioramento delle

6. I livelli su cui può operare la conservazione della natura sono sì i tre generici livelli in cui è articolata la biodiversità (geni, specie e comunità), ma nello specifico della disciplina si articolano ulteriormente in maggiormente delineati campi di applicazione: il materiale genetico, i pools genetici, le specie con i loro habitat, le popolazioni con i loro habitat, le comunità con i loro biotopi, gli ecosistemi, i paesaggi, i biomi ed infine la biosfera.

piante coltivate e degli animali domestici, ed i progressi delle biotecnologie. Infine, si ambisce ad assicurare lo sfruttamento sostenibile di specie ed ecosistemi, sia da parte delle comunità rurali che da parte di quelle urbane.

I principi fondamentali che orientano la scienza della conservazione sono tre e riguardano:

1. il cambiamento evolutivo – l'evoluzione biologica è l'origine di tutte le forme di vita esistenti, rappresenta la spiegazione scientifica della vita e la comprensione dei suoi meccanismi e della sua storia è fondamentale per operare con piani di conservazione;
2. l'ecologia dinamica – in natura non esiste nulla di statico, la stessa nozione di equilibrio va intesa solamente in senso dinamico, poiché i sistemi biologici sono sistemi non in equilibrio. La dinamicità dei sistemi ecologici invita ad adottare strategie di gestione dinamiche ed adattative. L'adaptive management rappresenta una risposta adeguata a questa fondamentale caratteristica della natura;
3. la presenza umana – non è possibile non considerare la presenza dell'uomo negli ecosistemi. La presenza umana va valutata in tutti gli studi di conservazione che riguardano ambienti sia integri che degradati.

1.2. *Biocenosi, successioni ecologiche e reti trofiche*

Per comprendere a fondo l'importanza di tutte le specie viventi è necessario in primo luogo cogliere la fondamentale unitarietà dei sistemi biologici. Questi sono delle strutture dinamiche costituite da una moltitudine di elementi inscindibilmente interrelati tra loro. Non possono essere descritti come somme di parti, poiché le interrelazioni che ne costituiscono la totalità danno vita a delle proprietà nuove. Le proprietà emergenti distinguono il sistema da analoghi sistemi operanti e presenti su stessi livelli di organizzazione (individui, specie, popolazioni, comunità...). La struttura reticolare delle interrelazioni che legano insieme le varie componenti in un tutt'uno organico fa sì che la mancanza di anche un solo elemento del sistema possa comprometterne il funzionamento o comunque cambiarne le proprietà generali⁷. A livello degli ecosistemi ciò è particolarmente evidente a causa della rete trofica che lega saldamente tutti i componenti biologici

7. La ridondanza, ulteriore caratteristica propria dei sistemi viventi, limita l'esposizione ai rischi derivanti dalla perdita di singoli componenti. È una proprietà che prevede che una stessa funzione all'interno del sistema sia svolta da più di un singolo componente.

e abiotici tra loro. Scrive a proposito Primack⁸: “Le relazioni tra componente biotica e componente abiotica di un ecosistema sono molto strette e complesse. L’ambiente fisico influenza la struttura e le caratteristiche delle comunità biologiche, soprattutto attraverso i fattori climatici (regime di precipitazioni, temperatura ed escursione termica, ventosità, umidità dell’aria, ed altri), topografici (quota ed esposizione), edifici, geologici e geomorfologici, idrologici, mentre in ambiente acquatico fattori abiotici importanti sono per esempio la profondità, la zonazione termica, la turbolenza ed altre caratteristiche chimiche e fisiche delle acque. Le comunità possono a loro volta modificare le caratteristiche abiotiche dell’ecosistema. In ambiente terrestre la velocità del vento, l’umidità e la temperatura dell’aria, le caratteristiche del suolo di una certa area possono essere influenzate dalle comunità vegetali e animali ivi presenti. In ambiente acquatico comunità come le foreste di alghe brune, le distese di coralli, le comunità fitoplanctoniche possono influenzare e modificare direttamente le caratteristiche dell’ambiente fisico, per esempio la concentrazione dell’ossigeno disciolto, la trasparenza delle acque, il movimento delle onde”. Quindi la relazione tra le componenti biotiche e quelle abiotiche di un ecosistema è essenzialmente reciproca. L’interdipendenza della relazione in realtà permea anche i rapporti tra le varie specie viventi e tra le varie popolazioni all’interno delle comunità biologiche⁹.

Sono molteplici le tipologie di relazione che legano insieme le popolazioni di una biocenosi, ne elenchiamo di seguito le principali:

1. *neutralismo* - le popolazioni non interagiscono tra loro;
2. *competizione, mutua inibizione* - entrambe le popolazioni si inibiscono reciprocamente;
3. *competizione, per l’uso delle risorse* - ciascuna popolazione inibisce l’altra indirettamente per lo sfruttamento delle risorse limitanti;
4. *amensalismo* - una popolazione è inibita mentre l’altra non subisce alcuna inibizione;
5. *parassitismo e predazione* - una popolazione influenza negativamente l’altra attaccandola direttamente sebbene dipenda da essa;

8. Primack R.B., *A Primer of Conservation Biology*, Sinauer Associates, Sunderland (Mass.), 2000 (ed. it., Primack R.B., Carotenuto L., *Conservazione della natura*, Zanichelli, Bologna, 2003, p. 22).

9. Si definisce comunità biologica o biocenosi l’insieme degli individui di diverse specie che occupano contemporaneamente una certa area e interagiscono tra loro. La comunità biologica considerata insieme al suo ambiente abiotico (habitat), includendo in esso tutti i fattori che lo caratterizzano, costituisce l’ecosistema. Per popolazione invece si intende un insieme di individui capaci di generare prole fertile e che occupano contemporaneamente una determinata area.

6. *commensalismo* - una popolazione è avvantaggiata e l'altra non è influenzata;
7. *protocooperazione* - entrambe le popolazioni sono avvantaggiate dall'associazione, che però non è obbligatoria;
8. *mutualismo* - interazione favorevole all'accrescimento e alla sopravvivenza di entrambe le specie, nessuna delle quali può sopravvivere in natura senza l'altra.

Riguardo la competizione, bisogna brevemente notare che il principio dell'esclusione competitiva porta alla separazione ecologica di specie affini (principio di Gause). Quando la competizione è forte può provocare la sostituzione di una popolazione con un'altra, o costringerla ad occupare un'altra zona o usare un altro tipo di cibo. Ma il risultato di una forte competizione può anche portare alla coesistenza di due popolazioni, spingendole a ritagliarsi delle nicchie ecologiche¹⁰ lievemente differenti. Per questo motivo nei casi in cui prevale la competizione interspecifica solitamente abbiamo un maggior numero di specie con nicchie ecologiche molto specializzate all'interno di habitat ridotti. Al contrario quando prevale la competizione intraspecifica la specie si diffonde maggiormente e giunge ad occupare anche le aree meno favorevoli.

I meccanismi complessi dell'evoluzione biologica tendono a ridurre gli effetti negativi delle interazioni negative, poiché un rapporto continuato di depressione della preda o della popolazione ospite da parte del predatore o del parassita può solo portare all'estinzione di una o entrambe le popolazioni. Conseguentemente, violente interazioni di questo tipo si osservano più frequentemente quando l'interazione è di recente origine o quando si verificano massicci ed improvvisi cambiamenti. In ecosistemi maturi generalmente predatori e parassiti adottano strategie prudenti, che consentono la coesistenza delle popolazioni ed il mancato sterminio di prede o ospiti.

Le associazioni fra due popolazioni di specie che producono effetti positivi sono molto diffuse e probabilmente importanti tanto quanto la competizione ed il parassitismo per determinare la natura delle popolazioni e delle comunità biologiche. Le interazioni positive come la protocooperazione ed il mutualismo dimostrano in modo diretto il carattere di reciprocità delle interrelazioni ecosistemiche.

Abbiamo visto come in natura non vi sia nulla di statico e come questo sia uno dei principali presupposti teorici della scienza della conservazione.

10. Per nicchia ecologica si intende il preciso set di risorse che utilizza una singola specie. Da non confondere con l'habitat, che rappresenta l'ambiente fisico in cui e con cui si svolge la vita della specie. L'habitat può quindi essere paragonato all'indirizzo di una specie, mentre la nicchia ecologica al suo mestiere ed alla sua dieta.

Ebbene, ovviamente anche gli ecosistemi variano nel tempo, nascono, si sviluppano, diventano maturi ed infine, prima o poi scompaiono lasciando il 'campo' libero.

Lo sviluppo di un ecosistema, meglio noto con il nome *successione ecologica*, implica variazioni temporali della struttura in specie e dei processi a livello della comunità. Quando la successione ecologica non è ostacolata da forze esterne, è un processo che segue un determinato schema ed è quindi prevedibile. È il risultato di modificazioni dell'ambiente fisico dovute alla comunità ed alle interazioni tra le diverse popolazioni. Inoltre è comunità-controllata anche se l'ambiente fisico determina l'andamento e la velocità di cambiamento, e pone i limiti all'entità dello sviluppo. Se le variazioni durante la successione sono largamente determinate da co-azioni interne, il processo è conosciuto come successione autogena. Se agiscono regolarmente forze esterne all'ecosistema (uragani, incendi, impatto antropico...) o queste determinano variazioni significative, la successione è allogena.

La sequenza di comunità che si sostituiscono l'un l'altra in una data area viene detta *sere*. Le comunità di transizione vengono dette *stadi serali* o stadi di sviluppo o stadi pionieri. Il sistema finale stabile è detto *climax*¹¹, che persiste in teoria, fino a che non è interessato da grosse perturbazioni. La successione che comincia con valori di produzione maggiori a quelli di respirazione (consumo) è una successione autotrofa, che contrasta con la successione eterotrofa che comincia con valori di produzione inferiori a quelli della respirazione. La successione su un'area precedentemente non occupata è chiamata successione primaria.

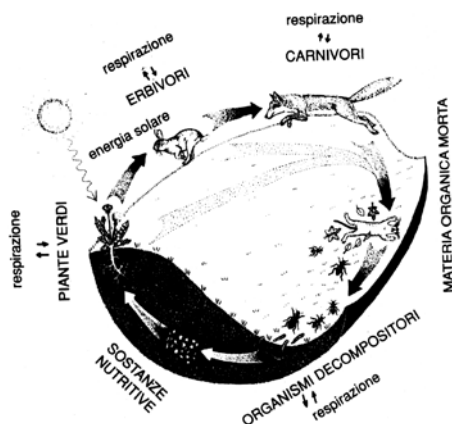
È molto importante notare che gli stadi serali più maturi mostrano una massima ottimizzazione energetica, infatti la quasi totalità dei nutrienti viene riciclata. Ciò è reso possibile dal fatto che tutte le nicchie ecologiche, anche le più specializzate sono state occupate e di conseguenza il flusso di energia e materia che attraversa il sistema viene completamente sfruttato. È il caso delle foreste pluviali, dove tutta la produzione primaria viene consumata lasciando pochissima biomassa inutilizzata. Le riserve di humus risultano di conseguenza scarse. Per questa ragione quando vengono disboscate vaste aree di foresta pluviale la terra produce scarsamente e solo per qualche anno. Un ecosistema che raggiunge lo stadio climax, mostra il massimo grado di efficienza energetica ed il massimo grado di biodiversità raggiungibili in un determinato habitat.

Parlando degli ecosistemi¹² abbiamo accennato all'esistenza di reti trofiche che ne garantiscono il funzionamento energetico. Le reti o catene trofi-

11. Vedi nota 33, cap. 1.

12. Vedi cap. 1.

Fig. 4.1 - L'immagine rappresenta un tipico ciclo alimentare (Fonte: Capra F., *La rete della vita*, 1997)



che sono i meccanismi basilari del funzionamento delle biocenosi e degli ecosistemi. Rappresentano l'anello che lega indissolubilmente le varie specie e le varie popolazioni tra loro in comunità biologiche e le comunità all'ambiente fisico in ecosistemi complessi.

Le diverse popolazioni di una biocenosi costituiscono differenti livelli trofici. Il primo livello trofico è costituito dai produttori primari. Vengono definiti autotrofi (da auto e trophos – che si alimenta da sé) appunto perché sono in grado di alimentarsi da soli. Essi infatti sfruttano l'energia solare per sintetizzare da sostanze inorganiche le molecole organiche di base. Questo è il primo anello della catena, reso possibile dal processo della fotosintesi¹³ che in habitat terrestri è svolto dalle piante superiori (felci, gimnosperme e angiosperme), mentre in ambienti acquatici è portato avanti dalle alghe uni e pluricellulari (fitoplancton). Il processo che rende possibile l'autotrofia è alla base della catena trofica e costituisce il ponte energetico e materiale tra il mondo abiotico e quello biotico. Il secondo livello trofico è costituito dai consumatori primari o erbivori. Queste popolazioni si nutrono esclusivamente di vegetali. Il terzo livello è costituito dai consumatori secondari o carnivori. Questi si possono nutrire di erbivori, si parla allora di carnivori primari, o possono nutrirsi di altri carnivori e in questo

13. Processo chimico che conduce alla produzione di carboidrati dai reagenti iniziali fondamentali che sono anidride carbonica ed acqua. In modo molto semplificato, non considerando il meccanismo della reazione e l'azione di trasportatori ed enzimi la fotosintesi è espressa dalla seguente reazione chimica: $6\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 + \text{energia} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$.

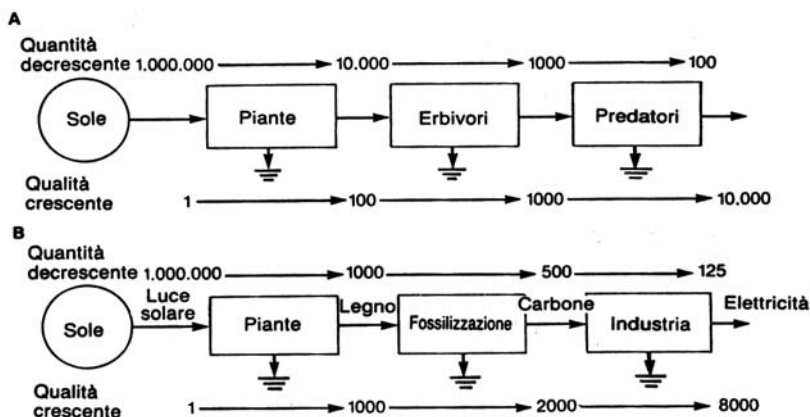
caso si parla di carnivori secondari. Non sempre però i carnivori sono predatori. Esistono infatti specie spazzine, che si nutrono di carogne o di escrementi, ed anche specie onnivore, che si nutrono sia di piante che di animali. I consumatori sia primari che secondari si definiscono eterotrofi e solitamente sono presenti in numero minore di individui rispetto alle popolazioni di autotrofi, o comunque la loro biomassa complessiva è inferiore. L'ultimo fondamentale anello della catena è costituito dai saprotrofi (da *sapro* = decomporre – che si nutrono decomponendo). I detritivori o decompositori rappresentano una componente fondamentale degli ecosistemi perché svolgono l'essenziale funzione di degradare la materia organica morta e renderla disponibile nuovamente per gli autotrofi. È l'anello, questa volta, che porta il biotico verso l'abiotico, il ponte inverso dell'autotrofia. L'attività dei saprotrofi determina la liberazione nell'ambiente di sostanze minerali come fosfati e nitrati, essenziali per l'opera di sintesi organica svolta dai vegetali. I decompositori più importanti sono i funghi ed i batteri. Agiscono in modo sinergico, anche se i primi mostrano una preminenza funzionale per il mondo dei vegetali ed i secondi per il mondo animale.

Per catena alimentare si intende il trasferimento di energia alimentare dagli autotrofi attraverso tutti gli altri livelli trofici della rete, in un processo essenzialmente circolare, ma con notevoli perdite dovute all'entropia. Ad ogni passaggio, una parte dell'energia potenziale (spesso 80 o 90%) è persa sotto forma di calore (II principio della termodinamica). Perciò più corta è la catena alimentare, o quanto più è vicino l'organismo all'inizio della catena, tanto maggiore è l'energia disponibile per la popolazione di cui fa parte.

Le catene alimentari sono di due tipi fondamentali: catene alimentari di pascolo che partono dalle piante verdi, vanno agli erbivori pascolanti e ai carnivori; e le catene alimentari di detrito che vanno dalla materia organica morta ai microrganismi e da questi ai consumatori di detrito e quindi ai loro predatori. Le catene alimentari non sono delle sequenze isolate; esse sono interconnesse. Così il modello che ne deriva è chiamato rete trofica. In comunità naturali complesse, gli organismi che ottengono cibo dal sole con lo stesso numero di passaggi si dice che appartengono allo stesso livello trofico (livello dei produttori, livello dei consumatori primari, livello dei consumatori secondari...). Come è già stato accennato il passaggio da un livello al successivo implica una perdita di energia potenziale dell'ordine del 90 %, per cui gli organismi di ogni livello possono disporre solo del 10% dell'energia disponibile al livello inferiore.

Ma se la quantità dell'energia diminuisce, la qualità dell'energia aumenta da un livello ad un altro, per cui aumenta la capacità degli organismi di compiere lavoro. La diminuzione quantitativa dell'energia potenziale determina senz'altro la possibilità di mantenimento per un numero minore di

Fig. 4.2 - L'immagine mostra come lungo una catena alimentare (A) la quantità di energia decresca, mentre la sua qualità aumenta. La sequenza B illustra come lo stesso meccanismo caratterizzi il processo che porta dall'energia solare a quella elettrica (Fonte: Odum E., op. cit., 1988)



organismi, ma più grandi e con costi metabolici inferiori rispetto agli organismi più piccoli. Ci si riferisce al metabolismo specifico, cioè relativo all'unità di peso: è questo che diminuisce con l'aumentare delle dimensioni, e non il metabolismo totale dell'individuo.

Inoltre la concentrazione delle sostanze aumenta man mano che si sale lungo i livelli trofici. Ciò significa che eventuali sostanze tossiche non produrranno effetti nei primi gradini della rete trofica, ma si riveleranno pericolose se non letali nei livelli più alti della catena (bioaccumulazione). L'interazione tra i fenomeni delle catene alimentari (perdita e trasferimento di energia) e le interrelazioni metabolismo-dimensione degli individui, danno origine a comunità aventi una definita struttura trofica, che caratterizza ogni particolare tipo di ecosistema (lago, foresta, banco di corallo, pascolo, ecc.). La struttura trofica può essere misurata e descritta sia in termini di biomassa per unità di superficie, che in termini di energia fissata per unità di superficie e per unità di tempo a livelli trofici successivi. La struttura trofica ed anche la funzione trofica possono essere descritte graficamente mediante le piramidi ecologiche nelle quali il primo livello, cioè quello di produzione forma la base ed i livelli successivi formano i gradini, fino alla cima. Le piramidi ecologiche possono essere di tre tipi: piramidi di numeri, nelle quali viene riportato il numero degli individui; piramidi di biomassa, basate sul peso secco totale, contenuto in calorie o su altre misure della quantità totale di materia vivente; piramidi di energia, nelle quali viene riportato il flusso di energia e/o la produttività a livelli trofici successivi.

1.3. *Le specie e le risorse chiave per la conservazione*

In realtà non esistono specie più importanti di altre, nel quadro dell'etica ambientale, tutte le specie hanno diritto di esistere e come tali vanno protette se minacciate. Tuttavia dal punto di vista della conservazione della natura è fondamentale riconoscere l'esistenza di specie da cui dipende direttamente l'esistenza di altre specie. Come abbiamo detto prima tutte le specie sono connesse tra loro tramite la rete trofica, comunque alcune di esse rivestono un ruolo chiave. Per questo motivo sono definite in letteratura *keystone species* (specie chiave). Esse mostrano la capacità di influenzare la biocenosi a cui appartengono molto più marcatamente di quanto il loro numero e la loro biomassa potrebbe fare supporre¹⁴.

Abbiamo visto, a proposito dell'esperienza di gestione ambientale di Leopold, che colpire direttamente i predatori significa implicitamente danneggiare la popolazione di prede che non ha più controlli demografici adeguati. L'aumento esponenziale della popolazione di erbivori determina l'ipersfruttamento della vegetazione, con pesanti ripercussioni sulle altre popolazioni di erbivori. La scomparsa di molte specie vegetali erbacee può anche causare pericolosi fenomeni di erosione del suolo. In generale i predatori di erbivori rappresentano delle specie chiave, proprio perché a partire dalla loro funzione di controllo demografico, garantiscono il mantenimento di tutto l'ecosistema.

Un altro esempio di specie chiave è dato dalle “volpi volanti”, pipistrelli della famiglia Pteropodidae, rappresentano i principali agenti di impollinazione e di disseminazione di molte specie arboree. La loro diminuzione numerica determina una notevole dilatazione dei tempi di rinnovamento delle popolazioni vegetali arboree.

Altre *keystone species* sono le cosiddette “specie ingegnere”. Queste hanno la capacità “ingegneristica” e costruttiva di modificare in modo significativo l'habitat, rendendolo ospitale per numerose altre specie. È il caso del castoro, che creando degli sbarramenti lungo i corsi dei fiumi permette a molte specie di uccelli acquatici di trovare habitat adeguati. Nel mediterraneo una funzione chiave è invece svolta dalla *Posidonia oceanica* che crea degli ambienti ideali per moltissime specie viventi che colonizzano la superficie delle foglie o utilizzano i contorti e protetti dedali creati dai rizomi come nursery. Anche molti parassiti rappresentano importanti keystone species, in quanto, allo stesso modo dei predatori, regolano la densità della popolazione dei loro ospiti.

14. Terborgh J., “Island biogeography and conservation: Strategy and limitations”, *Science*, 193, pp. 1029-1030, 1976. Vedi anche Power M.E. et al., “Challenger in the quest for keystones”, *BioScience*, 46, pp. 609-620, 1996.

La protezione delle specie chiave è di fondamentale importanza per la conservazione della natura. Infatti, poiché da esse dipendono numerose altre specie, tutelarle ed assicurarsi il loro mantenimento significa agire indirettamente sulla conservazione di molte altre popolazioni. Al contrario, nei casi di forti perturbazioni naturali od antropiche, la scomparsa di una specie chiave comporta la perdita di numerose altre specie da essa dipendenti. È il cosiddetto *effetto cascata*, che comporta il verificarsi di una serie di estinzioni tra loro collegate. Le estinzioni a cascata fanno sì che la biodiversità diminuisca notevolmente e hanno degli effetti che in molti casi non sono più sanabili. La reintroduzione della specie chiave non sempre comporta il ripristino delle condizioni originarie.

Non solo le specie giocano dei ruoli chiave negli ecosistemi, spesso e volentieri anche determinate risorse sono fondamentali per intere comunità biologiche o per singole popolazioni. Le *keystone resources* sono, come le specie chiave, degli obiettivi prioritari nelle politiche di protezione della natura. Da questo genere di risorse dipende la sopravvivenza di numerose specie. È il caso dei tronchi cavi che offrono riparo e rappresentano potenziali siti di nidificazione e di riproduzione per molte specie di uccelli e piccoli mammiferi, o quello dei tronchi marcescenti, fondamentali per alimentare le catene trofiche di detrito.

2. Biodiversità ed ecosistemi

A lungo biologi ed ecologi hanno dibattuto sul tema della relazione tra biodiversità e stabilità degli ecosistemi. Oggi sembra definitivamente accettata l'idea che la biodiversità sia alla base della stabilità degli ecosistemi, cioè della loro capacità di resistere alle perturbazioni o di ripristinare le condizioni iniziali. Non è che la biodiversità sia direttamente proporzionale alle capacità di resistenza e di resilienza degli ecosistemi, tuttavia pare indubbio che quest'ultime debbano molto ad alcune specie o gruppi capaci di reagire in modo funzionale agli stress ambientali.

Questa stretta relazione fa divenire prioritario nel campo della conservazione della natura la protezione della diversità biologica. Secondo McCann¹⁵, alla luce della connessione tra biodiversità e stabilità degli ecosistemi due principi diventano fondamentali per le politiche e le strategie di conservazione:

15. McCann K.S., "The diversity-stability debate", *Nature*, 405, pp. 228-233, 2000.

1. al fine di tutelare e conservare gli ecosistemi è necessario considerare ogni specie “sacra”;
2. la perdita (estinzione) o l’acquisto (immissione di specie alloctone) di specie può comportare cambiamenti notevoli nella struttura degli ecosistemi, tali cambiamenti possono risultare anche irreversibili.

Per i biologi e gli ecologi che si occupano di conservazione è di fondamentale importanza non solo saper misurare la biodiversità nelle varie forme ed ai vari livelli che la caratterizzano, ma anche distinguere gli ecosistemi sulla base della loro capacità di resilienza e della relativa ricchezza di forme di vita.

Per misurare la biodiversità il primo passo da compiere è distinguere tra la *ricchezza di specie*, cioè il numero complessivo di specie presenti in un determinato habitat, e la *eveness*, intesa come omogeneità numerica di individui tra le specie presenti. In altre parole il concetto di diversità di specie ha due componenti: la *ricchezza*, chiamata anche densità di specie, basata sul numero totale di specie presenti; la *omogeneità*, basata sulla relativa abbondanza di specie, cioè sul grado della loro dominanza¹⁶ o della loro rarità.

Quando la biodiversità in termini di ricchezza di specie è elevata anche la eveness sarà elevata. In presenza di un grande numero di specie differenti, queste conterranno numeri simili di individui. Se invece ci troviamo in presenza di un numero ridotto di specie, le differenze in termini di quantità di individui tra le differenti popolazioni saranno enormi.

La diversità di specie tende a crescere con l’aumentare dell’ampiezza dell’area considerata e dalle alte latitudini all’equatore. La biodiversità, invece, tende ad essere ridotta nelle comunità biologicamente stressate. Per cui può anche essere utilizzata con le opportune considerazioni come indicatore ambientale. Infatti gli ecosistemi inquinati mostrano degli indici di diversità generalmente più bassi di quelli non inquinati.

La diversità delle specie è influenzata in maniera rilevante dalle relazioni funzionali fra i livelli trofici. La presenza di predatori “moderati” o prudenti riduce spesso la densità dei dominanti e ciò permette l’instaurarsi di specie meno competitive con migliori possibilità di uso dello spazio e delle risorse.

La varietà e la densità sono particolarmente sviluppate nell’*ecotono*, che rappresenta la zona di contatto tra due o più comunità differenti, per esempio tra una foresta e una comunità erbacea o un substrato marino a fondo sabbioso e uno a fondo roccioso.

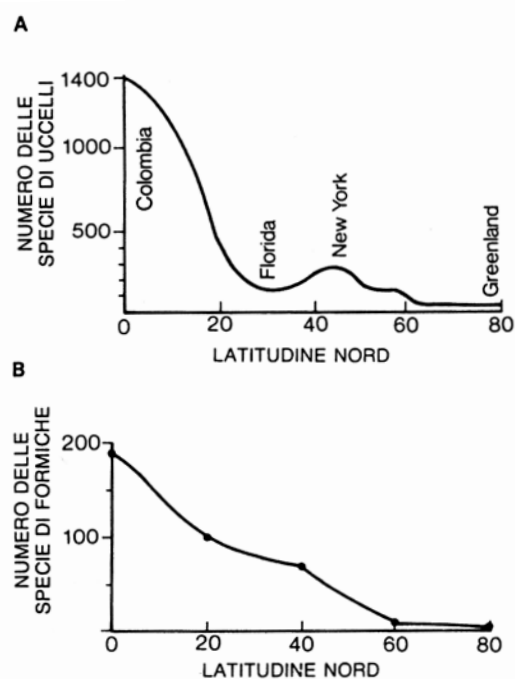
16. Le specie dominanti sono quelle maggiormente presenti sul territorio, quelle cioè che mostrano un maggior numero di individui per unità di superficie.

Le curve diversità-dominanza rappresentano bene entrambe le componenti della diversità, ponendo su un grafico il numero di individui per ciascuna specie lungo l'asse delle ordinate, e le specie dalla più alla meno abbondante sull'asse delle ascisse.

A seconda che si dia maggiore o minore importanza alla ricchezza delle specie o alla eveness avremo modi differenti di misurare la biodiversità.¹⁷ L'indice di misurazione più diffuso e conosciuto è quello di Shannon, ma vengono anche utilizzati quello di Simpson e quello di omogeneità di Pielou, specifico per la misurazione del grado di eveness.

La ricchezza di specie presenta diversi livelli dimensionali e strutturali. La *ricchezza specifica locale* o *alfa-diversità* indica il numero di specie presenti in una singola comunità. La *beta-diversità* definisce invece la ricchezza di specie in relazione a gradienti ambientali e geografici. In una regione umida, per esempio, la beta diversità sarà elevata se le comunità

Fig. 4.3 - I due grafici mostrano come varia la ricchezza di specie di uccelli (A) e di formiche (B) al variare della latitudine (Fonte: Odum E., op. cit., 1988)



17. Magurran A.E., *Ecological biodiversity and its measurement*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

di alghe varieranno notevolmente da un bacino ad un altro, in una regione montuosa dipenderà dalla diversità mostrata dalle fitocenosi presenti sui differenti monti. Infine la *gamma-diversità* o *ricchezza specifica regionale* si riferisce al numero complessivo di specie presenti in una regione. È affine al concetto di alfa-diversità, ma applicato ad una scala dimensionale più ampia.

A livello globale gli ecosistemi che presentano i più elevati livelli di biodiversità sono le barriere coralline e le foreste pluviali, insieme ai mari profondi ed ai laghi tropicali. Seguono le foreste tropicali, le savane, le praterie, i deserti e la macchia mediterranea¹⁸.

In generale la biodiversità cresce lungo il gradiente latitudinale. Man mano che ci si allontana dai poli e ci si avvicina all'equatore aumenta la ricchezza di specie. Questo fenomeno è valido sia in ambiente terrestre che marino ed è essenzialmente dovuto alla maggiore disponibilità di energia proveniente dal sole.

Whitmore¹⁹ ha stimato che le foreste tropicali, che costituiscono solo il 7% della superficie terrestre, presentano più della metà delle specie esistenti. La Grande Barriera Corallina dell'Australia orientale copre solo lo 0,1% della superficie di tutti gli oceani del mondo e presenta l'8% di specie di pesci a livello planetario. Gli ambienti mediterranei occupano l'1,6% delle terre emerse e contano il 10% delle piante superiori conosciute nel mondo. Anche in ambito marino il Mediterraneo mostra elevati livelli di biodiversità. Ha un volume pari allo 0,32% del volume complessivo di tutti i mari e gli oceani del mondo e vanta tra il 4% ed il 18% di tutte le specie marine macroscopiche. I motivi principali della grande ricchezza in termini di biodiversità del Mediterraneo sono da rintracciare nel fatto che è stata la regione più studiata al mondo, che è stato interessato da notevoli cambiamenti geologici e che presenta una grande varietà di contesti climatici.

2.1. *La teoria della biogeografia insulare*

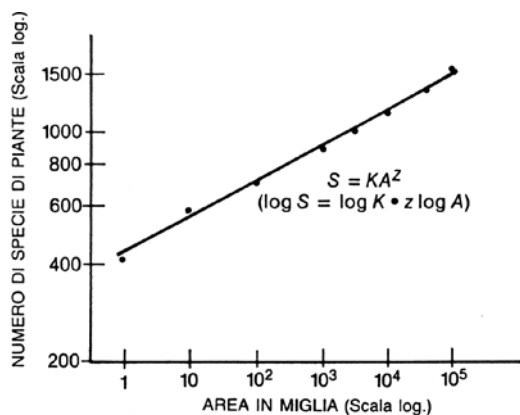
Il modello scientifico più diffuso ed accettato per la valutazione della distribuzione della biodiversità è quello proposto da Mac Arthur e Wilson²⁰. Noto come modello della biogeografia delle isole, espone i principi della distribuzione della biodiversità sulla base della relazione tra specie ed area.

18. Heywood V.H. (a cura di), *Global biodiversity Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

19. Whitmore T.C., *An Introduction to Tropical Rain Forest*, Claredon Press, Oxford, 1990.

20. Mac Arthur R.H., Wilson E.O., op. cit., 1967.

Fig. 4.4 - Il grafico illustra come all'aumentare dell'area presa in esame cresca anche il numero di specie riscontrabili (Fonte: Odum E., op. cit., 1988)



Più un'area è vasta, più ricca è la presenza di specie diverse. La formula che esprime questa fondamentale relazione, nota come legge di potenza, è la seguente:

$$S = CA^z$$

S indica il numero delle specie, A l'area dell'isola, C e z sono delle costanti relative al tipo di ambiente ed al gruppo di specie preso in esame. A seconda del tipo di isola (umida, arida, equatoriale, polare, tropicale) e del gruppo tassonomico considerato (rettili, uccelli, mammiferi) cambierà la pendenza della curva di distribuzione. La relazione direttamente proporzionale tra superficie e numero di specie rimane comunque centrale, il tipo di ambiente e i gruppi tassonomici ne influenzano soltanto l'entità. In parole povere qualunque sia l'isola e il gruppo tassonomico presi in esame, più un'isola è grande più specie vanta, più è piccola più ne sarà povera.

Altri fattori determinano il numero di specie presenti su un'isola. Secondo Mac Arthur e Wilson il numero delle specie è dovuto ad un bilancio dinamico tra tasso di immigrazione e tasso di estinzione. Il tasso di immigrazione è inizialmente (nei primi stadi della colonizzazione) massimo, poi, man mano che giungono nuove specie, tenderà a diminuire. Al contrario si comporta il tasso di estinzione, inizialmente nullo tenderà a crescere con il tempo, man mano che aumenta la densità di popolazione e le nicchie ecologiche vengono occupate. Inoltre il processo di immigrazione dipende fondamentalmente dalla distanza della sorgente. Tanto più è vicina la sorgente tanto maggiore risulterà il tasso di immigrazione. Il processo di

estinzione dipende invece essenzialmente dalla grandezza dell'isola. Tanto più grande è l'isola tanto minore sarà il tasso di estinzione. Ne risulta un quadro dinamico che si articola tra due situazioni estreme: le isole più piccole e più lontane dalla sorgente sono le più povere di biodiversità, mentre le isole più grandi e più vicine alla sorgente sono le più ricche di specie.

Nonostante i limiti intrinseci del modello²¹, il suo valore è notevole sia per le stime che ha permesso di elaborare in relazione all'attuale tasso di estinzione globale, sia perché permette di orientare la politica di tutela della natura. I principi della biogeografia insulare possono infatti essere applicati alle aree protette, che vengono considerate come isole in un mare di territorio degradato. Il modello rappresenta così un'importante linea guida per la gestione delle aree protette. Inoltre permette di prevedere l'andamento della biodiversità in relazione alla perdita di habitat. Secondo il modello della biogeografia delle isole, una perdita del 50% dell'habitat comporta una riduzione del 10% del numero delle specie presenti, una perdita del 90% dell'habitat determina invece la scomparsa del 50% delle specie presenti nell'area.

3. Le cause della perdita di biodiversità

Abbiamo visto, trattando dell'impatto antropico, che gli scienziati sono concordi nel ritenere che attualmente si sta svolgendo una vera e propria estinzione di massa, la sesta nella storia della vita sulla Terra, l'unica determinata da cause antropiche. Come è possibile che oggi il tasso di estinzione viaggi all'astronomica velocità di tre specie ogni ora? Si tratta di un'accelerazione eccezionale del naturale tasso di estinzione, un'accelerazione di quattro ordini di grandezza (1000 volte superiore al tasso naturale). Quali cause l'hanno determinata e cosa continua ad alimentarla?

Queste domande sono fondamentali per la scienza della conservazione. Permettono di indagare sulle origini delle problematiche che mettono a repentaglio la biodiversità e di conseguenza la funzionalità degli ecosistemi. L'analisi dei motivi che hanno condotto alla crisi della biodiversità consente inoltre di elaborare delle strategie adeguate di conservazione. Le azioni

21. Primack (op. cit., 2003, p. 108) individua quattro limiti fondamentali nella teoria della biogeografia insulare:

1. non considera la speciazione come fonte di nuove specie da affiancare all'immigrazione;
2. non valuta le diverse capacità delle specie di colonizzare nuovi territori;
3. non tiene conto del diverso grado di eterogeneità degli habitat delle isole;
4. non prende in esame le possibili interazioni tra il processo di colonizzazione e quello di estinzione.

conservative non possono infatti limitarsi ad arginare gli effetti della crisi ambientale, devono mirare anche al definitivo superamento dello stato di emergenza.

Le cause prime della perdita di biodiversità consistono nel notevole aumento demografico della popolazione umana su scala mondiale e nell'elevatissimo livello di produzione e consumo che interessa alcune nazioni. Nell'affrontare queste profonde radici la scienza della conservazione non può che rivolgersi allo sviluppo sostenibile, unico quadro sistemico di risposte orientate ad affrontare complessivamente la crisi del rapporto uomo-ambiente. Nell'ottica della sostenibilità bisognerebbe dare priorità alle politiche di limitazione e controllo demografico e stimolare un profondo cambio di direzione negli stili di vita e nelle economie dei paesi avanzati. Gli elevati consumi dei paesi del Nord del mondo devono necessariamente andare incontro ad una riduzione, poiché non sono sostenibili sul lungo periodo. Secondo i dati del 1994 del World Resources Institute²², un americano consuma 43 volte più petrolio ed addirittura 386 volte più carta di un indiano. È ovvio che se anche gli indiani arrivassero a consumare quanto gli americani le risorse naturali della Terra non sarebbero sufficienti. A parte il problema etico, per cui sarebbe giusto garantire a tutti pari opportunità di accesso alle risorse, ciò che preme sottolineare in ambito di tutela ambientale è che le forti disuguaglianze nella distribuzione della ricchezza sono causa di ulteriore degrado ambientale. Nella maggior parte dei paesi in via di sviluppo gran parte della ricchezza è in mano a cerchie limitate di persone, mentre la stragrande maggioranza della popolazione vivendo nell'indigenza è costretta a prelevare risorse direttamente dall'ambiente.

Le cause dirette del degrado della biodiversità sono invece diverse a secondo del periodo che prendiamo in considerazione. Anticamente, in epoca preistorica, la causa diretta delle estinzioni era la caccia. Le cause indirette erano la deforestazione, gli incendi e le malattie umane. 40.000 anni fa in Australia a causa della caccia scomparire gran parte della megafauna (rettili, uccelli, mammiferi)²³. Tra i 35.000 e i 15.000 anni fa viene a mancare la megafauna del continente americano a causa dell'arrivo dell'uomo attraverso lo stretto di Bering.

Le cause attuali di estinzione sono anch'esse di origine antropica. Secondo la scienza della conservazione²⁴ le maggiori minacce dirette per la biodiversità giungono dai seguenti processi attuati dall'uomo:

22. World Resources Institute, *World Resources 1994-1995: A Guide to the Global Environment*, Oxford University Press, New York, 1994.

23. Wilson E.O., op. cit., 2002.

24. Primack R., op. cit., p. 111, 2003.

- distruzione degli habitat;
- frammentazione degli habitat;
- degrado degli habitat;
- cambiamenti climatici globali;
- sovrasfruttamento delle specie;
- introduzione di specie esotiche;
- diffusione di nuove malattie.

Perdiamo ogni anno 140.000 chilometri quadrati di foresta pluviale e molti paesi (Madagascar, India, Filippine, Bangladesh, Kenya) del mondo hanno già distrutto l'80% del loro patrimonio forestale. Nella costa atlantica del Brasile rimane soltanto il 9% delle foreste originarie e nel bacino del Mediterraneo è ancora intatto solo il 10% delle foreste primarie.

Nel mare la situazione non è molto più confortante. Il 10% delle barriere coralline a livello mondiale è andato distrutto e nelle Filippine il 90% dei coralli non esiste più.

In generale comunque lo stato degli habitat marini è considerato in migliori condizioni rispetto agli ecosistemi di terra. Ciò è dovuto principalmente a due ordini di motivi. In primo luogo sul mare abbiamo meno informazioni che sulla terra, poiché è stato generalmente meno studiato. In secondo luogo nel mare è difficile che si creino situazioni di frammentazione degli habitat. Infatti le grandi masse degli oceani e dei mari del mondo non ammettono separazioni, se non da parte delle forze geologiche. Le popolazioni ittiche hanno così la possibilità di disperdersi in enormi areali e di colonizzare zone lontane. Inoltre non corrono il rischi dell'isolamento e dell'impoverimento genetico, potendo attuare continuamente scambi tra popolazioni differenti.

Sulla terra la situazione è molto differente e la frammentazione fa sentire seriamente i suoi effetti. Fa sì che molte popolazioni si ritrovino isolate in areali limitati e molto più esposte alle perturbazioni esterne. La costruzione di ferrovie, di canali di irrigazione, di strade ed autostrade, di oleodotti, le recinzioni ed altri generi di barriere impediscono alle popolazioni di spostarsi, le isolano e non consentono i fondamentali scambi genici. Anche in assenza di questi effetti come l'isolamento della popolazione ed il suo conseguente indebolimento genetico, alcune specie possono semplicemente non "reggere" la diminuzione dell'areale di distribuzione dovuto alla frammentazione. È il caso dei grandi predatori che hanno bisogno di vasti territori di caccia.

Gli effetti della frammentazione degli habitat sono molto rilevanti e dipendono in prima istanza dall'aumento relativo della superficie perimetrale per unità di area. Se dividiamo un vasto territorio in più parti, queste mostreranno dei margini più lunghi rispetto al territorio non frammentato.

L'habitat marginale è esposto alle perturbazioni antropiche ed il suo estendersi determina una riduzione dell'area centrale, quella maggiormente distante dai margini e di conseguenza più indisturbata. L'insieme dei fenomeni che si verificano negli habitat marginali è noto come *effetto margine*. Le condizioni microambientali delle zone marginali sono molto differenti da quelle interne. Cambiano notevolmente molti parametri fisici come la temperatura, la ventosità, l'umidità e la quantità di luce. L'effetto margine determina inoltre una maggiore esposizione ai rischi di incendi e di invasioni di specie esotiche.

La degradazione degli habitat è causata da forme di sovrasfruttamento del territorio, come ad esempio l'agricoltura industrializzata o la pesca con le reti a strascico, e dal tristemente famoso fenomeno dell'inquinamento. Particolarmente gravi sono gli effetti sull'ambiente dell'uso dei pesticidi, soprattutto quelli a base di cloro. È noto ormai il processo per cui i pesticidi entrano nella catena alimentare e si concentrano sempre maggiormente nei tessuti animali man mano che si passa da un livello trofico ad un altro. Le concentrazioni possono giungere fino a determinare conseguenze fatali per le popolazioni che si trovano avanti nella catena alimentare. I grandi predatori, soprattutto i rapaci, sono per questo particolarmente esposti al processo della bioaccumulazione. I pesticidi a base di cloro, come il diclorodifeniltricloroetano, noto come DDT, hanno il grande difetto di non essere selettivi. Sono veleni universali e come tali possono danneggiare anche l'uomo.

Anche i veleni e le sostanze inquinanti che vengono riversate nei fiumi, nei laghi o negli oceani entrano nelle reti trofiche e colpiscono duramente sia le biocenosi che gli ecosistemi. In ambiente acquatico, a differenza della terra ferma, le sostanze chimiche hanno la possibilità di diffondersi velocemente e su vasta scala. Un problema particolarmente grave è costituito dai rischi di eutrofizzazione dovuti all'immissione di grandi quantità di nitrati e fosfati, provenienti dai fertilizzanti agricoli. L'eccesso di questi elementi chimici determina una crescita straordinaria del fitoplancton superficiale, che oscurando gli strati inferiori impedisce la vita degli altri organismi autotrofi. L'enorme produzione di biomassa generata dalla fioritura algale superficiale sovralimenta anche i decompositori (funghi e batteri), che si moltiplicano esponenzialmente e consumano tutto l'ossigeno disponibile. L'anossia causa la morte delle biocenosi ed un notevole impoverimento dell'intero ecosistema, che difficilmente potrà essere ricondotto alle condizioni iniziali. Adeguate politiche di decontaminazione e di ripristino ambientale possono tuttavia condurre a risultati sorprendenti con il recupero delle condizioni precedenti alla degradazione dell'habitat.

Le più grandi minacce alla biodiversità che giungono dall'inquinamento atmosferico sono costituite dalle piogge acide e dalle degenerazioni

dell'effetto serra. Le piogge acide sono causate dall'emissione di ossidi di azoto e di zolfo provenienti dall'industria metallurgica e dalle raffinerie. Stanno determinando l'estinzione di molte specie di anfibi, poiché modificano le caratteristiche chimico-fisiche delle acque facendo diminuire il pH. Hanno anche danneggiato notevolmente molti ecosistemi forestali, causando una vera e propria moria a cavallo tra gli anni settanta ed ottanta.

La degenerazione dell'effetto serra è prodotta dall'immissione dei cosiddetti gas serra in atmosfera. Biossido di carbonio, metano, ossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, esafluoruro di zolfo sono principalmente generati dalla combustione di idrocarburi. Il loro eccessivo aumento sta portando ad una generale e pericolosa crescita della temperatura su scala globale. L'aumento della temperatura potrebbe avere effetti disastrosi per molti ecosistemi terrestri. Sposterebbe gli areali di distribuzione di molte popolazioni a maggiori latitudini e verso quote più elevate, anticiperebbe i tempi dell'alternanza stagionale, e porterebbe alla riduzione dei ghiacciai ed all'innalzamento del livello dei mari. Anche lo *smog fotochimico* rappresenta una pesante minaccia per la biodiversità. Causato principalmente dalle emissioni di industrie, centrali termoelettriche e automobili, è essenzialmente costituito da ozono. Si deposita sui tessuti vegetali danneggiandoli e se inalato risulta nocivo tanto per l'uomo quanto per gli animali. Altrettanto dannosi sono i metalli pesanti presenti nelle emissioni di industrie ed automobili, rappresentano dei veri e propri veleni per gli organismi biologici.

In ambienti acquatici hanno un grande incidenza fattori quali: il degrado dell'habitat, l'introduzione di specie esotiche e soprattutto l'ipersfruttamento. Le risorse ittiche sono tra le più ipersfruttate del pianeta. Secondo la Fao²⁵ il prelievo di pesca si è triplicato dal 1950 al 1969, passando da 18 milioni di tonnellate a 56 milioni di tonnellate. Inoltre negli ultimi dieci anni si assiste ad un andamento piuttosto stabile della quantità totale del pescato, con un trend decrescente delle quantità pro capite. Nel 1987 si era ad un livello di 14,6 chilogrammi procapite, nel 2001 si è passati a 13,1 chilogrammi, considerando anche le produzioni provenienti dall'acquacultura. Questo dato fa ritenere che si sia giunti ad un limite di produzione da parte delle popolazioni ittiche, eccessivamente sottoposte a sfruttamento.

Anche in ambiente terrestre il sovrasfruttamento è una causa rilevante. Secondo Wilcove²⁶, è stato proprio il sovrasfruttamento a mettere in pericolo di estinzione un quarto di tutti i vertebrati degli Usa ed addirittura la metà dei mammiferi.

25. UN – Fao, *The state of world fisheries and aquaculture*, 2002, www.fao.org.

26. Wilcove D.S., *The Condor's Shadow: The Loss and Recovery of Wildlife in America*, W.H. Freeman, New York, 1999.

L'introduzione di specie esotiche è un fattore che contribuisce in larga misura a mettere in pericolo di estinzione numerose specie sia in ambiente terrestre che acquatico. L'Iucn²⁷ definisce invasive le specie alloctone che si stabiliscono in ecosistemi che modificano e di cui mettono a repentaglio la biodiversità. Negli Usa minacciano il 49% delle specie già a rischio di estinzione, soprattutto uccelli e piante, e sono presenti con 70 specie di pesci, 80 di molluschi, 2000 di insetti e 2000 di piante²⁸. Emblematico e celebre è il caso del Lago Vittoria in Africa. Qui l'introduzione del pesce persico del Nilo (*Lates nilotica*) per alimentare la pesca industriale, ha causato un fortissimo impatto su una delle comunità ittiche più biodiverse del mondo. Centinaia di specie di ciclidi, molte endemiche, sono oggi a rischio di estinzione proprio a causa dell'immissione di questo temibile predatore alloctono. In Italia alcune specie esotiche stanno mettendo a repentaglio molte popolazioni locali. Particolarmente invasive si stanno dimostrando la nutria (*Myocastor coypus*), la rana toro (*Rana catesbeiana*), lo scoiattolo grigio (*Sciurus carolinensis*) e molti pesci d'acqua dolce introdotti per la pesca sportiva. Tra le specie vegetali possiamo citare la *Oxalis pes-caprae*, la *Robinia pseudacacia*, e gli alberi del genere *Eucalyptus*. Infine nel Mediterraneo appare davvero notevole l'espansione dell'alga esotica *Caulerpa taxifolia*. Introdotta casualmente nel Mediterraneo nord-occidentale è oggi diffusa in tutto il Mediterraneo occidentale ed i ricercatori hanno notato che le dimensioni e la densità fogliare che vanta è maggiore di quella che mostra nelle aree di origine²⁹.

Particolarmente esposte alle specie esotiche invasive si mostrano le specie endemiche, soprattutto quelle insediate in sistemi insulari. Queste ultime, infatti, a causa del loro isolamento geografico non hanno scampo non appena compare nel loro stesso territorio una specie alloctona con una stessa nicchia ecologica e con maggiori capacità adattative. È il caso celebre della *Podarcis Sicula* lucertola comune siciliana che una volta insediata presso l'arcipelago delle Eolie ha determinato la quasi totale estinzione dell'endemica *Podarcis Raffonei*, la cosiddetta lucertola eoliana. Le ultime popolazioni di *Podarcis Raffonei* sopravvivono paradossalmente proprio grazie al loro estremo isolamento. Arroccate su alcuni scogli e fara-

27. Iucn, *Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species*, Species Survival Commission, Iucn Council, 2000, www.issg.org.

28. Wilcove D.S. *et al.*, "Quantifying threats to imperiled species in the United States, *BioScience* 48, pp. 607-615, 1998.

29. Della Croce N., Cattaneo Vietti R., Danovaro R., *Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero*, Utet, Torino, 1997.

glioni non ancora raggiunti dalla *Podarcis Sicula*, continuano a mantenersi indisturbate, ma non sappiamo per quanto tempo ancora.

Distruzione, degrado e frammentazione degli habitat, insieme a ipersfruttamento, introduzione di specie esotiche, malattie e cambiamenti climatici globali sono i fattori principali che espongono le popolazioni a notevoli riduzioni numeriche. Fluttuazioni demografiche casuali e perturbazioni ambientali risultano spesso letali per delle popolazioni isolate e numericamente ridotte. Le popolazioni numericamente limitate possono divenire vittime dei rischi della deriva genetica e della depressione da inbreeding, processi che alimentano il cosiddetto *vortice di estinzione*. La *deriva genetica* è uno dei motori fondamentali dell'evoluzione biologica e consiste nel cambiamento casuale delle frequenze alleliche del DNA. Tuttavia in popolazioni numericamente ridotte il processo della deriva genetica piuttosto che aumentare la variabilità genetica intraspecifica la fa pericolosamente diminuire. La riduzione numerica della popolazione unitamente alla perdita di variabilità genetica intraspecifica espone le popolazioni ai rischi ulteriori della depressione da inbreeding (unione tra consanguinei) e da outbreeding (incrocio tra individui di popolazioni geneticamente distanti). La depressione da inbreeding causa un'ulteriore riduzione della variabilità genetica e conduce a prole poco numerosa, poco fertile o addirittura sterile. È causata dal fatto che l'incrocio tra consanguinei può comportare la comparsa fenotipica di alleli recessivi potenzialmente dannosi. La depressione da outbreeding, a causa di incompatibilità genetica, comporta anch'essa la comparsa di prole sterile. Tutti questi fattori insieme: le fluttuazioni demografiche, la suddivisione della popolazione a causa della frammentazione, la depressione da inbreeding e da outbreeding, la maggiore deriva genetica, operando sinergicamente conducono ad una sempre più sensibile diminuzione della popolazione, che a sua volta contribuisce ad accentuare i processi che l'hanno determinata. Questo vortice esponenziale fa indebolire sempre più la popolazione che diviene incapace di affrontare le perturbazioni ambientali e le fluttuazioni demografiche casuali e va incontro ad estinzione. Il meccanismo del vortice di estinzione viene difficilmente superato da una popolazione. I processi che possono condurre una popolazione alle soglie del vortice di estinzione possono essere molto vari, come abbiamo appena visto in modo molto sintetico. Quando uno o più dei fattori di rischio riducono drasticamente una popolazione e la isolano, questa può entrare in balia dei processi che alimentano il vortice di estinzione. Scarsissime saranno le sue possibilità di salvezza poiché si tratta di processi a feedback positivo, che tendono a degenerare, amplificando esponenzialmente l'entità del fenomeno.

4. Ecologia della popolazione

Al fine di tutelare le specie è indispensabile conoscere le dimensioni, le caratteristiche ed i processi che sottendono al mantenimento delle popolazioni. È proprio tramite lo studio delle popolazioni e della loro interazione con l'ambiente che è possibile elaborare strategie adeguate di intervento. Per questa ragione è necessario richiamare i concetti basilari dell'ecologia della popolazione.

Le popolazioni sono delle unità dinamiche, soggette a continue modificazioni. La loro dinamica è determinata dagli effetti combinati di fattori quali la natalità, la mortalità, i tassi di emigrazione e di immigrazione. In un ambiente idealmente privo di limiti una popolazione crescerebbe esponenzialmente, ma in ambienti naturali molti sono i fattori che pongono un freno all'aumento numerico degli individui. I mutamenti ambientali, le relazioni con altre popolazioni (parassiti, predatori, competitori...), le malattie, gli eventi catastrofici e la disponibilità di risorse offerte dall'ecosistema fanno sì che l'accrescimento della popolazione rimanga dentro un ben preciso limite. Questo è determinato dalla capacità dell'ambiente di sostenere la popolazione e si definisce *capacità portante* (carrying capacity).

La dinamicità delle popolazioni è determinata anche dal fatto che esse possono estinguersi in alcuni luoghi e colonizzarne nuovi. Inoltre spesso esistono dei flussi di individui tra diverse popolazioni, che risultano in questo modo connesse tra loro. Secondo il *modello delle metapopolazioni*, possono esistere delle condizioni per cui delle popolazioni interagiscono fortemente tra loro tramite flussi di individui. Costituiscono dei raggruppamenti di popolazioni in cui solitamente alcune fungono da centro o da sorgente (source populations), si mostrano stabili e spesso "esportano" gruppi di individui, mentre altre costituiscono satelliti o pozzi (sink populations), sono fortemente instabili, fluttuanti e temporanee³⁰.

Le proprietà fondamentali di una popolazione sono: la densità, la natalità, la mortalità, la distribuzione per età, il potenziale biotico, la dispersione e la forma di accrescimento. La *densità* rappresenta la dimensione della popolazione in relazione all'unità di spazio. Più basso è il livello trofico più alta è la densità. Avremo quindi altissime densità tra popolazioni di vegetali o di fitoplancton, mentre le popolazioni di supercarnivori, al vertice della piramide trofica, mostreranno delle densità molto basse. È un indicatore di stato, nel senso che non ci fornisce informazioni sui trend di crescita o di riduzione della popolazione, ma ci aiuta nel comprendere la situa-

30. Hansky I., Simberloff D., "The metapopulation approach, its history, conceptual domain and application to conservation", in Hansky I., Simberloff D. (a cura di), *Metapopulation Biology*, pp. 5-26, Academic Press, San Diego, 1997.

zione attuale. La *natalità*, invece, costituendo la capacità di una popolazione di accrescersi, ci permette di gettare lo sguardo sul futuro di una popolazione. La natalità massima è la produzione massima teorica di nuovi individui sotto condizioni ideali, mentre la natalità ecologica o realizzata si riferisce all'aumento di popolazione in condizioni ambientali reali. In generale la natalità viene espressa come rapporto tra il numero di individui prodotti ed il tempo (natalità massima), o come rapporto tra il numero dei nuovi nati per unità di tempo per unità di popolazione (natalità specifica). La *mortalità* si riferisce alla morte di individui in una popolazione, e può essere espressa come il numero di individui morti in un certo periodo. La mortalità realizzata è la perdita di individui sotto una data condizione ambientale, il minimo teorico di mortalità è invece costante per ogni popolazione e rappresenta il numero di morti in condizioni ideali e non limitanti. L'andamento di una popolazione dipende proprio dal bilancio tra natalità e mortalità, anche se è necessario prendere in considerazione altri fattori come il tasso di immigrazione e quello di emigrazione. Dato che la mortalità varia fortemente con l'età, come pure la natalità, specialmente negli organismi più evoluti, le mortalità specifiche relative alle diverse età possono essere di grande interesse. Consentono agli ecologi di determinare le forze che sono alla base della mortalità totale della popolazione. Un completo quadro della mortalità di una popolazione è offerto in modo sistematico dalle *tabelle di sopravvivenza*. La *distribuzione per età* permette di prevedere gli andamenti della popolazione. Infatti una popolazione in rapida espansione contiene un gran numero di individui giovani, mentre una popolazione stazionaria mostrerà una distribuzione più uniforme per classi di età. Il declino imminente della popolazione si evince da una notevole predominanza di individui vecchi rispetto alle altre fasce di età.

La *velocità* di accrescimento di una popolazione si misura secondo la formula:

$$dN/dt = rN \text{ da cui } r = dN/(Ndt)$$

Dove r è la capacità intrinseca di accrescimento della popolazione in condizioni non limitanti, e può essere definita come il coefficiente istantaneo di accrescimento della popolazione. Rappresenta in altre parole la differenza tra la natalità specifica istantanea e la mortalità istantanea. Il valore massimo di r viene anche chiamato *potenziale biotico*, o potenziale riproduttivo. La differenza tra il massimo valore di r o potenziale biotico e la velocità di accrescimento che si osserva in laboratorio o in natura viene spesso considerata una misura della *resistenza ambientale* che è la somma totale dei fattori limitanti dell'ambiente che impediscono la completa realizzazione del potenziale biotico.

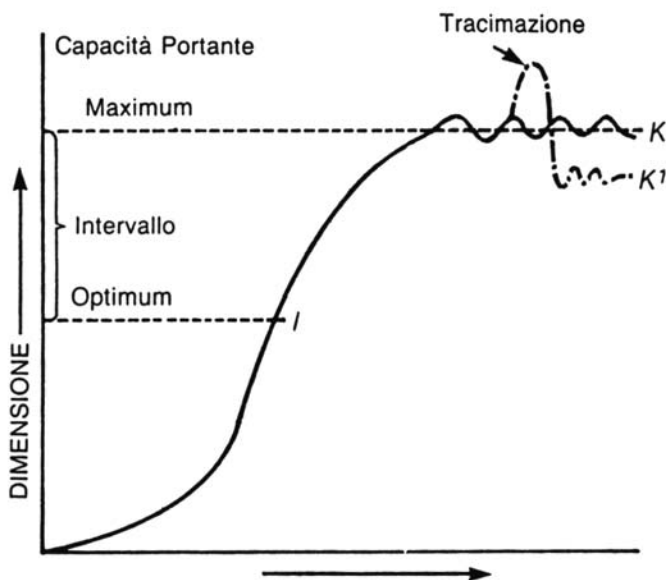
4.1. Forma di accrescimento di una popolazione

Le popolazioni presentano tipi caratteristici di accrescimento che prendono il nome di forme di accrescimento. Per poter fare dei confronti, possono essere disegnati due tipi fondamentali basati sulla forma del grafico di tipo aritmetico: la *curva di accrescimento a forma di J* e la *curva di accrescimento sigmoide* o *a forma di S*.

Questi due tipi di accrescimento possono essere combinati o modificati, o entrambe le cose insieme in vari modi a seconda delle caratteristiche dei vari organismi e dell'ambiente. Nella curva a forma di J la densità aumenta rapidamente, in modo esponenziale e poi si arresta di colpo quando interviene improvvisamente la resistenza ambientale od un altro fattore limitante. Questa curva può essere rappresentata dal semplice modello basato sull'equazione esponenziale considerata prima:

$$dN/dt = rN$$

Fig. 4.5 - Il grafico mostra la crescita sigmoide della popolazione in relazione alla capacità portante (K). La tracimazione può avvenire a causa di un aumento delle dimensioni della popolazione o di una riduzione delle risorse disponibili. In questo secondo caso il valore di K in seguito alla tracimazione andrà incontro ad una riduzione. Il punto di flesso I della curva indica il massimo tasso di sviluppo della popolazione (Fonte: Odum E., op. cit., 1988 – da McCullough)



Nella curva sigmoide, invece, la popolazione aumenta lentamente all'inizio, poi più rapidamente, infine torna ad una forma di accrescimento lento a causa dell'aumento della resistenza ambientale, fino a raggiungere ed a mantenere una condizione più o meno di equilibrio. Questa curva può essere rappresentata dal modello logistico:

$$dN/dt = rN (K - N)/K$$

Il livello superiore oltre il quale non può verificarsi accrescimento, è rappresentato dalla costante K , ed è l'asintoto superiore della curva di accrescimento sigmoide ed è stato opportunamente chiamato *massima capacità portante*, poiché rappresenta la quantità massima di individui che l'ambiente è in grado di mantenere.

4.2. Controllo delle popolazioni

Negli ecosistemi a bassa densità con stress fisici notevoli, od in quelli soggetti a perturbazioni estrinseche irregolari e non prevedibili, le popolazioni tendono ad essere regolate da fattori fisici come il clima, le correnti di acqua, o da fattori limitanti di tipo chimico, dall'inquinamento, e così via. Viceversa, negli ecosistemi ad alta diversità, in ambienti stabili, le popolazioni tendono ad essere controllate biologicamente, la loro densità è autoregolata. In questo caso si parla di meccanismi regolativi densità dipendenti, poiché il processo di controllo è mosso dal fattore densità.

Ogni fattore sia limitante che favorevole alla popolazione è *densità indipendente* se l'effetto o l'azione che esso svolge è indipendente dalle dimensioni della popolazione, oppure *densità dipendente* se l'effetto sulla popolazione è una funzione della densità. I fattori climatici spesso funzionano secondo meccanismi indipendenti dalla densità, mentre i fattori biotici (competizione, parassiti, agenti patogeni ecc.) sono spesso densità dipendenti.

La curva di accrescimento a forma di J tende ad essere frequente quando sono i fattori estrinseci o densità indipendenti a determinare il momento in cui l'accrescimento debba essere rallentato o bloccato. Il crollo della crescita della popolazione indica che è entrato in gioco un fattore esogeno frenante (mutamenti ambientale o climatici, esaurimento della risorsa alimentare, comparsa di predatori o di competitori...). La forma di accrescimento sigmoide, d'altra parte, è densità dipendente, dato che l'affollamento ed altri fattori intrinseci controllano lo sviluppo della popolazione. L'accrescimento esponenziale (J) densità indipendente è tipico delle specie r strateghe, presenti nei primi stadi serali di sviluppo degli ecosistemi (spe-

cie pioniere o colonizzatrici). Viceversa l'accrescimento logistico (S) densità dipendente è tipico delle specie K strateghe, che si riscontrano maggiormente negli stadi serali avanzati³¹.

5. La conservazione a livello di specie/popolazione

La biologia della conservazione al fine di orientare in modo efficace sia le politiche che le singole azioni conservative mira all'individuazione delle specie che maggiormente necessitano di protezione. Abbiamo già visto che le specie chiave costituiscono degli obiettivi prioritari in quanto da esse dipende il mantenimento di numerose altre specie. D'altra parte anche le specie particolarmente vulnerabili meritano grande attenzione, proprio a causa della loro fragilità. Le specie maggiormente esposte ai pericoli dell'estinzione sono le specie vegetali endemiche, perché spesso sono presenti in areali di distribuzione puntiformi e molto limitati con singole popolazioni a bassa variabilità genetica; e le specie animali di grossa taglia che hanno home range molto vasti e mostrano una bassa densità di popolazione. Nel primo caso i fattori che rendono vulnerabili le specie sono la loro ridotta capacità di dispersione, l'isolamento rispetto a possibili fonti di colonizzazioni, la ristrettezza e la frammentarietà dell'areale di distribuzione e l'estrema limitatezza numerica delle popolazioni (a volte un endemismo può essere presente anche con una sola popolazione al mondo). Nel caso delle specie animali i fattori di rischio sono ovviamente differenti e riguardano la necessità di ampi territori di caccia e la limitatezza numerica delle singole popolazioni. Ciò rende i grandi predatori molto espo-

31. Ogni popolazione tende ad ottimizzare il proprio bilancio energetico, che vede da una parte le "spese", consistenti nel metabolismo basale e nelle energie necessarie per la riproduzione, e dall'altra parte le "entrate", consistenti nelle fonti di energia (il sole per gli autotrofi, altri organismi per gli eterotrofi). L'ottimizzazione energetica può agire sulle entrate per cui le popolazioni tendono a diminuire il tempo di ricerca delle prede ed ad aumentare la qualità del cibo; o sulle spese per cui le popolazioni attuano diverse strategie riducendo i costi metabolici ed i costi energetici di riproduzione. Un modello semplificatore pone da una parte le popolazioni *r-strategie* e dall'altra le popolazioni *K-strategie*. Le prime, ottime pioniere, sono caratteristiche dei primi stadi delle successioni ecologiche, cioè delle colonizzazioni; si trovano solitamente in ambienti con forti perturbazioni ambientali e quindi poco stabili, ma molto ricchi di nutrienti e cibo; abbassano i costi del mantenimento investendo molto nella riproduzione, e solitamente sono di piccola taglia. Le seconde, invece, sono caratteristiche di ambienti più affollati, in cui c'è scarsità di cibo. Caratteristiche di ambienti stabili ed indisturbati, sono molto diffuse nelle fasi più avanzate delle successioni ecologiche, quindi negli ecosistemi maturi; mostrano generalmente dimensioni maggiori, ed investono meno energia nella riproduzione che comunque è caratterizzata da una maggiore cura della prole, generalmente poco numerosa.

sti ai fenomeni della frammentazione, del degrado e della distruzione degli habitat.

Più in generale è possibile indicare una serie di condizioni che espongono una specie al rischio di estinzione.

- La limitatezza numerica delle popolazioni – rappresenta un elevato fattore di rischio, poiché può determinare, se si oltrepassano certe soglie critiche, il vortice di estinzione; il declino delle popolazioni può riguardare la dimensione della singola popolazione od anche il numero di popolazioni che una singola specie mostra, in entrambi i casi ci troviamo in condizioni di elevata vulnerabilità.
- Limitata capacità di dispersione – nei casi in cui un habitat venga definitivamente compromesso le specie meno capaci di compiere ampi spostamenti sono condannate a scomparire, per questa ragione, ad esempio nel Nord America il 68% delle specie di mitili e lumache si è estinto.

Bassa densità di popolazione ed home range ampio – è il caso dei grandi predatori che vengono direttamente colpiti dalla riduzione e dalla frammentazione dell'habitat; inoltre, ponendosi al vertice della catena alimentare sono le specie che maggiormente risentono del generale degrado degli ecosistemi.

Migrazioni stagionali – le specie migratorie dipendono fortemente da più habitat, la degradazione o la distruzione di uno di questi può danneggiarle in modo significativo; i migratori terrestri ed acquatici sono tra l'altro esposti al pericolo delle barriere (dighe, recinzioni, strade...).

Iperspecializzazione della nicchia ecologica e dell'habitat – alcune specie nel corso dell'evoluzione biologica si sono ritagliate nicchie ecologiche molto specializzate o hanno elaborato modelli di sussistenza in habitat estremamente rari; è sufficiente la scomparsa di una particolare risorsa o di uno specifico habitat per segnare la fine di specie iperspecializzate.

Strategie adattative K in habitat vergini – negli ecosistemi maturi molte specie elaborano delle strategie di vita basate sul risparmio energetico e sulla riduzione del metabolismo specifico (lento accrescimento, prole poco numerosa e tasso riproduttivo basso); tali specie non tollerano le alterazioni ambientali di origine antropica e non sono in grado di competere con specie esotiche e specie pioniere.

Appetibilità commerciale – le specie che risultano economicamente remunerative sono esposte ad ipersfruttamento e rischiano di estinguersi.

Individuare le condizioni che minacciano il mantenimento delle popolazioni non è comunque sufficiente per delineare programmi ed interventi di conservazione. Un biologo della conservazione prima di scendere in campo per tutelare una specie deve essere certo che ci sia il rischio reale di

estinzione ed anche la possibilità concreta di evitarlo. A tal fine Shafer nel 1981 ha introdotto il concetto di *minima popolazione vitale* (MVP, Minimum Viable Population). La MVP permette di valutare quale sia il numero minimo di individui necessari affinché una popolazione abbia una elevata probabilità di mantenersi nel tempo. Nello specifico, Shafer la definisce come “la più piccola popolazione isolata avente il 99% di probabilità di persistere per 1000 anni nonostante gli effetti prevedibili di eventi demografici, ambientali e genetici casuali e le catastrofi naturali”³².

È chiaro che per fornire una stima di tal genere è necessario studiare a fondo sia la popolazione che l’habitat in oggetto. Ricerche di questo tipo richiedono molto tempo e grandi cifre di denaro. Per questa ragione alcuni ricercatori hanno proposto una regola empirica generale: la MVP in contesti ambientali adeguati va da 500 a 5000 individui per i vertebrati, mentre deve contare almeno 10.000 individui per gli invertebrati.

Nei casi di popolazioni già minacciate diviene importante valutare quale sia la quantità minima di individui necessaria al fine di evitare il pericolo dell’impoverimento genetico, che sappiamo essere uno dei principali motori del vortice di estinzione. Franklin³³ valuta questa soglia in 50 individui per i vertebrati e 500 per gli invertebrati. Conosciuta come *la regola del 50/500*, indica il range numerico minimo entro cui è ancora possibile per una popolazione mantenere la propria variabilità genetica. La stessa prestigiosa Unione Internazionale per la Conservazione della Natura utilizza, tra gli altri fattori considerati, questa regola empirica per stabilire i diversi livelli di rischio a cui sono esposte le specie³⁴.

Valutare la minima popolazione vitale non serve comunque a molto se non si stima anche quanto grande debba essere l’area disponibile per la popolazione in esame. La *minima area dinamica* (MDA) costituisce la minima superficie di territorio necessaria per mantenere la MVP. Il suo calcolo si basa sulla stima dell’home range, cioè dell’area necessaria per lo svolgi-

32. Shafer M.L., “Minimum population sizes for species conservation”, *BioScience*, 31, pp. 131-134, 1981.

33. Franklin I.R., “Evolutionary change in small populations”, in Soulé M.E. e Wilcox B.A. (a cura di), *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*, pp. 135-149, Sinauer, Sunderland (Mass.) 1980.

34. Sulla base delle categorie fissate dall’Iucn, valide a livello internazionale, un taxon si definisce *estinto* solo quando è certo che sia morto l’ultimo individuo. *Estinto in natura* è invece un taxon non più presente in natura nel suo habitat, ma solo in cattività, in coltivazioni o in areali diversi da quello originario. Un taxon *gravemente minacciato* è esposto ad altissimo rischio di estinzione nel futuro immediato ed ha una popolazione inferiore ai 50 individui. *Minacciate* sono invece i taxa ad alto rischio di estinzione nel prossimo futuro e le loro popolazioni contano non più di 250 individui. Infine *vulnerabili* vengono definiti i taxa ad alto rischio di estinzione nel medio-lungo termine, con popolazioni che contano meno di 1000 individui.

mento delle funzioni vitali (alimentazione, riproduzione, riposo, cura della prole...) degli individui. Ad esempio Noss e Cooperrider³⁵ hanno stimato che una popolazione di 50 individui di grizzly necessita di un territorio di 49.000 chilometri quadrati, mentre per 1000 individui la MDA giunge a 2.420.000 chilometri quadrati.

La minima popolazione vitale e la minima area dinamica sono indicatori utili al fine di comprendere i limiti entro cui debba essere costruito un intervento di conservazione che voglia avere successo. Tuttavia non costituiscono le informazioni basilari sufficienti a preparare un'azione conservativa. Prima di attuare qualsiasi intervento è indispensabile attuare l'*analisi di vitalità delle popolazioni* (PVA, Population Viability Analysis). Si tratta di uno studio complesso e multifattoriale che a partire dall'analisi dell'andamento della popolazione nel tempo e delle mutazioni climatiche ed ambientali si pone l'obiettivo di valutare la probabilità che ha una popolazione di mantenersi vitale. Il fine è quello di fornirsi di un quadro ampio e sistemico di informazioni che possa rappresentare l'interrelazione dinamica tra popolazione ed ambiente. Viene presa in considerazione la storia naturale del sito, le risorse in esso disponibili e le loro variazioni nel tempo, così come la storia naturale della popolazione, il suo andamento demografico e le relative analisi genetiche. Soltanto grazie alle PVA è stato possibile salvare diverse specie in pericolo, come ad esempio l'elefante africano (*Loxodonta africana*), e impostare adeguati programmi di conservazione, come ad esempio è stato fatto per il cercocebo dal barretto (*Cercocebus galeritus galeritus*), e per specie vegetali come l'*Euphorbia clavicola*.

Con questi strumenti di studio, affiancati da diversi sistemi di monitoraggio (inventari, campionamenti, indagini demografiche...), i ricercatori raccolgono le informazioni necessarie per valutare la modalità di intervento più adeguata. Se il numero di individui è considerato sufficiente a garantire alte probabilità di mantenimento della popolazione nel tempo si opterà per scelte di tutela. La protezione delle popolazioni può attuarsi sia direttamente, evitando ad esempio l'ipersfruttamento, che indirettamente, proteggendo ad esempio il territorio o le risorse fondamentali per la popolazione minacciata. Nel caso in cui, invece, la popolazione è numericamente al di sotto delle soglie riconosciute come minime, si opterà per scelte orientate alla costituzione di nuove popolazioni. La *reintroduzione* è una tecnica che prevede il rilascio di individui in un'area in cui la popolazione si è estinta. In questo modo, utilizzando l'habitat originario la nuova popo-

35. Noss R.F., Cooperrider A.Y., *Saving Nature's Legacy: Protecting and Restoring Biodiversity*, Island Press, Washington, 1994.

lazione ha maggiori probabilità di stabilirsi, di mantenersi e di accrescersi con il tempo. A titolo di esempio ricordiamo la reintroduzione del lupo grigio nel Parco Nazionale di Yellowstone attivata nel 1995 e quella del grifone nel Parco dei Nebrodi in Sicilia di recente avvio. Con l'*introduzione* invece si immettono individui in un'area nuova, mai abitata dalla popolazione in oggetto, ma che presenta delle caratteristiche simili all'habitat originario. Si opta per questo genere di intervento solo nei casi in cui gli habitat originari non siano più disponibili. Un'altra tecnica utilizzata è quella del *ripopolamento*. Si tratta di incrementare una popolazione in declino direttamente nell'habitat ove essa è stabilita. È molto utile nei casi in cui il vortice di estinzione sia già attivo, quando cioè vi siano prove di un impoverimento genetico. Nel caso di popolazioni vegetali solitamente si attuano interventi di *ripristino* ambientale. Anche in questo ambito le tecniche possono riguardare interventi di reintroduzione, introduzione e ripopolamento. Spesso gli interventi sulle popolazioni di vegetali richiedono lavori preliminari sui siti di piantumazione. Infatti la preparazione del sito può far aumentare notevolmente le probabilità di successo. Il rischio insito negli interventi di ripristino ambientale riguarda soprattutto l'introduzione. Spesso vengono introdotte specie che col tempo finiscono con il danneggiare l'ecosistema. Per evitare un tale rischio è opportuno testare preventivamente gli effetti che l'introduzione di una specie può comportare in un determinato ecosistema ed andrebbero comunque escluse le specie invasive e quelle esotiche.

Gli interventi di conservazione possono essere attuati anche al di fuori degli habitat naturali. Le tecniche di conservazione *ex situ* rappresentano degli strumenti complementari a quelli realizzati *in situ*. Infatti l'obiettivo della conservazione *ex situ* non consiste nel mantenere le popolazioni artificialmente senza limiti di tempo, ma mira a costituire gruppi di individui in grado di affrontare la reintroduzione in natura. Zoo, acquari, giardini botanici e banche di semi costituiscono gli strumenti fondamentali della conservazione *ex situ*. Globalmente circa 3000 specie di anfibi, rettili, uccelli e mammiferi sono mantenuti fuori dai loro habitat naturali. I giardini botanici custodiscono il 30% della flora mondiale con un totale di 80.000 specie³⁶. Svolgono un'importante funzione nel campo della ricerca scientifica e costituiscono degli importanti strumenti di educazione ambientale. Le banche dei semi mirano a conservare la variabilità genetica delle specie vegetali. Raccogliendo enormi quantità di semi, portatori di diversi codici genetici, costituiscono l'estremo baluardo della conservazione dei vegetali.

36. Primack R., op. cit., 2003, p. 255.

6. La conservazione a livello di ecosistemi

Per tutelare intere biocenosi ed ecosistemi è necessario intervenire a livello territoriale. Ciò è possibile tramite l'istituzione di aree protette e la loro adeguata gestione, nonché attraverso politiche di pianificazione territoriale che prevedano un'integrazione sostenibile tra attività umane e ambiente.

L'istituzione di aree protette può avvenire grazie ad azioni normative o tramite acquisizioni di terreni da parte di privati, associazioni, fondazioni o enti pubblici. Rappresenta uno degli strumenti principali della conservazione a livello di ecosistemi, anche se non è ritenuto sufficiente per garantire la tutela delle biocenosi. Senza un'efficiente gestione ed adeguati strumenti tecnici e finanziari l'area protetta rischia di configurarsi come un mero atto normativo privo di reale ricaduta sul territorio. L'istituzione costituisce comunque un primo fondamentale passo verso la preservazioni degli habitat.

Come abbiamo visto, attualmente risulta protetto un territorio complessivo di 18,8 milioni di chilometri quadrati, pari al 12,65% della superficie terrestre. Il sistema di classificazione internazionale è stato impostato dall'Iucn sulla base dei diversi livelli di uso del territorio da parte dell'uomo. Prevede sei differenti categorie, di cui soltanto le prime tre potrebbero a rigore essere riconosciute come vere e proprie aree protette poiché sono le sole a porre la finalità della conservazione come prioritaria³⁷.

1. Riserve naturali integrali e aree incontaminate – la protezione integrale indica che lo scopo è quello di eliminare le interferenze umane poiché la priorità viene conferita alla tutela della biodiversità. Vengono permesse intromissioni umane solo per fini scientifici o educativi.
2. Parchi nazionali – anche in questo caso lo scopo prioritario è la tutela ambientale e la conservazione degli ecosistemi. Si tratta di estesi territori che spesso presentano una notevole diversità di habitat. Il livello di protezione non è integrale: sono consentite oltre alle attività di ricerca ed educazione, anche quelle turistiche-ricreative. Non è permesso il prelievo di risorse a fini commerciali.
3. Monumenti naturali – aree protette poco estese, istituite per la protezione di singole specie o per particolari emergenze geologiche, paesaggistiche o culturali ritenute di grande pregio.
4. Riserve a gestione attiva di specie e habitat e riserve naturali – la finalità è sempre quella della conservazione della biodiversità ma è consentito il prelievo di risorse entro limiti definiti.

37. Iucn, *Guidelines for Protected Area Management Categories*, Iucn, Gland, Switzerland, 1994.

5. Paesaggi terrestri e marini protetti – lo scopo della tutela è garantire il perdurare della relazione uomo/ambiente, che in tali aree non ha condotto a forme di degrado eccessivo. Il rapporto tradizionale, a volte millenario, dell'uomo con il territorio consente di conservare le caratteristiche specifiche dell'area.
6. Aree per la gestione delle risorse – lo scopo prioritario non è la conservazione della biodiversità, bensì lo sfruttamento delle risorse naturali. Le modalità di prelievo delle risorse devono rispondere a criteri di sostenibilità e garantire il mantenimento degli ecosistemi.

Le categorie Iucn nonostante siano riconosciute a livello internazionale e svolgano un importante ruolo nell'ambito della ricerca internazionale sul management delle aree protette, non rappresentano tuttavia una classificazione obbligatoria nelle varie realtà nazionali. Le normative ambientali nazionali disciplinano in modi differenti il tema delle aree protette. In Italia è la legge quadro 394/1991 che classifica le diverse tipologie di aree protette.

1. Parchi Nazionali.
2. Aree Naturali Marine Protette e Riserve Naturali Marine.
3. Riserve Naturali Statali.
4. Altre Aree Naturali Protette Nazionali.
5. Parchi Naturali Regionali.
6. Riserve Naturali Regionali.
7. Altre Aree Naturali Protette Regionali.

Attualmente 23 sono i parchi nazionali, 24 le aree marine protette, 146 le riserve statali, 3 le altre aree naturali protette nazionali, 105 i parchi regionali, 335 le riserve regionali e 141 le altre aree protette regionali. Complessivamente più del 10% del territorio nazionale risulta protetto. Secondo il Wwf l'Italia non ha nulla da invidiare ai partners europei per la quantità di aree protette istituite, si colloca tra i paesi che ne hanno create di più. Molti paesaggi sono stati sottratti al degrado e molte specie, come il lupo, l'orso, la lontra e lo stambecco, sono state salvate dal pericolo dell'estinzione. Sono 15 milioni i visitatori che annualmente si recano presso le Aapp italiane, che in questo modo contribuiscono a diffondere la sensibilità ambientale tra i cittadini. Degno di nota è anche l'indotto economico generato dalle Aapp. Secondo la Federparchi il giro di affari legato alla gestione ed alla valorizzazione delle Aapp si aggira intorno al miliardo di euro e impiega 80.000 persone. Purtroppo non tutto è roseo nel sistema italiano delle Aapp. Le più gravi criticità riguardano la non rappresentatività della varietà ambientale del paese, l'eccessiva soggettività nei criteri di

scelta dei siti, la mancanza di strumenti di gestione e di valutazione, personale e risorse economiche non adeguati. Molti parchi nazionali sono privi di presidente o sono commissariati, e a volte i presidenti che vengono nominati non hanno curricula adeguati. Le nomine nel sistema Aapp italiano sono spesso e volentieri frutto di spartizioni politiche che niente hanno a che vedere con l'obiettivo di rendere efficienti gli enti di gestione.

L'Italia non è comunque l'unica nazione del mondo che vede soffrire la propria rete di Aapp. Gli stessi Stati Uniti d'America stanno incontrando sempre maggiori ostacoli nel tentativo di gestire adeguatamente il sistema di parchi nazionali. Il National Park Service si trova attualmente in serie difficoltà a causa delle drastiche riduzioni di finanziamenti che sono state registrate negli ultimi anni. Nel numero di ottobre del 2006 il National Geographic ha pubblicato un articolo intitolato *Usa Parchi Nazionali in pericolo*, in cui Lynne Warren individua i processi che attualmente stanno mettendo in crisi i parchi nazionali statunitensi. Secondo l'analista del National Geographic l'origine dei problemi va rintracciata nelle ristrettezze finanziarie e nella limitatezza dell'organico. Queste condizioni contestuali non permetterebbero ai grandi parchi americani di affrontare adeguatamente la minaccia del traffico e dell'urbanizzazione incontrollata, dell'invasione delle specie aliene e del deterioramento delle infrastrutture.

Anche in altre aree del pianeta la situazione dei grandi parchi nazionali non è propriamente felice. Conflitti con le popolazioni locali, mancanza di adeguati strumenti di controllo e sorveglianza, tentativi di speculazione finanziaria mettono continuamente a repentaglio la sicurezza dei grandi parchi nazionali. Le aree protette del pianeta possono aiutare nel perseguimento degli obiettivi della conservazione solo se i decisori politici orientano le loro scelte verso modelli gestionali efficaci.

I modelli di gestione sono molto cambiati rispetto al passato. Fino al 1970 si è assistito ad una gestione tecnocratica ed isolante, che non teneva conto delle comunità locali. Successivamente ci sono stati dei cambiamenti radicali nel modo di intendere il management ambientale che hanno portato alla visione di oggi che conferisce una grande importanza alle comunità locali. Oggi la sfida consiste nel dare la gestione alle comunità locali, o quanto meno nel coinvolgerle il più possibile. Dopo il 1982, anno in cui si è tenuto il III Congresso Mondiale delle Aree Protette a Bali, si affermano nuovi principi di gestione che sottolineano l'importanza strategica per le Aapp dei seguenti elementi:

1. Sviluppo sostenibile.
2. Risorse genetiche.
3. Società tradizionali.
4. Pianificazione ambientale.

5. Sviluppo economico – fonti di risorse naturali.
6. Cambiamenti globali.
7. Il network: da isole a reti.

Nel 2003, al V Congresso Mondiale delle Aree Protette, sono stati sottolineati i benefici oltre i confini che forniscono le aree protette. Basti pensare alle riserve di acqua presenti nelle aree protette sparse per il mondo ed all'enorme patrimonio genetico che custodiscono, e che rappresenta la più vasta sorgente di medicinali per l'umanità. I paradigmi della gestione delle aree protette alla luce del V congresso sono diventati:

1. Reti e conservazione.
2. Gestione in comune.
3. Sostegno alle Aapp.
4. Formazione, addestramento, conoscenza e capacità.
5. Aree Protette Marine.
6. Efficacia di gestione e parametri di valutazione.
7. Risorse finanziarie.

Il modello di gestione attualmente più affermato mette in rilievo l'importanza dell'approccio adattativo. I piani di gestione devono essere sottoposti a verifiche periodiche e possono essere modificati nella direzione di un miglioramento continuo dell'efficacia e della qualità degli interventi. Il management deve adattarsi ai processi di cambiamento che interessano il territorio e soprattutto deve tenere conto di tutto il sistema di cui l'area protetta fa parte. Il nuovo approccio, divenuto adattativo ed olistico, emerge dalla coscienza della complessità e della dinamicità della rete della vita. Si è passati così da un modello gestionale che poneva al centro la tutela ad un nuovo modello più complesso, basato su una visione globale. Il concetto di parco è legato alla tutela, intesa rigidamente come conservazione. La stessa origine etimologica della parola "parco" ci riporta a "recinto di pietra". Tuttavia non si può proteggere la natura soltanto con dei cartelli di divieti. In realtà la missione più importante dei parchi dopo la conservazione è l'educazione. Per anni il rapporto uomo-natura è consistito in un prelievo incondizionato da parte dell'uomo ai danni della natura, oggi attraverso lo stimolo dell'emozione e della bellezza si deve andare verso un rapporto basato sulla responsabilità. Lo strumento dell'educazione può giocare un grande ruolo in questa auspicabile conversione.

Secondo Grumbine³⁸, "l'ecosystem management inserisce la conoscenza scientifica delle relazioni ecologiche in un sistema socio-politico ed etico

38. Grumbine, E.R., "8", 1994, pp. 27-38.

complesso, avendo come scopo generale la preservazione dell'integrità degli ecosistemi locali a lungo termine". Il modello di gestione delle aree protette non può più limitarsi a considerare i fattori interni al sistema che si vuole proteggere, ma deve necessariamente tenere conto della più complessa ed ampia rete di sistemi ad esso correlati. L'obiettivo prioritario della conservazione non deve comunque essere dimenticato. Questo rischio è sempre più diffuso e reale. In molti casi si assiste ad una "eccessiva apertura" verso la valorizzazione economica delle risorse delle Aapp e si parla addirittura di sistemi di autofinanziamento. Come se le Aapp dovessero abbracciare le strategie gestionali proprie delle aziende economiche. I rendimenti economici e la creazione di utili non sempre si sposano con gli obiettivi della conservazione. Per questa ragione rimane centrale il ruolo della politica nella rete mondiale delle Aapp. I "luoghi" della governance internazionale e nazionale devono provvedere ad un adeguato sostegno finanziario pubblico, altrimenti la tutela della natura rimarrà un obiettivo irraggiungibile.

Parte seconda

La scienza della sostenibilità

5. La sostenibilità dello sviluppo

How we can live well within the means of one planet? This is the main research question of the 21st century.

Mathis Wackernagel

1. La nascita della coscienza ambientale

Entriamo ora nell'interessante quanto complesso campo della scienza della sostenibilità. La difficoltà maggiore che si incontra nell'affrontare la scienza della sostenibilità è l'interdisciplinarietà integrale della sua struttura. Essa infatti sorge su una "convergenza transdisciplinare di riflessioni e ricerche derivanti da discipline diverse"¹. L'obiettivo della *Sustainability Science* è di indagare sulle interrelazioni dinamiche che connettono i sistemi naturali con quelli sociali ed economici e di individuare gli strumenti e le strategie adeguate alla loro corretta gestione. Questa scienza è estremamente giovane: è nata dalle preoccupazioni generate dai profondi squilibri ambientali, sociali ed economici che stanno caratterizzando l'era odierna.

La sua nascita non è stata per nulla semplice, al contrario numerosi sono stati gli ostacoli ed i tentativi tesi a bloccare lo sviluppo. A tal proposito l'ecologo Gerald Marten racconta che negli anni Cinquanta e Sessanta alcuni ecologi provarono a mettere in guardia l'opinione pubblica rispetto ai rischi dell'esplosione demografica e del deterioramento dell'ambiente. Ma la maggior parte della gente, i funzionari di governo e molti potenti uomini d'affari non volevano credere all'esistenza di rischi reali, nonostante l'evidenza dei fatti. Vi era un'incondizionata fiducia nel progresso assicurato dalla scienza, dalla tecnologia e dal libero mercato. Le denunce ambientali venivano considerate come banali espressioni di estremismo.

1. Bologna G., op. cit., 2005, p. 143.

Ci sono voluti diversi decenni, costellati da una serie continua di disastri ecologici, perché si riconoscesse l'oggettività dei problemi ambientali. Questi decenni rappresentano un ritardo che ha avuto un grande peso sulla relazione tra sistema sociale e biosfera².

Oggi gli analisti sono concordi nel ritenere che un tale ritardo graverà in modo molto rilevante sui costi da affrontare e che lederà soprattutto il benessere delle future generazioni.

Molti studiosi hanno contribuito, più o meno direttamente, a diffondere nel mondo la coscienza dell'entità del problema ambientale. Scienziati come Alexander von Humboldt, Charles Darwin, Ernst Haeckel e Vladimir Vernadskij hanno dato un eccezionale contributo dimostrando la fondamentale unità della natura basata sull'interdipendenza dei fenomeni e l'importanza della relazione tra comunità ed ambiente. Spostando in avanti i confini della scienza hanno facilitato la diffusione della coscienza ambientale.

Ma il primo studioso che ha denunciato direttamente l'attività distruttrice che l'uomo perpetra nei confronti della natura è stato George Perkins Marsh (1801-1882). Nel 1864 viene pubblicata la sua opera *Man and Nature*, suscitando grande scalpore. Il testo di questo diplomatico, viaggiatore e geografo, innamorato della natura, sorprende per la sua attualità e la sua incisività. Descrive un'umanità che devasta spensieratamente la Terra, dimenticando che gli è stata concessa soltanto perché ne tragga frutto ma non la esaurisca. L'azione distruttrice dell'uomo è tale da sovvertire l'equilibrio fra le creazioni organiche ed inorganiche della natura. E questa reagisce vendicandosi dello sfruttamento subito, scatenando le sue forze tenute fino allora in freno dalle comunità organiche, le migliori alleate dell'uomo. Così la Terra diviene rapidamente una dimora non più adeguata per il suo più nobile abitante al punto da far temere la depravazione, le barbarie, e forse anche la distruzione della specie³.

Era ancora troppo presto perché la comunità internazionale si scuotesse dal suo torpore. Inoltre a quei tempi l'istruzione era davvero troppo poco diffusa per garantire la diffusione capillare delle idee e delle riflessioni contenute nel testo di Marsh. Sarà merito di una biologa, 100 anni più tardi, riuscire a colpire la sensibilità dell'opinione pubblica mondiale sul delicato tema del rapporto tra uomo e natura. *Primavera silenziosa*, il celebre libro di Rachel Carson, segna la nascita dell'ambientalismo internazionale. Pubblicato nel 1962 è un lucido atto d'accusa sull'industrializzazione delle

2. Marten G.G., op. cit., 2001.

3. Cifr. Marsh G.P., *L'uomo e la natura ossia la superficie terrestre modificata per opera dell'uomo*, Giunti Barbera, Firenze, 1872. Ristampa a cura di Fabienne O. Vallino, FrancoAngeli, 1988.

campagne ed una documentata denuncia del degrado ambientale causato dalla diffusione dei pesticidi. La Carson illustra anche i gravi pericoli che corre la nostra salute di fronte ai prodotti della chimica. Il libro ha un effetto devastante, viene tradotto in 15 lingue e diviene un grande successo editoriale. Da quel momento in poi l'ambientalismo si evolve in un articolato movimento internazionale ed incomincia a pressare sui governi affinché vengano intraprese strategie di gestione adeguate. Bisogna leggere un brano del libro della Carson per rendersi conto di come la denuncia di una biologa abbia potuto fare storia: "Per la prima volta nella storia del mondo, oggi ogni essere umano è sottoposto al contatto di pericolose sostanze chimiche, dall'istante del concepimento fino alla morte. Gli antiparassitari sintetici, in meno di vent'anni di impiego si sono così diffusi nell'intero mondo animato e inanimato che ormai esistono dappertutto. Sono stati ritrovati nella maggior parte delle principali reti fluviali e anche nei corsi d'acqua sotterranei. Residui di tali prodotti permangono sul terreno anche una dozzina di anni dopo l'irrorazione. Sono penetrati nel corpo dei pesci, degli uccelli, dei rettili e degli animali domestici e selvatici e vi si trattenono in tale misura che gli scienziati, quando effettuano i loro esperimenti su di essi, constatano la quasi impossibilità di trovare soggetti immuni. Sono stati riscontrati nei pesci di remoti laghi montani, nei lombrichi rintanati sotto il suolo, nelle uova degli uccelli e nell'uomo stesso giacché si sono accumulati anche nella maggior parte di noi, senza distinzione di età. Si trovano nel latte materno e, probabilmente, nei tessuti dei nascituri. Tutto ciò è una conseguenza del sorgere improvviso e del prodigioso sviluppo di un'industria che produce sostanze chimiche sintetiche, cioè fabbricate dall'uomo, dotate di proprietà insetticide. (...) Ci troviamo oggi di fronte ad un bivio: (...) la via percorsa finora ci sembra facile, in apparenza: si tratta di una bellissima autostrada, sulla quale possiamo procedere a elevata velocità ma che conduce ad un disastro. L'altra strada – che raramente ci dedichiamo ad imboccare – offre l'ultima e unica probabilità di raggiungere una meta che ci consenta di conservare l'integrità della terra. Spetta dunque a noi decidere"⁴.

La Carson mette così il mondo di fronte ad una scelta difficile. Gli studi e le riflessioni che seguono a quella storica pubblicazione mettono in luce che il problema riguarda essenzialmente lo sviluppo e la crescita economica. Sono queste infatti le principali cause del degrado dell'ambiente naturale, unitamente alla crescita demografica mondiale. Così mentre nascono le più prestigiose associazioni ambientaliste internazionali si apre un importante dibattito sullo sviluppo.

4. Carson R., *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston, 1962 (ed. it., *Primavera silenziosa*, Feltrinelli, Milano, 1963, p. 35, 282).

Prima di *Primavera Silenziosa* esistevano già prestigiose associazioni per la difesa della natura come la British Ecological Society (1913), l'Ecological Society of America (1915), l'International Council for Bird Preservation (1922), l'International Union for Conservation of Nature (1948) e il World Wildlife Fund (1961). Ma dopo l'uscita del libro della Carson molte altre ne nascono (come ad esempio Greenpeace (1971) e Friends of the Earth(1969)).

2. Sostenibilità: storia internazionale di un'idea

2.1. I limiti della crescita

Il 6 e 7 aprile 1967 presso l'Accademia dei Lincei, con la sponsorizzazione della Fondazione Agnelli si svolge il primo incontro informale del Club di Roma che prese il nome dalla località in cui si svolse l'incontro, al quale parteciparono eminenti figure del mondo della scienza, della cultura, delle imprese e delle istituzioni. Nel gennaio del 1970 il Club di Roma si costituisce formalmente.

Negli anni '70 – nell'indifferenza generale e con l'ostilità dei media collegati o alle dipendenze delle multinazionali del petrolio- rapporti e analisi concordavano nell'indicare la drasticità e globalità dei provvedimenti da assumere per evitare gli effetti catastrofici del modello economico sviluppatista. Tra tutti, quello che ebbe maggiore risonanza fu il *World Dynamics*, commissionato per indagare cause e conseguenze a lungo termine della crescita di cinque grandezze (popolazione, capitale industriale, produzione di alimenti, consumo di risorse naturali, inquinamento) dal Club di Roma al Massachusetts Institute of Technology (MIT) sulla base del rapporto Forrester della fine degli anni '60, sui "limiti dello sviluppo" in cui si indicava come la crescita quantitativa e illimitata fosse in contrasto con l'ambiente e la specie umana. Le curve a campana della modellistica di Jay Forrester, descrivono l'andamento nel tempo delle risorse naturali, quali, energia, derrate alimentari, incremento demografico e inquinamento, quando uno solo di questi parametri era fuori controllo, segnavano con la loro intersezione con l'asse temporale la fine certa del sistema.

Il Club di Roma nasce per volere dell'economista e dirigente industriale Aurelio Peccei e annovera tra i propri componenti scienziati, pensatori, educatori e imprenditori di tutto il mondo, che si dedicano allo studio e alla riflessione sui rapporti tra economia, ambiente e società. Il primo rapporto, curato dal System Dynamics Group del Massachusetts Institute of Technology (MIT) diretto da Donella e Dennis Meadows, analizza le cause e le conseguenze a lungo termine dell'attuale paradigma di crescita econo-

mica, attraverso un modello che considera alcuni fattori interagenti, come la crescita della popolazione, il capitale industriale, la produzione di alimenti, il consumo di risorse, le emissioni inquinanti, e proiettandone nel futuro la loro possibile azione in un tempo compreso tra il 1900 e il 2100. Gli autori del rapporto sottolineano la necessità di superare l'attuale modello di crescita economica, il cui indice di misura è il Pil, per giungere ad un modello di equilibrio globale fra tutti i fattori che determinano la qualità della vita. Si giunge ad un'insanabile scissione tra i due concetti di crescita e sviluppo, che da questo momento non potranno più essere utilizzati come sinonimi. Infatti, il primo si riferisce ad un aumento puramente quantitativo degli indicatori economici, il secondo riguarda l'evoluzione di un organismo complesso, con particolare attenzione alla dimensione qualitativa su cui si fonda il concetto stesso di evoluzione. Per crescita economica si intende infatti l'incremento del prodotto interno lordo, che misura la produzione di beni e servizi valutati ai prezzi di mercato. Il termine sviluppo si utilizza, invece, per inserire nel processo di crescita una serie di categorie non strettamente economiche, ma legate ad aspetti sociali, come la possibilità di accedere ad un'istruzione qualificata. In tal senso, il concetto di sviluppo non appare più legato esclusivamente all'aumento del reddito ma anche e soprattutto ad una serie di variabili sociali.

Alla base delle considerazioni effettuate nel rapporto del Club di Roma vi è il riconoscimento della limitatezza delle risorse energetiche e il conseguente problema legato al dissennato sfruttamento delle risorse naturali all'interno del sistema socio-economico dell'occidente industrializzato. In particolare, l'attenzione si posa sulle cosiddette risorse non rinnovabili (carbone, petrolio, uranio), che in una dimensione di semplice crescita sarebbero condannate ad un più o meno rapido esaurimento, con la conseguenza che le generazioni future si troverebbero di fronte all'impossibilità di seguire il nostro modello di sviluppo.

A tutto questo si accompagna un'altra considerazione non meno importante, connessa alle emissioni nocive rilasciate nell'ambiente dalla produzione di energia attraverso l'uso e la trasformazione delle risorse non rinnovabili. Da qui l'esigenza di incentivare la ricerca e l'utilizzo di risorse rinnovabili e di tecnologie eco-compatibili.

Al di là delle critiche che sono giunte al modello adottato dal Club di Roma e dei suoi limiti evidenti, resta la validità e l'attualità del messaggio lanciato, riconfermato e rafforzato dalla rivisitazione del rapporto, compiuta venti anni dopo da tre studiosi dell'originario gruppo MIT, Donella e Dennis Meadows e Jorgen Randers. Le conclusioni di tale rapporto sono confermate dagli studi condotti dal gruppo di lavoro di Lester Brown del Worldwatch Institute, che annualmente pubblica lo *State of the World*, un rapporto sulle condizioni del Pianeta con i contributi di diverse discipline.

Tali conclusioni possono così riassumersi:

- l'uso delle risorse essenziali e l'inquinamento prodotto dagli attuali sistemi industriali hanno superato i tassi fisicamente sostenibili. Se i flussi di energia e di materiali rimarranno invariati alle quantità attuali, nei prossimi decenni si assisterà ad un crollo della produzione industriale, dei consumi energetici e della produzione di alimenti pro capite;
- questo crollo può essere evitato limitando la crescita della popolazione e dei consumi materiali e aumentando l'efficienza con cui materiali e energia vengono utilizzati. A ciò è possibile giungere tramite una rivisitazione delle politiche e degli stili di vita su cui si basa la nostra società;
- una società sostenibile è possibile e desiderabile, tanto dal punto di vista tecnico che economico.

A livello internazionale, all'indomani della pubblicazione del rapporto del Club di Roma, inizia a diffondersi la consapevolezza che le risorse naturali della Terra devono essere protette attraverso pianificazioni strategiche e che la natura ha un ruolo fondamentale nell'economia. Si fa strada l'affermazione dei principi di libertà, uguaglianza e diritto di tutti ad adeguate condizioni di vita.

3. La Conferenza di Stoccolma 1972

Nel 1972 a Stoccolma si tiene la prima Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente Umano a cui partecipano 113 nazioni e in cui viene redatto un Piano d'azione contenente con 109 raccomandazioni e una Dichiarazione recante 26 principi su diritti e responsabilità dell'uomo in riferimento all'ambiente.

In particolare, viene posto l'accento sui temi relativi alla libertà, all'uguaglianza e al diritto ad adeguate condizioni di vita. Inoltre, si stabilisce che le risorse naturali devono essere protette, preservate, opportunamente razionalizzate per il beneficio delle generazioni future. La conservazione della natura deve avere un ruolo importante all'interno dei processi legislativi e economici degli Stati.

Viene costituito l'Unep, un organismo dell'Onu con il compito di sensibilizzare, promuovere e indirizzare le politiche ambientali delle varie agenzie delle Nazioni Unite e dei vari governi, nonché le azioni delle comunità scientifiche e economiche e delle associazioni ambientaliste.

La Dichiarazione sull'Ambiente Umano indica agli Stati quale strategia, quella che "per un'amministrazione più razionale delle risorse e per migliorare l'ambiente gli Stati dovranno adottare, nel pianificare lo sviluppo,

misure integrate e coordinate in modo da assicurare che tale sviluppo sia compatibile con la necessità di proteggere e migliorare la qualità della vita a beneficio delle popolazioni". A tal fine "la ricerca scientifica e lo sviluppo, visti nel contesto dei problemi ecologici nazionali o multinazionali, devono essere incoraggiati in tutti i paesi, specialmente in quelli in via di sviluppo".

La Conferenza di Stoccolma rappresenta un primo tentativo globale di indirizzo per le politiche ambientali condivise. Il tentativo di raggiungere un accordo su una regolamentazione ambientale a livello globale, si infranse per la divisione tra Nord e Sud del mondo e il mito dello sviluppo creato dai primi per gli altri.

Le nuove emergenze ambientali poste sul tavolo di Stoccolma, con le emissioni inquinanti al primo posto, rifletteva più il punto di vista occidentale sulla crisi ambientale soprattutto perché venivano trascurati i problemi del Sud del mondo quali l'erosione del suolo, la desertificazione, e l'approvvigionamento d'acqua. Al punto che i governi del Terzo mondo si dichiaravano indisponibili a pagare i costi delle emissioni della CO₂ di cui ritenevano principali responsabili i paesi industrializzati.

Nelle dichiarazioni conclusive si giunse all'inclusione delle problematiche ambientali sostenute dai paesi in via di sviluppo, ma, si lasciò senza soluzione la questione centrale, e cioè, come assicurare una crescita economica rispettosa dell'ecosistema Terra.

Dopo Stoccolma il dibattito internazionale sull'ambiente sembrò prendere in maggiore considerazione le legittime aspirazioni dei paesi del Sud a migliori condizioni di esistenza, che in quel momento si identificavano con l'aspirazione allo sviluppo così come definito dai paesi ricchi del Nord. Nell'ottobre dello stesso anno, si tenne a Cocoyoc (Messico) un incontro promosso dall'Unep e dall'UNCTAD che si proponeva di analizzare i problemi ambientali dalla prospettiva del Terzo mondo, e particolarmente delle popolazioni povere del Terzo Mondo. L'incontro si concluse con una Dichiarazione (Cocoyoc Declaration) che sottolineava il problema dell'inequiva distribuzione delle risorse, affermava la priorità dei bisogni umani fondamentali e sollecitava una ridefinizione degli obiettivi dello sviluppo e degli stili di vita.

All'inizio degli anni ottanta, con l'ascesa del neoliberismo economico, l'obiettivo della crescita economica ricevette nuova enfasi e i problemi ambientali vennero riformulati in una nuova chiave: non si trattava più di limitare l'impatto ambientale dello sviluppo, quanto di prevenire gli effetti negativi che a lungo termine il degrado ambientale avrebbe potuto avere sullo sviluppo. In altri termini, se le risorse che costituiscono la base stessa dello sviluppo fossero andate velocemente incontro ad esaurimento o dete-

rioramento, entro un certo numero di anni non sarebbe stato possibile mantenere gli stessi livelli di produzione e di consumo, anzi si sarebbe andati incontro ad un sicuro declino. Di conseguenza, come ottenere il più alto tasso di sviluppo per il tempo più lungo possibile divenne il problema principale. Le ricette classiche avevano mostrato i loro punti deboli e l'idea stessa di sviluppo sembrava sempre più debole e vuota.

4. La Strategia Mondiale della Conservazione e le convenzioni internazionali

Qualche anno più tardi nel 1980 viene compiuto un ulteriore passo a livello internazionale nel campo dell'elaborazione di politiche di armonizzazione tra sviluppo e ambiente con la *World Conservation Strategy*⁵ elaborata da Iucn, Unep e Wwf. Si tratta di un documento di orientamento politico che indica gli strumenti per l'integrazione delle necessità di conservazione dei sistemi naturali con quelle di sviluppo socio-economico. La *Strategia Mondiale della Conservazione* risponde ad una contrapposizione molto diffusa e sentita in quegli anni tra fautori dello sviluppo e sostenitori della conservazione e alla contestuale esigenza di rintracciare una strada comune. Proprio in apertura del Rapporto viene esplicitamente dichiarata l'esigenza di giungere ad una integrazione tra conservazione e sviluppo, "perché se non si adotteranno modelli di sviluppo che conservino le risorse viventi sarà impossibile far fronte ai bisogni di oggi senza necessariamente precludere quelli di domani. (...) La conservazione e lo sviluppo sono stati associati così raramente che talvolta appaiono – o sono spesso rappresentati – come due processi incompatibili. In realtà non sono incompatibili a meno che lo sviluppo non sia inteso in senso razionale e duraturo. I conservazionisti stessi hanno contribuito – loro malgrado – alla diffusione di questa erronea concezione. Troppo spesso sono stati visti quali oppositori di ogni tipo di sviluppo (...). Il risultato non è stato quello di fermare lo sviluppo, ma di persuadere molti fautori dello sviluppo, specialmente nei paesi meno avanzati, che la conservazione non solo non è importante, ma addirittura dannosa e antisociale. Di conseguenza lo sviluppo irrazionale è proseguito indisturbato nonostante il ruolo dei conservazionisti, covando in sé i germi del fallimento futuro e del danno ecologico che la conservazione avrebbe potuto impedire".

Per quel che concerne la conservazione la *Strategia* punta essenzialmente su tre obiettivi prioritari:

5. Iucn, Unep, Wwf, *World Conservation Strategy of the Living Natural Resources for a Sustainable Development*, Iucn, Gland, 1980.

1. mantenere i processi ecologici essenziali e i sistemi che sostengono gli equilibri naturali necessari alla vita dai quali dipendono lo sviluppo e la stessa sopravvivenza dell'uomo;
2. salvaguardare la diversità genetica, dalla quale dipende il funzionamento di gran parte dei processi e dei sistemi sopra menzionati;
3. assicurare l'utilizzo razionale delle specie e degli ecosistemi di cui vivono milioni di comunità rurali nonché le principali industrie.

Un altro importante documento sulla necessità di porre rimedio al degrado ambientale viene pubblicato nel 1980. Si tratta di *Global 2000*, il celebre Rapporto al Presidente Usa Jimmy Carter. Commissionato ad una serie di illustri studiosi da parte del Consiglio per la qualità ambientale del Dipartimento di Stato, il Rapporto analizza la situazione ambientale su scala globale ed afferma la necessità di porvi rimedio: "Se continueranno le tendenze attuali, il mondo del 2000 sarà più popolato, più inquinato, meno stabile ecologicamente e più vulnerabile alla distruzione rispetto al mondo in cui ora viviamo. Le gravi difficoltà che riguardano popolazione, risorse e ambiente progrediscono visibilmente. Nonostante la maggiore produzione materiale, sotto molti aspetti la popolazione mondiale in futuro sarà più povera di adesso. Per centinaia di milioni di persone disperatamente povere, le prospettive di disponibilità di cibo e di altre necessità vitali non miglioreranno.

Per molti anzi peggioreranno. Salvo progressi rivoluzionari nella tecnologia, la vita per la maggior parte delle persone sulla Terra sarà più precaria nel 2000 di adesso – a meno che le nazioni mondiali agiscano in maniera decisiva per modificare l'andamento attuale"⁶.

Il *Global 2000* avrebbe potuto avere un peso politico internazionale notevole, dal momento che gli Stati Uniti d'America rappresentano la nazione leader tra paesi industrializzati della Terra. Carter però non fu riconfermato alla Casa Bianca, dove si insediò Ronald Reagan, che invertì completamente la strategia politica nazionale su questi temi.

Pochi anni dopo, nel 1984, il Worldwatch Institute, istituto di ricerca di fama internazionale, fondato e presieduto dal celebre economista Lester Brown, pubblica il suo primo rapporto sullo stato del pianeta. *State of the World. A Worldwatch Institute Report on Progress Toward Sustainable Society* sarà il primo di una serie annuale di pubblicazioni ricche di dati, di riflessioni e di spunti fondamentali per lo sviluppo della cosiddetta "scienza della sostenibilità". Oggi i rapporti del Worldwatch Institute sono tra-

6. Council on Environmental Quality, *The Global 2000 Report to the President*, United States Department of State, 1980.

dotti in 30 lingue e rappresentano un punto di riferimento basilare per quanti si occupano di sviluppo sostenibile.

Tra gli anni '70 e gli '80 si verificano i più gravi disastri ambientali mai registrati nella storia dell'umanità. L'inquinamento di diossina a causa dell'incidente industriale di Seveso (1976), il disastro dell'Amoco Cadiz e le dispersioni di radioattività dall'impianto nucleare di Three Mile Island (1978), la collisione di petroliere al largo del Golfo del Messico (1979); la strage per avvelenamento chimico dovuta all'esplosione dello stabilimento della Union Carbide in Bhopal (1984), la sciagura di Chernobyl (1986), la contaminazione del Reno a causa della fuga di sostanze tossiche in Basilea (1986). La comunità internazionale non può più rimanere ferma di fronte ad eventi di tale portata e gravità. Sono necessari provvedimenti urgenti e le più importanti istituzioni mondiali non possono più esimersi dal prendere delle posizioni sul delicato rapporto tra sviluppo ed ambiente.

Iucn, Unep e Wwf continuano la loro collaborazione al fine di elaborare adeguati scenari di sviluppo sostenibile e a dieci anni dalla *World Conservation Strategy*, pubblicano la Strategia per un vivere sostenibile dal titolo *Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living*⁷. L'obiettivo è quello di valutare i risultati conseguiti e di rintracciare nuovi e più efficaci strumenti per il cambiamento. Il piano di applicazione dello sviluppo sostenibile viene allargato all'intera sfera della vita civile e sociale. "Vivere in modo sostenibile deve essere il principio guida per l'intera popolazione mondiale, ma non sarà mai così finché centinaia di milioni di persone non avranno abbastanza o addirittura nemmeno il minimo per vivere. Perché sia possibile pensare al benessere delle generazioni future e alle altre specie abbiamo bisogno di un tipo di sviluppo che possa migliorare rapidamente la qualità della vita dei più svantaggiati". Due sono gli strumenti considerati prioritari per il raggiungimento di una conversione dello sviluppo verso la sostenibilità: l'arresto della crescita demografica e la sua stabilizzazione, ed ove possibile, la riduzione del livello di consumo di risorse naturali da parte dei paesi industrializzati. Iucn, Unep e Wwf esprimono la convinzione che esistano strumenti per operare tali scelte senza con ciò ridurre la qualità della vita, e indicano nove principi basilari per il cambiamento:

1. Rispettare e aver cura di tutte le forme di vita.
2. Migliorare la qualità della vita.
3. Conservare la forza vitale e la diversità biologica della Terra.

7. Iucn, Unep e Wwf, *Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living*, Gland, 1991 (ed. it., *Prendersi cura della Terra. Strategia per un vivere sostenibile*, Wwf Italia, Roma, 1991).

4. Ridurre al minimo lo sfruttamento delle risorse non rinnovabili.
5. Rimanere nei limiti delle capacità di carico della Terra.
6. Cambiare atteggiamenti e attitudini personali.
7. Consentire alle comunità di avere cura del proprio ambiente.
8. Prevedere un quadro di riferimento nazionale per l'integrazione di sviluppo e conservazione.
9. Creare un'alleanza mondiale.

Nell'arco dei decenni appena trattenuti la comunità internazionale ha anche conseguito una serie di importantissimi accordi multilaterali con lo scopo di tutelare le risorse naturali e i diritti fondamentali dell'uomo. Elenchiamo le più note ed importanti convenzioni internazionali, in quanto esse costituiscono le basi di un quadro normativo internazionale su ambiente, salute e diritti umani. Il diritto ambientale internazionale ha ancora molta strada da percorrere prima di raggiungere un'impostazione integrata e di superare le incoerenze che lo oppongono al diritto commerciale internazionale. La sua importanza è comunque fondamentale nel quadro della governance delle sfide della sostenibilità.

Convenzioni internazionali per la tutela dell'ambiente:

1. Convenzione di Washington sulla regolamentazione della caccia alle balene, 1946.
2. Convenzioni sulla sicurezza e sulla tutela dei mari – Bruxelles, 1969 (inquinamento da idrocarburi) – Londra, 1972 (scarico di rifiuti ed altre sostanze) – Londra, 1973 (inquinamento generato da navi).
3. Convenzione di Ramsar sulla tutela delle zone umide, 1971.
4. Convenzione sulla conservazione del patrimonio culturale e naturale, Parigi, 1972, Unesco.
5. Convenzione sul commercio internazionale di specie animali e vegetali selvatiche in pericolo di estinzione (CITES, *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) – Washington, 1973.
6. Convenzione di Bonn sulla protezione delle specie migratrici, 1979.
7. Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero, 1979.
8. Convenzione di Montego Bay sui diritti del mare, 1982.
9. Convenzione per la Protezione dello Strato di Ozono, Vienna, 1985.
10. Convenzione di Basilea sui rifiuti pericolosi, il loro trasporto e il loro smaltimento, 1989.
11. Convenzione sulla valutazione di impatto ambientale in contesto transfrontaliero, 1991.

12. Convenzione sugli effetti transfrontalieri degli incidenti industriali, 1992.
13. Convenzione Quadro dell'Onu sui Cambiamenti Climatici, 1992 Protocollo di Kyoto, 1997.

Convenzioni Internazionali per i diritti umani:

1. Dichiarazione universale dei diritti umani, 1948.
2. Convenzione sull'eliminazione di tutte le forme di discriminazione, 1979.
3. Convenzioni sui diritti dell'infanzia, 1990.

Convenzioni internazionali su temi ambientali (dal 1998):

1. Il protocollo di Montreal sulla prevenzione dei rischi biotecnologici (2000) – integra la convenzione di Cartagena (1992) sulla biodiversità biologica.
2. La convenzione di Rotterdam sul commercio internazionale di prodotti chimici e pesticidi pericolosi, 1998.
3. La convenzione di Aarhus sull'accesso all'informazione e la partecipazione, 1998.
4. La convenzione di Stoccolma sugli inquinanti organici persistenti (Pops), 2001.
5. Dichiarazione di Roma sulla sicurezza alimentare, 2002.

Convenzioni internazionali sui diritti umani (dal 1995):

1. Dichiarazione di Copenhagen sullo sviluppo sociale, 1995.
2. Dichiarazione di Istanbul sugli insediamenti umani, 1996.
3. Dichiarazione del Millennio, Nazioni Unite, 2000.

5. Il Rapporto Brundtland

Nel 1983 l'Organizzazione delle Nazioni Unite istituisce la Commissione Mondiale per lo Sviluppo e l'Ambiente, presieduta dalla signora Gro H. Brundtland. Nel 1987 viene presentato il report *Our Common Future*.

Nella prima parte del rapporto, relativa alle *preoccupazioni comuni*, si afferma che “la sostenibilità richiede una considerazione dei bisogni e del benessere umani tale da comprendere variabili non economiche come l'istruzione e la salute, valide di per sé, l'acqua e l'aria pulite e la protezione delle bellezze naturali”.

Si pongono pertanto delle sfide collettive che richiedono che “nella pianificazione e nei processi decisionali di governi e industrie” siano “inserite considerazioni relative a risorse e ambiente, in modo da permettere una continua riduzione della parte che energie e risorse hanno nella crescita, incrementando l’efficienza nell’uso delle seconde, incoraggiandone la riduzione e il riciclaggio dei rifiuti”.

Gli Stati sono chiamati ad intraprendere degli sforzi comuni, in quanto “la protezione ambientale e lo sviluppo sostenibile devono diventare parte integrante dei mandati di tutti gli enti governativi, organizzazioni internazionali e grandi istituzioni del settore privato; a essi va attribuita la responsabilità di garantire che le loro politiche, programmi e bilanci favoriscano e sostengano attività economicamente e ecologicamente accettabili a breve e a lungo termine”.

Il Rapporto Brundtland propone ventidue nuovi principi per il raggiungimento dello sviluppo sostenibile e raccomanda che questi principi vengano incorporati nelle leggi nazionali, in convenzioni internazionali e diritti sopranazionali.

Le politiche dovrebbero essere guidate da otto obiettivi interdipendenti:

- una ridefinizione della crescita economica;
- il miglioramento della qualità della crescita, tramite scelte giuste e equilibrate dal punto di vista sociale e ambientale, con particolare riguardo alle esigenze di occupazione, cibo, energia, acqua, sanità e igiene pubblica;
- la conservazione e il miglioramento delle risorse naturali;
- la stabilizzazione dei livelli di occupazione;
- il riorientamento della tecnologia e una migliore gestione del rischio;
- l’integrazione di obiettivi riguardanti l’ambiente e l’economia nei processi di decisione, la ristrutturazione delle relazioni economiche internazionali il rafforzamento della cooperazione internazionale.

Il concetto di sviluppo sostenibile, era stato formulato nei primi anni settanta nella World Conservation Strategy (WCS) dell’Unione Internazionale per la Conservazione della Natura e delle Risorse Naturali e nel primo Rapporto del Club di Roma, *Limits to Growth*, era poi apparso nel 1980 nel *Global 2000 Report to the President*, ma fu in seguito alla pubblicazione del Rapporto Brundtland che acquisì il rilievo internazionale.

Our Common Future, fornì finalmente lo strumento concettuale per inaugurare una fase dello sviluppo che riconciliasse la crescita economica e le problematiche ambientali. Brundtland, sostiene che il concetto di sviluppo sostenibile implica dei limiti, non limiti assoluti ma quelli imposti dal presente stato dell’organizzazione tecnologica e sociale nell’uso delle

risorse ambientali e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane. Si riconosce, in particolare, la necessità di stabilire criteri economici diversi da quelli tradizionali, tenendo conto dei costi ambientali, con la finalità di creare una forma di sviluppo che rispetti la qualità dell'ambiente, mantenendone la produttività nel lungo periodo. Per questo motivo, tra i parametri da utilizzare per misurare lo sviluppo devono essere inclusi anche gli indicatori: controllo della salute, disponibilità di cibo, possibilità di accesso all'istruzione, qualità delle acque, qualità dell'abitazione, uso di tecnologie compatibili, rispetto dei diritti umani, e così via, includendo quegli aspetti sociali significativi nel valutare la qualità della vita. Di conseguenza, lo sviluppo sostenibile non è semplicemente tutela ambientale, ma anche una strategia globale tale da garantire giustizia e opportunità per tutti senza distruggere le risorse naturali del pianeta e le sue capacità di carico.

Lo sviluppo sostenibile di Brundtland si fondava sul concetto di solidarietà intergenerazionale, sull'idea cioè che l'utilizzo attuale delle risorse debba essere tale da non comprometterne l'utilizzo futuro da parte delle nuove generazioni.

5.1. *Beyond the Limits*

Dopo vent'anni dalla comparsa del libro *The Limits to Growth*, gli stessi autori pubblicarono, indipendentemente dal Club di Roma, un secondo studio. Durante i due decenni di critiche, non smisero di approfondire le loro ricerche e di portare avanti la loro sfida. Così nel 1992 fu pubblicato *Beyond the Limits*, di nuovo infelicemente tradotto in italiano *Oltre i limiti dello sviluppo*.

Nel loro secondo libro, gli autori confermano il messaggio lanciato vent'anni prima e sollecitano una risposta ancora più decisa da parte di governi, imprenditori e semplici cittadini. Essi ribadiscono che non si trattava di previsioni ma solo di molteplici scenari possibili, la cui serietà e validità rimane ancora più viva che mai e per nulla trascurabile. Sottolineano, inoltre, che i dati numerici da loro inclusi nel modello sono i migliori che fosse possibile trovare, pur sapendo che alcuni di essi presentano un largo margine d'incertezza. Per questo, analizzando i risultati forniti da Mondo 3, bisogna mettere in conto di trovarsi di fronte a delle semplificazioni. Nonostante ciò, le interconnessioni indicate in Mondo 3 sono realistiche e determinano il comportamento di fondo del modello globale.

Se analizziamo i flussi dei consumi nel nostro pianeta, ci accorgiamo facilmente che una minima parte dell'umanità consuma la maggior parte delle risorse energetiche, naturali e delle materie prime. Questa umanità coin-

cide con gli abitanti dei paesi più industrializzati. Basta un semplice esempio per dare l'idea del fenomeno: gli Usa, con poco di più del 4% della popolazione mondiale, utilizzano il 24% di tutta l'energia prodotta, l'India, con il 16% della popolazione, utilizza solo il 2% dell'energia. I paesi industrializzati, con 1/4 della popolazione mondiale, consumano i 4/5 dell'energia consumata in tutto il pianeta.

6. La Conferenza di Rio de Janeiro 1992

Sulla base del rapporto Brundtland ventenni dopo la Conferenza di Stoccolma dal 3 al 14 giugno del 1992, grazie all'organizzazione dall'UN-CED, si incontrarono i capi di Governo di tutto il mondo all'*Earth summit* di Rio de Janeiro. I paesi che nel 1992 partecipano a Rio de Janeiro, si impegnano ad elaborare un progetto universale per costruire uno sviluppo sostenibile. I governi aderenti riconoscono che i problemi ambientali devono essere affrontati in maniera universale e che le soluzioni devono coinvolgere tutti gli Stati. Vengono approvate tre dichiarazioni di principi e firmate due convenzioni globali.

Inoltre, nasce la Commissione per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (CSD) con il compito di elaborare indirizzi politici per la realizzazione di un modello sostenibile di sviluppo e promuovere il dialogo e la costruzione di partneriati tra governi e gruppi sociali.

Al Vertice della Terra di Rio de Janeiro, i rappresentanti dei governi sottoscrivono due convenzioni e tre dichiarazioni di principi:

- l'Agenda 21, il Programma d'Azione per il XXI secolo, pone lo sviluppo sostenibile come una finalità da perseguire per tutti i popoli del mondo;
- la Dichiarazione dei principi per la gestione sostenibile delle foreste che sancisce il diritto degli Stati di utilizzare le foreste secondo i propri bisogni, senza comprometterne la conservazione;
- la Convenzione quadro sui cambiamenti climatici, cui seguirà la Convenzione sulla Desertificazione, stabilisce obblighi di carattere generale per contenere e stabilizzare la produzione di gas che provocano l'effetto serra;
- la Convenzione quadro sulla biodiversità, con l'obiettivo di tutelare le specie nei loro habitat naturali, con particolare riguardo a quelle in via di estinzione;
- la Dichiarazione di Rio su Ambiente e Sviluppo, definisce in ventisette principi diritti e responsabilità delle nazioni nei riguardi dello sviluppo sostenibile.

Agenda 21 è composta di quaranta capitoli che affrontano tutti i campi nei quali è necessario assicurare l'integrazione tra ambiente e sviluppo. Per raggiungere lo sviluppo sostenibile il documento sottolinea con forza le seguenti necessità:

- integrazione delle considerazioni ambientali in tutte le strutture dei governi centrali e in tutti i livelli di governo per assicurare coerenza tra le politiche settoriali;
- sistema di pianificazione, di controllo e gestione per sostenere tale integrazione incoraggiamento della partecipazione pubblica e dei soggetti coinvolti, che richiede una piena possibilità di accesso alle informazioni.

I principi stabiliti dalla Dichiarazione di Rio pongono l'accento sul legame tra protezione ambientale e sviluppo, sulla necessità di sradicare la povertà e di tenere conto delle necessità dei paesi in via di sviluppo; la necessità di eliminare modelli di produzione e consumo non sostenibili, di aumentare la *capacity-building*, e di promuovere un sistema economico internazionale aperto che sia di supporto allo sviluppo sostenibile.

Tra gli obiettivi dell'Earth Summit vi era la ratifica di due importanti trattati: la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici e la Convenzione sulla Diversità Biologica. La prima mirava a ridurre le emissioni in atmosfera di biossido di carbonio e altri gas (ossidi di azoto, metano e clorofluorocarburi) ritenuti responsabili del riscaldamento dell'atmosfera (il cosiddetto effetto serra) e quindi del cambiamento climatico. Il riscontro scientifico di un progressivo riscaldamento dell'atmosfera aveva condotto già nel 1979 alla prima Conferenza Mondiale sul Clima. Negli anni ottanta, ulteriori ricerche avevano confermato la natura antropica dei cambiamenti climatici e nel 1988 la Conferenza di Toronto, The Changing Atmosphere, aveva prodotto una dichiarazione che sollecitava tutti i paesi sviluppati a ridurre entro il 2005 le loro emissioni di CO₂ del 20% rispetto i livelli del 1987. Dopo la seconda Conferenza Mondiale sul Clima del 1990, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite istituì la Commissione Internazionale di Negoziazione sul Cambiamento Climatico, per la preparazione di una Convenzione Quadro sul Clima che si sarebbe dovuta ratificare a Rio. Anche in questo contesto emersero i divergenti interessi sullo scacchiere internazionale, con molti paesi industrializzati che sostenevano la necessità di adottare misure di tutela ambientale economicamente convenienti e i paesi del Sud che li richiamavano al principio di responsabilità storica. Ai paesi industrializzati, responsabili del 80% del biossido di carbonio accumulato in atmosfera, fu richiesto di implementare politiche che fissassero le loro emissioni ai livelli registrati nel 1990. Naturalmente, sia la maggior parte dei paesi industrializzati che i paesi produttori di pe-

torio si opposero a tale prospettiva. Alla fine, sebbene i dodici paesi della Comunità Europea si fossero impegnati unilateralmente a ridurre le emissioni ai livelli del 1990 entro il 2000, l'opposizione degli Stati Uniti fece naufragare gli sforzi per fissare termini di tempo vincolanti e l'ultimo negoziato intergovernativo prima della conferenza si chiuse con un accordo non vincolante in direzione della riduzione delle emissioni di CO₂ e altri gas responsabili dell'effetto serra ai livelli del 1990. La divergenza di interessi fu tale che in alcune parti il testo finale della Convenzione rimase ambiguo, lasciato aperto a successive interpretazioni da parte della Conferenza delle Parti. Ciò nonostante, il testo sottolineava l'importanza della protezione del sistema climatico sia per le presenti che per le future generazioni e affermava che ci dovesse essere equità tra Nord e Sud nell'intraprendere azioni in questa direzione. Tale equità doveva riflettere le responsabilità storiche e il grado di sviluppo di ciascuna nazione. Alla fine del Summit, ben 153 paesi avevano ratificato la Convenzione che entrò in vigore nel 1994.

La Convenzione sulla diversità biologica è stata firmata nel corso della Conferenza delle Nazioni Unite (il 14 giugno 1992) e approvata dall'Assemblea federale il 28 settembre 1994. Nel Preambolo si legge che la conservazione della biodiversità persegue l'obiettivo di "anticipare, prevenire e attaccare alla fonte le cause di significativa riduzione o perdita della diversità biologica in considerazione del suo valore intrinseco e dei suoi valori ecologici, genetici, sociali, economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi e estetici. Promuovere la cooperazione internazionale, regionale e mondiale tra gli Stati e le organizzazioni intergovernative e non governative". La conservazione della diversità biologica è considerata una preoccupazione comune dell'umanità. Gli Stati hanno diritti sovrani sulle loro risorse biologiche, e sono responsabili della conservazione della loro diversità biologica e dell'utilizzazione durevole delle loro risorse biologiche.

A fronte di una generale insufficienza di informazioni e di cognizioni concernenti la diversità biologica, si pone la necessità di sviluppare con urgenza i mezzi scientifici, tecnici e istituzionali atti a fornire il know how di base necessario all'elaborazione di misure appropriate e alla loro attuazione.

6.1. *L'Agenda 21*

Il principale prodotto della conferenza, e quello che avrebbe avuto maggiore eco nel decennio successivo, fu il Piano per l'Azione, Agenda 21, una guida per l'implementazione nazionale delle politiche ambientali negoziate al Summit. Il nome, Agenda 21, derivava dal primo incontro della

PrepCom, tenutosi a Nairobi, dove Maurice Strong, Segretario Generale della Conferenza, aveva proposto di preparare un documento (inizialmente si ipotizzava l'emanazione della Carta della Terra) che illustrasse come rendere il pianeta sostenibile entro l'inizio del ventunesimo secolo. Quando la conferenza ebbe inizio, Agenda 21 già consisteva di quaranta capitoli e di circa seicento pagine.

Agenda 21 è dunque un documento imponente che affronta un gran numero di questioni, proponendo le azioni da intraprendere in relazione a ciascuna di esse e le attività e i mezzi per implementare queste ultime. I temi chiave possono essere individuati nella riattualizzazione della ricetta "crescita con sostenibilità"; nell'enfasi su condizioni di vita sostenibili (sustainable living), che comprende le questioni della povertà, della salute, della crescita della popolazione; i problemi connessi all'urbanizzazione, in particolare la povertà urbana, l'approvvigionamento di acqua, lo smaltimento dei rifiuti e l'inquinamento; l'uso efficiente delle risorse; la tutela delle risorse comuni a livello globale o regionale come gli oceani e l'atmosfera; e infine la partecipazione e la responsabilità dei cittadini. Comunque, la copertura delle diverse questioni rimane piuttosto generale riflettendo la preoccupazione di conciliare i punti di vista divergenti che erano stati espressi al Summit.

Alcuni di questi punti – quelli che pur richiamando ad una partnership globale riconoscevano le pesanti responsabilità dei paesi sviluppati nel degrado ambientale – incontrarono l'opposizione di quanti temevano che tale carico di responsabilità ricadesse su di loro. La delegazione degli Stati Uniti, ad esempio, rilasciò una "dichiarazione interpretativa" (interpretative statement) con cui a tutti gli effetti si dissociava dalla sostanza di alcuni principi e rigettò ogni interpretazione del settimo principio, che potesse suggerire qualche forma di responsabilità internazionale.

La conferenza ha avviato un percorso verso la cooperazione tra gli Stati per rafforzare le loro "capacità istituzionali endogene per lo sviluppo sostenibile, migliorando la comprensione scientifica, mediante scambi di conoscenze scientifiche e tecnologiche" (Principio n. 9 della Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo). Si afferma che "il modo migliore di trattare le questioni ambientali è quello di assicurare la partecipazione di tutti i cittadini interessati, ai diversi livelli. [...] Gli Stati faciliteranno e incoraggeranno la sensibilizzazione e la partecipazione del pubblico rendendo ampiamente disponibili le informazioni" (Principio n. 10 della Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo) e inoltre "la creatività, gli ideali e il coraggio dei giovani di tutto il mondo devono essere mobilitati per forgiare una partnership globale idonea a garantire uno sviluppo sostenibile e assicurare a ciascuno un futuro migliore" (Principio n. 21 della Dichiarazione di Rio sull'Ambiente e lo Sviluppo).

Dai documenti elaborati in tale sede emerge l'integrazione tra l'ambiente quale dimensione essenziale dello sviluppo economico e le responsabilità tra le generazioni nell'uso delle risorse naturali. Lo sviluppo sostenibile viene indicato come una scelta da intraprendere per attuare un modello di crescita più sostenibile sul piano economico e sociale.

7. Il Vertice di Johannesburg 2002

Nel 2001 la Conferenza di Johannesburg è preceduta da tre importanti vertici mondiali, a Doha, nel Qatar, si svolge il Vertice dell'Organizzazione Mondiale del Commercio (WTO), che approva la cosiddetta Dichiarazione Ministeriale, con il consenso dei 144 Stati che aderiscono all'Organizzazione, tra cui la Cina (appena entrata). Nel WTO vengono affrontate le seguenti questioni:

- agricoltura, in cui si pone l'obiettivo di una graduale eliminazione dei sussidi alle esportazioni agricole;
- ambiente, in cui si riafferma l'obiettivo di intraprendere un processo di sviluppo sostenibile e viene riproposto il *principio di precauzione*, per cui viene limitata l'importazione di prodotti che potrebbero risultare nocivi, anche nel caso in cui manchi la prova scientifica della loro pericolosità;
- lavoro, in cui sono ribaditi gli standard minimi internazionalmente riconosciuti che individuano le condizioni per un lavoro dignitoso;
- farmaci, in cui è stata raggiunta un'intesa sui *farmaci salvavita*, in caso di emergenza sanitaria i paesi in via di sviluppo potranno acquistare da paesi terzi i medicinali indispensabili per curare l'Aids, la malaria, la tubercolosi e altre malattie, senza dover pagare i diritti di brevetto.

La Conferenza Internazionale per il Finanziamento dello Sviluppo che si svolge a Monterrey, in Messico (18-22 marzo 2002), è organizzata dalle Nazioni Unite per risolvere le questioni finanziarie legate alle principali problematiche dello sviluppo. Nella conferenza, l'Unione Europea si è impegnata a stanziare 7 miliardi di dollari e gli Stati Uniti 5 miliardi entro il 2006. Le risorse stanziare dagli Stati aderenti, dovranno servire per: combattere l'AIDS, garantire l'istruzione primaria in tutto il mondo e dimezzare entro il 2015 le persone che vivono in povertà.

Vengono identificate sei aree fondamentali in cui tali risorse dovranno essere distribuite:

1. mobilitazione delle risorse finanziarie nazionali;
2. mobilitazione degli investimenti diretti dall'estero e di altri flussi;

3. commercio internazionale;
4. assistenza allo sviluppo;
5. cancellazione del debito;
6. sistemi monetari, finanziari e commerciali.

Nel Vertice Mondiale Fao sull'Alimentazione che si svolge a Roma (10-13 giugno 2002), i rappresentanti di 182 governi hanno assunto l'impegno di ridurre della metà il numero delle persone malnutrite nel mondo entro il 2015. La necessità di creare un'alleanza internazionale tra governi, organizzazioni internazionali, organizzazioni della società civile e settore privato, al fine di rafforzare i loro impegni nella lotta contro la fame nel mondo, viene approvata come Dichiarazione finale del vertice.

Nei mesi di agosto e settembre del 2002, si svolge a Johannesburg, su iniziativa dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite un Summit, che ha visto la partecipazione dei Capi di Governo e di Stato, con lo scopo di rilanciare a 10 anni dal *Earth summit* di Rio de Janeiro l'impegno globale per uno sviluppo sostenibile. Alla Conferenza di Johannesburg prendevano parte: oltre 100 Capi di Stato e di Governo, 22.000 delegati, 10.000 in rappresentanza di governi ed organizzazioni internazionali, 8.000 del mondo dell'impresa, del lavoro e delle associazioni non governative, alla presenza di 4.000 giornalisti.

Nei mesi precedenti al summit si sono svolte quattro riunioni preparatorie – PrepCom – in cui emergevano quali temi prioritari: l'attuazione dei principi di Rio; la Globalizzazione; l'eliminazione della povertà; i modelli di produzione e di consumo sostenibili; la gestione delle risorse naturali; l'agricoltura e sicurezza alimentare; l'energia; l'acqua potabile e servizi igienici; l'insediamenti umani sostenibili; la salute; lo sviluppo umano; il finanziamento dello sviluppo sostenibile; il trasferimento di tecnologie e potenziamento delle capacità; la *governance*/Struttura per lo sviluppo sostenibile; i processi decisionali ed esigenze informative. I principali *outcomes* sono stati: *La Dichiarazione politica sullo sviluppo sostenibile*; *Il Piano di attuazione*; *Partnership* fra governi e altri portatori di interesse, incluse imprese o associazioni non governative.

Alla fine del Vertice, molte questioni su cui non si realizza un accordo vengono rinviate: "La Commissione per lo Sviluppo sostenibile, nell'ambito del più generale compito di rivedere e promuovere l'implementazione dell'Agenda 21 dopo Johannesburg, servirà quale *focal point* per la discussione delle partnership che promuovono lo sviluppo sostenibile, incluse la condivisione delle esperienze acquisite, i progressi fatti e le migliori pratiche".

La Dichiarazione politica e il Piano di attuazione (Jpoi) che sono stati approvati risentono delle divisioni che hanno caratterizzato il vertice. Il te-

sto della Dichiarazione politica si limita ad un richiamo ai precedenti vertici di Stoccolma (1972) e di Rio (1992), confermando le decisioni di Rio in materia di sviluppo sostenibile. Vengono riaffermati gli impegni assunti in quell'occasione, come poi sviluppato al primo punto del Piano di attuazione, e l'intenzione di lavorare per lo sviluppo sostenibile. Per quanto concerne il Piano di attuazione, ne introduce pochi di nuovi, rifacendosi spesso ai target della Dichiarazione del Millennio. Durante il percorso negoziale alcuni obiettivi sono andati perduti o si sono indeboliti trasformandosi in *impegni* senza una tempistica specifica.

6. Quale sostenibilità

1. Verso una definizione

Molta strada è stata percorsa dalla prima definizione di sviluppo sostenibile fornita nel 1987 dalla *Commissione Brundtland*. Ripercorrerla aiuta a comprendere meglio il significato di una parola che spesso e volentieri è stata interpretata in modo non univoco. La genericità delle prime definizioni di sostenibilità ha permesso a molti politici e decisori di utilizzare il concetto di sostenibilità per sostenere processi che avevano ben poco di sostenibile. Torna quindi utile chiarire a fondo il significato e le varie accezioni di questo concetto fondamentale per il futuro del pianeta.

Apparentemente il concetto di sostenibilità è molto semplice: la parola stessa deriva dal verbo “sostenere” che significa “mantenere il peso di”, *supportare, mantenere*. È abbastanza intuitivo dedurre che essere sostenibili voglia dire essere capaci di vivere entro le capacità di carico del sistema di cui si fa parte, in altre parole: non giungere con il proprio peso (consumi e relativi rifiuti) a rompere gli equilibri dinamici che sostengono la vita.

“In realtà – come nota Bologna – ciò che è difficilissimo chiarire, per mancanza oggettiva di nostre conoscenze e per concreta complessità dei meccanismi di funzionamento dei sistemi naturali, è proprio la certezza che una nostra attività, una nostra azione, un nostro intervento, possa essere adeguatamente sostenuto dal sistema naturale su cui interviene.

La sostenibilità non è e non può essere mai una certezza a priori, anche perché il termine – che si riferisce a una potenzialità che esercita i suoi effetti nel futuro – richiama la necessità di una obbligatoria verifica in corso d’opera”¹.

Queste parole illuminanti di Gianfranco Bologna ci indicano la strada per la comprensione del concetto di sostenibilità. Ci sono due livelli: il pri-

1. Bologna G., op. cit., 2005, p. 85.

mo è abbastanza semplice e riguarda una generica definizione di ciò che è e ciò che non è sostenibile; il secondo è molto complesso perché richiede la misurazione del livello entro cui un'azione o un oggetto possono essere considerati sostenibili. Il primo livello verrà affrontato in questo paragrafo, il secondo in quello relativo agli indicatori e agli strumenti per la sostenibilità.

Per comprendere il primo livello della questione è necessario rivolgere l'attenzione alla teoria dei sistemi, alla termodinamica ed all'economia ecologica. Gli scienziati sono concordi nel ritenere che la Terra è un sistema chiuso, capace di scambiare energia con l'esterno, ma non materia. Gli organismi viventi sono invece sistemi complessi aperti, che scambiano con l'esterno sia energia che materia. Sono inoltre sistemi a bassa entropia, nel senso che sono in grado di limitare le loro naturali perdite di energia importando entropia negativa dall'esterno. Abbiamo visto che ciò si esplica in campo ecologico nel ciclo alimentare. Consumando risorse che preleviamo dall'ambiente siamo in grado di limitare le nostre perdite energetiche. Ora, se anche la Terra fosse un sistema aperto, capace di importare entropia negativa, capace di fagocitare per esempio altri pianeti, l'umanità non avrebbe alcun problema. Potrebbe continuare a consumare senza limiti tutte le risorse, in quanto la Terra le rimpiazzerebbe continuamente a scapito di altri pianeti. Ma il problema è che, fuori dal gioco di immaginazione, le cose non stanno per niente così. La Terra è un sistema chiuso, le sue risorse e la sua superficie sono limitate. Si rinnovano in parte e secondo dei tassi specifici. Se il prelievo di risorse a scapito della Terra è superiore alle sue capacità rigenerative, il bilancio ambientale sarà negativo. E il guaio è che il deficit ecologico comporta il degrado delle risorse naturali.

La vera condizione dell'uomo sulla Terra è magistralmente espressa dalla metafora dell'astronave. Dobbiamo all'economista Boulding questa chiarificatrice ed azzeccata immagine. Egli paragona il modello di sviluppo non sostenibile alla filosofia del cow boy, che, disponendo di enormi spazi da colonizzare, vive nella convinzione che le risorse siano illimitate. In realtà la situazione dell'uomo è molto più simile a quella dell'astronauta, che deve fare attenzione a gestire bene le sue risorse, tenendo conto delle dimensioni della stiva della sua astronave: "la terra è diventata una singola astronave, senza alcuna risorsa illimitata, sia per l'utilizzo che per l'inquinamento, e nella quale, così, l'uomo deve trovare il suo posto; in un'economia ciclica critica, che è capace di riprodurre le condizioni per il proprio funzionamento grazie all'input di energia solare"².

Rimanendo nell'ambito della metafora di Boulding, l'astronauta-uomo deve sapere quante risorse può prelevare dalla stiva della sua astronave

2. Boulding K.E., *Beyond Economics. Essays on Society, Religion and Ethics*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, 1968, pp. 275-287.

senza rischiare di rimanerne un giorno privo. Per valutare la quantità di risorse prelevabili da un sistema senza intaccarne le capacità autogenerative e il generale mantenimento è necessario conoscerne la capacità di carico. La carrying capacity si definisce in ecologia come il numero di individui in una popolazione che un habitat è in grado di sostenere attraverso le proprie risorse. Questo concetto applicato allo studio del sistema Terra-uomo comporta che si debba tenere in considerazione non solo il numero di individui che costituiscono l'umanità, ma anche il loro stile di vita, il livello dei loro consumi, la quantità di rifiuti prodotti, il generale flusso di energia e materia generato dall'insieme delle loro produzioni. Un punto di riferimento per la risoluzione di questa questione è stato elaborato dall'ecologo Paul Ehrlich³. La sua equazione dell'impatto mira a misurare l'ampiezza dell'impatto antropico. I (impatto) è uguale al prodotto di P (popolazione), A (affluenza) e T (tecnologia). Per limitare l'impatto, alla luce dell'equazione di Ehrlich, è necessario fermare la crescita della popolazione, ridurre i livelli di consumo e migliorare l'efficienza tecnologica.

Attualmente la specie umana si appropria di una notevole fetta della produttività primaria della Terra, cioè di quanto viene prodotto in termini di biomassa dai sistemi naturali tramite il processo della fotosintesi. Secondo le ricerche di Matson, di Vitousek e dei coniugi Ehrlich l'umanità sottrae direttamente il 4% della produzione primaria netta della terraferma e il 2% di quella prodotta dagli oceani. Ma l'azione di trasformazione degli ambienti naturali che si accompagna al semplice prelievo di risorse fa diminuire la produttività complessiva degli ecosistemi. Considerando il prelievo indiretto dovuto al degrado ambientale gli ecologi di cui sopra hanno calcolato che il 40% della produzione primaria netta potenziale del pianeta e il 25% di quella totale è utilizzato in qualche modo dall'uomo⁴.

Per avvicinarci alla comprensione della capacità di carico totale del sistema Terra può essere d'aiuto la metafora che utilizza Daly nel suo testo *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile*⁵. Se la Terra fosse una nave, il livello più alto di capacità di carico che potrebbe sostenere sarebbe misurato dalla cosiddetta "linea di Plimsoll", termine nautico che in-

3. Ehrlich P.R., Holdren J., "The Impact of Population Growth", *Science*, 1971, 171, pp. 1212-17; Ehrlich P.R., Ehrlich A.H., *The population Explosion*, Simon & Shuster, New York, 1990 (ed. it., *Un pianeta non basta*, Franco Muzzio Editore, Padova, 1991); Ehrlich P.R., Ehrlich A.H., *Per salvare il pianeta*, Franco Muzzio Editore, Padova, 1992.

4. Vitousek P.M., Ehrlich P.R., Ehrlich A.H., Mateson P.A., "Human Appropriation of the Products of Photosynthesis", *Bioscience*, 1986, 36; 368-73; Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenko J., Melillo J.M., "Human domination of Earth's Ecosystems", *Science*, 1997, 277; 494-499.

5. Daly H., *Beyond Growth*, Beacon Press, Boston, 1996 (ed. it., *Oltre la crescita*, Edizioni di Comunità, Torino, 2001).

dica la linea di galleggiamento a pieno carico. Se la nave venisse caricata in modo non ottimale, e quindi il peso del carico non venisse distribuito in modo equo sull'intera sua superficie, la "linea di Plimsoll" verrebbe raggiunta più velocemente. Superare la linea di galleggiamento significherebbe affondare e questo è quello che lo sviluppo sostenibile vorrebbe evitare.

Secondo Daly i principi da seguire affinché si possa garantire la sicurezza della "navigazione", sono i seguenti:

1. L'impatto antropico sui sistemi naturali non deve superare la capacità di carico dei sistemi stessi.
2. Il progresso tecnologico per lo sviluppo sostenibile deve mirare all'incremento dell'efficienza e non all'aumento del flusso di energia e materie prime utilizzate nel processo produttivo.
3. I tassi di utilizzo dei sistemi naturali non devono eccedere i tassi di rigenerazione degli stessi.
4. Le emissioni degli scarti non devono eccedere la capacità assimilativa dei sistemi naturali.
5. Le risorse non rinnovabili non dovrebbero essere utilizzate se non a un tasso equivalente alla creazione di sostituti rinnovabili⁶.

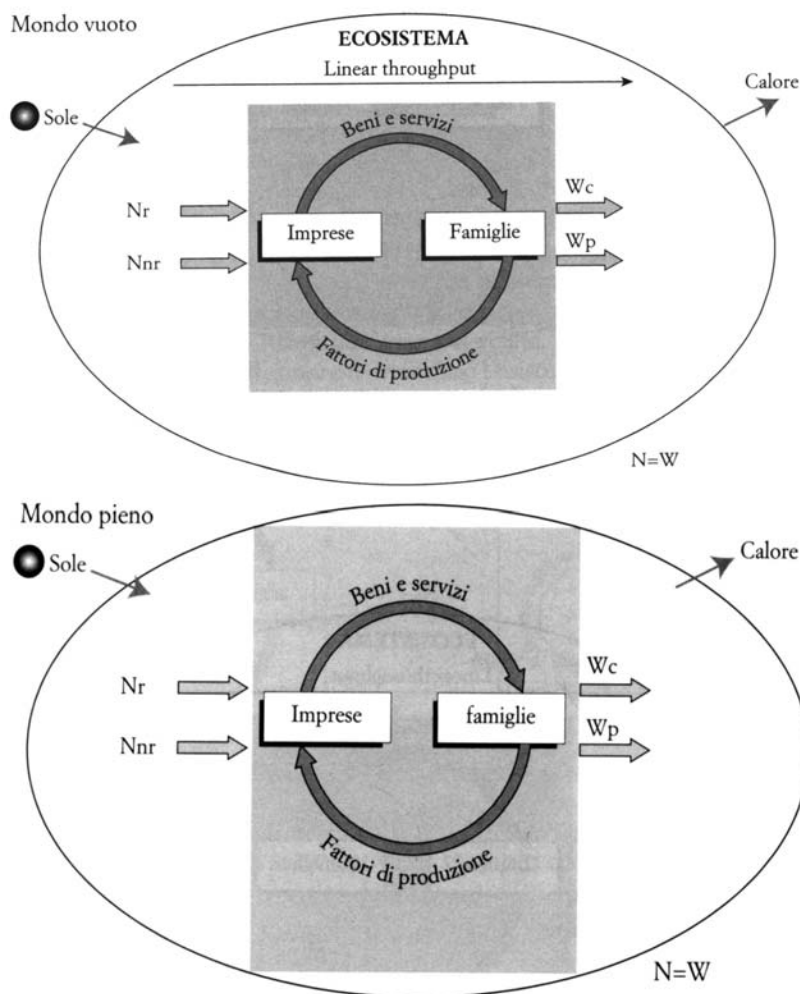
È questa la "linea di Plimsoll" che individua Daly per la navigazione sicura del bastimento Terra.

L'economia umana nella visione della teoria generale dei sistemi è un sistema aperto, che importa risorse ed esporta rifiuti, all'interno del più vasto sistema Terra, che è invece chiuso all'ingresso di nuovi materiali, e aperto all'input di energia proveniente dal Sole. Il sistema economico è così attraversato da un flusso lineare (linear throughput) di risorse naturali rinnovabili (Nr) e non rinnovabili (NnR), che viene fornito dai sistemi naturali che compongono il sistema Terra. Il linear throughput riporta al sistema Terra gli scarti provenienti dalla produzione (Wp) e dal consumo (Wc). Per la prima legge della termodinamica $N(Nr \text{ più } NnR)$ dovrà essere uguale a $W(Wp \text{ più } Wc)$. Fintantoché i livelli di prelievo e di versamento determinati dal sistema economico si mantengono bassi, come alle origini della storia dell'uomo, i sistemi naturali mantengono la loro capacità produttive.

Questa situazione è definita da Daly "mondo vuoto", per sottolineare che la bassa densità di popolazione e il basso livello della produzione e dei consumi lasciano ampio spazio alle possibilità di crescita. Ma nel momento in cui l'entità degli input e degli output del flusso lineare di risorse e ri-

6. Daly H., "Elements of Environmental Macroeconomic", in Costanza R. (a cura di), *Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press, New York, 1991.

Fig. 6.1 - Il sistema economico fa parte della biosfera e trova in essa limiti invalicabili. Fin tanto che il flusso di risorse e di rifiuti è contenuto e non giunge ai limiti della biocapacità della biosfera ci sono ancora opportunità di crescita per il sistema economico (mondo vuoto). Ma nel momento in cui il linear throughput tocca la massima capacità di carico del pianeta (mondo pieno), qualsiasi ulteriore crescita conduce a deficit ecologico (Fonte: La Camera F., op. cit., 2005)



fiuti raggiunge livelli elevati, come avviene oggi a causa delle sviluppate capacità di produzione e di consumo del sistema economico, il sistema naturale Terra può raggiungere il limite della sua capacità di fornire servizi. Il buco dell'ozono e i problemi legati all'effetto serra sono segnali di que-

sto raggiungimento del limite di carico. Daly definisce questa situazione limite “mondo pieno”, alludendo all’impossibilità di ulteriore crescita del linear throughput determinato dal sistema economico.

Per questa ragione Daly può fornire la seguente definizione di sviluppo sostenibile: “sviluppo senza una crescita che superi la capacità portante dell’ambiente, dove sviluppo significa miglioramento qualitativo e crescita significa incremento quantitativo”⁷.

La fondamentale distinzione tra crescita e sviluppo permette a Daly di risolvere le polemiche sorte sin dall’origine del termine “sviluppo sostenibile” sul significato di sviluppo. Sono molti gli studiosi della scienza della sostenibilità ad aver sostenuto che l’espressione “sviluppo sostenibile” sia in se stessa una contraddizione di termini. L’economista Serge Latouche⁸ ritiene che si tratti di un vero e proprio ossimoro, figura retorica che consiste nella contrapposizione di due termini contraddittori. Riporta l’esempio dell’‘oscuro chiarore’ caro a Victor Hugo. E sottolinea che mentre per i poeti questo procedimento serviva ad esprimere l’inesprimibile, ora viene sempre più utilizzato dai tecnocrati per far credere all’impossibile, come a una guerra pulita, a una mondializzazione a misura d’uomo, o ad un’economia solidale e sana. Secondo Latouche il problema dello sviluppo sostenibile non sarebbe tanto il termine “sostenibile”, che gli appare una bella espressione, quanto il concetto di sviluppo che considera una parola decisamente “tossica”. L’economista afferma che nel pensiero della modernità per sviluppo si intende un’impresa che mira a trasformare in merce i rapporti degli uomini tra loro e con la natura.

Una tale concezione di sviluppo è ovviamente estranea ed addirittura contraria al concetto di sostenibilità, ed indicherebbe la volontà di non mettere in discussione lo sviluppo realmente esistente, ma al massimo di “aggiungervi una componente ecologica”. Dietro questa polemica si evince una critica pesante nei confronti dei decisori e delle istituzioni che detengono la governance. In effetti spesso e volentieri la mancata definizione netta del termine sviluppo ha permesso di perpetrare politiche assolutamente antisostenibili.

Alla luce di queste considerazioni appare notevole il contributo di Daly, che distinguendo lo sviluppo dalla crescita aiuta a porre il termine di sviluppo in dei confini più netti. Nell’ottica dell’economia ecologica il termine sviluppo si riferisce ad una evoluzione qualitativa e non quantitativa dei processi economici. Riguarda quindi non l’ammontare della quantità delle produzioni e l’entità generale dei consumi, quanto la qualità dei processi

7. Daly H.E., op. cit., 1996, p. 14.

8. Cfr. Latouche S., “Abbasso lo sviluppo sostenibile! Viva la decrescita conviviale!”, in Bonaiuti M., *Obiettivo decrescita*, EMI, Bologna, 2004.

che determinano produzioni e consumi. Lo sviluppo, così inteso, dovrebbe condurre ad un miglioramento dell'efficienza tecnologica dei processi economici ed ad una loro maggiore rispondenza ai reali bisogni della società e dell'ambiente. Si esprime chiaramente a tal proposito Costanza: "La sostenibilità non significa un'economia statica o stagnante, ma dobbiamo stare attenti e distinguere tra 'crescita' e 'sviluppo'. La crescita economica, che è una crescita in quantità, non può essere indefinita in un pianeta finito. Lo sviluppo economico, che è un miglioramento nella qualità della vita, senza necessariamente causare un incremento della quantità di risorse consumate, può essere sostenibile"⁹.

2. Le due scuole della sostenibilità

Le opinioni contrastanti nel campo della definizione di crescita e sviluppo fanno da sfondo alla differenziazione di due scuole di pensiero nel campo della sostenibilità economica. La "scuola" dell'economia ecologica ha voluto sottolineare la divergenza di vedute relative alle teorie economiche distinguendo due approcci: la sostenibilità debole (weak sustainability) e la sostenibilità forte (strong sustainability). Nell'orientamento della sostenibilità debole rimangono saldi i presupposti teorici dell'economia neoclassica. Nello specifico il capitale naturale e quello generato dall'uomo vengono considerati intercambiabili, in altre parole sono considerati fattori sostituibili. Nell'ottica della sostenibilità forte invece ciò non è ritenuto corretto: nessun tipo o quantità di capitale generato dall'uomo può sostituire la perdita di capitale naturale al fine di sostenere un flusso costante di consumo¹⁰. La distinzione teorica tra i due approcci economici ha rilevanti conseguenze applicative. Infatti se per i fautori della sostenibilità debole è ammissibile una crescita senza limiti ed in generale la crescita stessa viene

9. Costanza R., Daly Herman E., Bartholomew Joy A., "Goals, agenda and policy recommendation for ecological economics", in Costanza R. (ed), *Ecological economics*, Columbia University Press, New York, 1991, p. 7.

10. La posizione dei sostenitori della strong sustainability a proposito della non sostituibilità dei fattori di produzione (risorse naturali e capitale artificiale) è ben espressa da Daly nel suo *Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile*: "Si tenga presente che nessuno mette in dubbio che alcune risorse possono essere sostituite con altre – ad esempio mattoni con legname. Ma è quasi impossibile sostituire la legna con uno stock di capitale (seghe e martelli). Il capitale è l'agente di trasformazione del flusso di risorse naturali da materie prime in prodotti finiti. Le risorse sono la causa materiale del prodotto finito, il capitale è la causa efficiente. Si può sostituire una causa materiale con un'altra (mattoni con legname), una causa efficiente con un'altra (seghe elettriche al posto di seghe manuali, o capitale al posto di lavoro); ma cause materiali e cause efficienti sono tra loro complementi e non sostituiti".

considerata come un elemento positivo, per i sostenitori della sostenibilità forte la crescita economica è vista come un fattore contrario alla sostenibilità, e come tale da frenare e controllare. È chiaro che la comunità internazionale si è mossa fino al momento attuale in un orizzonte di sostenibilità prettamente debole, mentre soltanto una parte di ricercatori, di scienziati e di Ong tentano di operare nella direzione di una concezione forte di sostenibilità.

Secondo la scuola della weak sustainability per conseguire uno sviluppo sostenibile è sufficiente stimare monetariamente il valore delle risorse naturali e internalizzare costi e benefici ambientali nei costi economici. Secondo i teorici della sostenibilità forte ciò non risulta sufficiente: è comunque necessario considerare la limitatezza delle risorse naturali ed operare conseguentemente per una riduzione della crescita economica. Tale distinzione è alla base della differenziazione tra economia ambientale ed economia ecologica. Daly riesce a superare l'antinomia sostanziale che separa le due scuole di pensiero, sottolineando come: "il capitale naturale e quello prodotto dall'uomo sono fondamentalmente complementari e, solo in misura marginale, interscambiabili. Quindi è la sostenibilità forte il concetto rilevante, anche se la sostenibilità debole è un utile passo avanti.

La potenza del concetto di sviluppo sostenibile (nella sua concezione forte) sta nel fatto che esso riflette ed al contempo richiede un cambiamento potenziale nella nostra visione di quale sia il rapporto tra le attività economiche degli esseri umani ed il mondo naturale – un ecosistema che è finito, non crescente e materialmente chiuso”¹¹.

3. Gli indicatori dello sviluppo sostenibile

Passiamo ora all'analisi del secondo livello di comprensione della sostenibilità, quello relativo alla sua misurazione. È di fondamentale importanza per attuare concrete politiche di sviluppo sostenibile riuscire a calcolare con precisione il livello dell'impatto antropico sui sistemi naturali e la loro relativa capacità di resistenza. L'individuazione di metodi, approcci ed indicatori in grado di misurare la sostenibilità dei processi permette non solo di elaborare adeguate strategie di intervento, ma anche di monitorare i piani già intrapresi.

A cinque anni dalla conclusione del *Vertice della Terra* tenutosi a Rio de Janeiro, Mathis Wackernagel¹², uno degli ideatori del famoso indicatore

11. Daly H.E., *Oltre la crescita*, op. cit., 2001, p. 3.

12. Cfr. Wackernagel M. et al., *Ecological Footprint of Nation: How much do they use? How much do they have?*, The Earth Council, 1997.

impronta ecologica, si chiede se e quanto l'umanità sia lontana dalla sostenibilità. È certo di poter rispondere che la società non è diventata sostenibile: si vive in un mondo sempre più in pericolo, con una popolazione più numerosa, maggiori consumi, più rifiuti e povertà, ma con una minore biodiversità, meno foreste, meno acqua potabile da utilizzare, meno suolo e un'ulteriore riduzione dell'ozono nella stratosfera. Ma per capire quanto siamo lontani dalla sostenibilità è necessario dotarsi di unità di misura ed essere in grado di usarle al fine di quantificare la distanza. Wakernagel è convinto che, se non siamo in grado di misurare, non abbiamo alcuna possibilità di agire. Per rendere concreta la sostenibilità dobbiamo sapere dove siamo ora e quanto è lunga la strada verso il progresso.

Dopo Rio gli strumenti di misurazione, fondamentali per le istituzioni, per le aziende e per le organizzazioni di base, hanno compiuto progressi notevoli.

L'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (Ocse)¹³ ha elaborato un modello di indicatori ormai molto noto: il PSR. A partire da un programma di ricerca avviato nel 1990, sono stati identificati i fondamentali momenti del processo di impatto ambientale e intorno a queste fasi sono stati costruiti dei set di fattori al fine di costruire un quadro per ciascuna fase considerata. Gli indicatori di pressione (P) costituiscono la prima fase di studio e hanno lo scopo di delineare l'entità dell'impatto antropico sull'ambiente. Vengono presi in considerazione sia impatti diretti, come lo scarico di rifiuti o di sostanze inquinanti, sia impatti indiretti, come le variazioni nel tempo dei parametri significativi per l'ambiente in relazione all'attività considerata. Gli indicatori di stato (S) misurano invece le caratteristiche dell'ambiente, in termini qualitativi e quantitativi definiscono la portata delle risorse naturali. Viene misurato il generale stato di degrado ambientale e i suoi effetti sulla salute, lo stato della fauna e della flora selvatiche, le eccedenze dei carichi critici e gli stock di risorse naturali. Infine, gli indicatori di risposta (R) indagano sul livello di intervento della società sulle mutazioni ambientali, fornendo un quadro di quanto e come si reagisca alla situazione creata dall'impatto ambientale. Vengono contegiate le spese ambientali, le quote di mercato dei prodotti e dei servizi rispettosi dell'ambiente, i tassi di riciclaggio dei rifiuti e di abbattimento dei livelli dell'inquinamento, le tasse e i sussidi ambientali.

L'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA) ha ampliato ed approfondito il modello costruito dalla Ocse, considerando nuove fasi del processo di impatto ambientale. Il motivo fondamentale dell'ampliamento dell'approccio Ocse sta nella volontà di approfondire la conoscenza sulle cause degli impatti in

13. Ocse, *Ocse Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*, Ocse, 1993; Ocse, *Environmental Indicators*, Ocse, 1994.

modo da favorire i decisori politici nella scelta di politiche adeguate. Lo schema DPSIR, vede infatti accanto ai tradizionali indicatori di pressione, di stato e di risposta, i nuovi aggregati relativi ai determinanti (D) e all'impatto (I). I primi riguardano le cause prime che hanno generato le pressioni ambientali, mentre i secondi si riferiscono agli effetti che le pressioni hanno determinato sulla salute degli ecosistemi, dell'economia e della società.

Al di fuori del mondo istituzionale nel campo della ricerca di adeguati set di indicatori va segnalata la ricerca pubblicata nel 2002 da Lester Brown, con il titolo *The Earth Policy Reader*¹⁴. In questo testo lo scienziato della sostenibilità, individua 12 indicatori chiave per lo sviluppo sostenibile: popolazione mondiale, prodotto globale mondiale, produzione cerealicola, pescato, superficie forestale, scarsità idrica, emissioni di carbonio, temperatura della superficie della terra, riduzione dei ghiacciai, produzione di energia eolica, produzione di celle solari, produzione di biciclette.

Nel mondo scientifico molti studiosi si sono concentrati sulla ricerca di un indicatore unico che potesse dare la misura esatta dell'impatto antropico. Howard Odum per esempio ha concentrato i suoi sforzi sul calcolo dell'energia utilizzata dalla società. L'indicatore definito da Odum è l'"emergia", che egli definisce come la quantità di energia solare che è necessaria, sia direttamente che indirettamente, per ottenere un determinato prodotto o processo¹⁵.

Francesco La Camera propone una classificazione degli indicatori della sostenibilità per aree di interesse. L'area economica vede indicatori come il Pil verde, il genuine saving, l'Isew (Indicator of Sustainable Economic Welfare) e il Gpi (Genuine Progress Indicator), l'area sociale mostra il solo l'Hdi (Human Development Index) e l'area ambientale presenta lo spazio ambientale, il Total Material Requirement, il Living Planet Index e l'Ecological footprint.

Rimandiamo la trattazione degli indicatori economici al capitolo dedicato all'economia ecologica ed ambientale, per occuparci dell'indicatore dell'area sociale e poi di quelli relativi all'ambiente.

L'Hdi¹⁶ – Indice di sviluppo umano (Human development index) – è un indicatore elaborato dall'Undp, l'Agenzia delle Nazioni Unite per lo Sviluppo. Combina essenzialmente tre fattori sulla base dei loro valori medi: speranza di vita, livello di istruzione e Pil pro capite a parità di potere d'acquisto. Questo indice ha il grande pregio di essere molto semplice e quindi è possibile da parte dell'Undp e dalle altre agenzie delle Nazioni

14. Brown L., Larsen J., Fischlowitz-Roberts, *Bilancio Terra*, Edizioni Ambiente, Milano, 2003.

15. Odum H.T., *Environmental Accounting. Emergy and Environmental Decision Making*, Wiley & Sons, New York, 1996.

16. Vedi cap. 2.

Unite applicarlo a molti diversi contesti nazionali. Appare comunque come un'estrema semplificazione e in quanto tale non rende la reale complessità dei fattori relativi al benessere umano.

L'indice varia da un minimo valore attestato dallo "0" ad un massimo indicato da "1". Attualmente, secondo i valori del 2006, l'indice misurato per i più ricchi paesi (OECD) mostra il valore 0.923, mentre per i paesi meno sviluppati il valore medio si attesta sullo 0,464. I paesi in via di sviluppo registrano il valore 0,679¹⁷.

Gli indicatori ambientali considerano soprattutto l'entità del linear throughput in relazione con la carrying capacity dei sistemi naturali, in modo da fornire dati utili per la stima di quanto e se sia necessario intervenire per riportare l'impatto dell'azione antropica nei limiti di carico dell'ambiente.

Lo spazio ambientale sottolinea la necessità di ridurre o comunque limitare l'intervento dell'uomo in un'area più ridotta in modo da garantire ai sistemi naturali la possibilità di smaltire i rifiuti e la capacità di continuare a fornire risorse.

È calcolato stimando la minima quantità del bene preso in considerazione e il punto di equilibrio tra il consumo antropico e il tasso di rigenerazione naturale. Prende inoltre in esame anche i consumi di risorse e la produzione di rifiuti associati allo "zaino ecologico"¹⁸. Applicato a diverse nazioni europee, utilizzato dal famoso Wuppertal Institute per analizzare la situazione nazionale della Germania, ha l'enorme pregio di indicare di quanto sarebbe necessario ridurre i consumi per rientrare nelle capacità di carico dell'ambiente. Fa parte degli strumenti propri dell'economia ecologica e cioè dell'approccio forte alla sostenibilità. Secondo uno studio degli Amici della Terra a livello europeo bisognerebbe ridurre entro il 2010 i consumi di boschi del 16%, di terreni agricoli del 30% e l'uso di cemento del 21%¹⁹.

Il *Total Material Requirement* misura invece il flusso totale di materie prime utilizzate in una determinata regione al fine di produrre beni e servizi. Non è collegato alla capacità di carico dei sistemi naturali e quindi non presenta la stessa completezza e gli stessi vantaggi dello spazio ambienta-

17. Undp, *Human Development Report* 2006, 2006.

18. Come spiega bene La Camera per zaino ecologico si intende "la quantità di materiale estratto dall'ambiente, o trasformato, che non viene poi immesso sul mercato, rimanendo abbandonato nell'ambiente, ma comunque necessario per ottenere una risorsa sfruttabile, un bene o un servizio. Un esempio: alla fine del XIX secolo, in Nuova Caledonia, per ottenere 2,5 milioni di tonnellate di nichel (il prodotto sul mercato) si estrassero circa 100 milioni di tonnellate di minerale, per la cui estrazione, a sua volta, furono mosse 500 milioni di roccia" (Mc Neill J.R., *Qualcosa di nuovo sotto il sole. Storia dell'ambiente nel XX secolo*, Einaudi, Torino, 2002).

19. Spangenberg J.H., *Sustainable Europe* (a study for Friends of the Earth), Wuppertal Papers, n. 42, settembre 1995.

le. Non tiene conto inoltre della qualità dei luoghi danneggiati per il prelievo delle risorse. È stato elaborato dal Wuppertal Institute e ha il pregio di offrire un prima stima del carico che il sistema economico rappresenta per l'ambiente. Potrebbe essere utilizzato in studi relativi al de-clouping (scissione) tra crescita economica e impatto ambientale. Abbiamo già visto come una delle caratteristiche dello sviluppo sostenibile sia l'aumento dell'efficienza tecnologica finalizzato alla riduzione del prelievo di risorse. Solitamente crescita economica e impatto ambientale vanno di pari passo, sarebbe invece necessario nel quadro dello sviluppo sostenibile, scindere la crescita parallela di questi due fattori.

Il *Living Planet Index*²⁰ (Indice di vita del pianeta) misura la vitalità degli ecosistemi prendendo in considerazione la presenza di un set scelto di specie viventi in tre macroaree: terra, acqua dolce, mare. La media semplice tra i tre valori dà il valore finale che mostra dal 1970 ad oggi un calo del 30% per le specie terrestri, del 50% per le specie d'acqua dolce e del 30% per quelle marine. L'indice aggregato indica in una diminuzione del 35% l'andamento generale della vitalità del pianeta.

L'*Ecological footprint* o impronta ecologica è un indice che mira a stimare il generale flusso lineare di produzione e di consumo di risorse e a metterlo in relazione con la biocapacità, intesa come capacità degli ecosistemi naturali di fornire risorse e servizi. Ha il grande pregio di essere facilmente divulgabile e di avere un forte impatto mediatico. Inoltre evidenzia nelle diverse realtà locali, regionali e nazionali, quale sia il bilancio tra carico antropico e biocapacità, dando un'esplicita indicazione di quale debba essere l'entità dello sforzo da sostenere per perseguire uno sviluppo sostenibile. Considera solamente gli aspetti misurabili e potenzialmente sostenibili del linear throughput e per quanto riguarda i combustibili fossili, misura la capacità degli ecosistemi terrestri di assorbire anidride carbonica.

Viene calcolata considerando soltanto sei tipologie di attività economica:

1. coltivazione per alimentazione umana, animale, produzione di fibre, olio e gomma;
2. allevamento di animali per la produzione di carni, pelli, lana e latte;
3. taglio di alberi per la produzione di legname, fibre e combustibile;
4. pesca in acque dolci e salate;
5. realizzazione di infrastrutture edilizie, industriali, di trasporto e produzione energetica idroelettrica;
6. utilizzo di combustibili fossili.

20. Vedi cap. 2.

Dal momento che la produttività degli ecosistemi varia sensibilmente a seconda delle diverse tipologie, è stata elaborata un'unica unità di misura: l'ettaro globale. Sulla base di opportuni fattori di equivalenza e dei fattori di resa specifici per i vari paesi è stato possibile definire il gha o ettaro globale come un ettaro la cui produttività è uguale a quella media di tutti gli ettari bioproduttivi sulla terra²¹.

Secondo il Living Planet Report, pubblicato dal Wwf nel 2004 l'impronta ecologica globale sarebbe uguale (dato 2001) a 13,5 miliardi di ettari, che equivale a 2,2 ettari globali a persona. Questa è la cifra che rappresenta il carico globale esercitato dall'attività antropica. Dall'altra parte la misura della biocapacità dell'ecosfera indica in 11,3 miliardi di ettari globali il totale al netto delle zone improduttive della Terra. Avremmo quindi a disposizione 1,8 ettari a persona e ne consumiamo invece 2,2. Il deficit ecologico ammonta a 2,2 miliardi di ettari globali: ognuno di noi in media consuma 0,4 ettari globali in più di quanto la natura potrebbe fornire rimanendo entro le sue capacità di carico e di autorigenerazione.

Questo indicatore aggregato ha anche il pregio di dimostrare in modo estremamente evidente le diversità tra i bilanci ecologici delle varie nazioni.

Un dato molto indicativo sullo squilibrio a livello mondiale dell'entità dei consumi viene dal confronto dell'impronta ecologica di un americano con quella di un italiano e di un indiano. L'americano raggiunge la straordinaria cifra di 9,7 ettari globali, l'italiano si posiziona intorno ai 4 ettari globali e l'indiano nemmeno raggiunge l'ettaro con il suo 0,8. È evidente che l'impronta ecologica rappresenta un indicatore con forti implicazioni politiche, infatti permette di valutare quale soglia limite non si possa superare per garantire a tutti uguali potenzialità di benessere. Secondo i dati prima riportati in realtà non si dovrebbero superare gli 1,8 ettari globali a persona. I paesi in via di sviluppo, la cui popolazione conduce stili di vita che implicano consumi bassi, hanno il diritto di crescere economicamente ancora. Mentre i paesi industrializzati dovrebbero ridurre notevolmente i loro consumi e frenare la crescita economica. L'entità di produzione e consumi andrebbe più che dimezzata in Italia e ridotta di un fattore 5 negli Usa.

Tra gli indicatori ambientali va segnalato anche l'*HANPP* (Human Appropriation of Net Primary Production). L'obiettivo dell'indicatore è calcolare quanta energia solare gli ecosistemi sono stati capaci di trasformare in materia organica tramite il processo della fotosintesi e quanta di questa energia venga poi utilizzata dalla nostra specie. Con tutti i limiti che un in-

21. Wackernagel M., Monfreda C., Moran D., Goldfinger S., Deumling D., Murray M., *National Footprint and Biocapacity Accounts 2004: The underlying calculation method*, 2004, www.footprintnetwork.org.

dice monofattoriale possa avere, l'Appropriazione umana della produttività primaria netta da un'idea molto forte dell'entità del carico esercitato dall'azione antropica sui sistemi naturali. La produttività primaria netta, che utilizza solo l'1% dell'energia solare irraggiata sulla Terra, ammonta a 56,4 petagrammi (miliardi di tonnellate) per la superficie terrestre e a 48,5 petagrammi per la superficie di mari e oceani, con un totale di 104,9 miliardi di tonnellate. L'appropriazione umana della produttività primaria netta arriva globalmente al 20% e in alcune aree geografiche come l'Europa occidentale e l'Asia centro meridionale giunge addirittura al 70%. Non sorprende alla luce di questo dato sapere che ogni ora scompaiono definitivamente dalla Terra tre specie viventi, secondo le stime di Wilson. Noi usiamo gran parte di ciò che la biosfera produce.

4. Gli strumenti per la sostenibilità

Per realizzare concretamente le politiche di sviluppo sostenibile è indispensabile far ricorso a strumenti che permettano di orientare il comportamento delle organizzazioni, delle aziende e della società. La *governance* dovrebbe garantire la pianificazione e la messa in opera di adeguate politiche di sviluppo sostenibile. Le istituzioni pubbliche che detengono i poteri di guida della società possono, tramite adeguati sistemi normativi, regolamentare i settori connessi allo sviluppo, all'ambiente, alla salute, all'economia ed alla società. Sarebbe necessario un vasto, articolato, ed integrato corpus di leggi che con un approccio sistemico disciplini i vari settori interrelati che riguardano lo sviluppo (salute, lavoro, pianificazione territoriale e settoriale, ambiente, diritti umani, produzione e consumo...).

La politica di gestione territoriale realizzata dalle pubbliche istituzioni è lo strumento più adeguato per far sì che ambiente, società ed economia si sviluppino in modo integrato, e potrebbe, se adeguatamente impostata, condurre verso la sostenibilità dello sviluppo. In questo quadro si colloca la politica di conservazione che ha condotto all'istituzione di numerosissime aree protette.

A questi strumenti si affianca la sensibilizzazione ambientale intesa come vasto corpus di azioni, progetti e piani di diffusione culturale della responsabilità dell'uomo nei confronti della natura, dei poveri del pianeta e delle future generazioni. La sensibilizzazione ambientale può stimolare importanti cambiamenti negli stili di vita delle persone, orientandoli verso la sostenibilità. La problematica degli stili di vita e il tema dell'educazione allo sviluppo sostenibile verranno trattati più avanti.

Ecco per grandi linee quali sono gli strumenti tecnici per la riconversione sostenibile dello sviluppo.

I cosiddetti strumenti *command and control*, costituiscono la legislazione e il diritto ambientale. Rappresentano l'approccio tradizionale alla politica ambientale e sono solitamente costituiti da norme che individuano divieti e prescrizioni. Nella maggior parte dei casi indicano soglie che riguardano o la quantità e la qualità di inquinanti immessi nell'ambiente o la quantità e la qualità di materie prime da sottoporre al processo produttivo. Rispettano il principio precauzionale, rappresentano una pratica consolidata e richiedono poco carico amministrativo (anche se in molti casi i controlli non sono adeguati). Sono, tuttavia, strumenti rigidi che non tengono conto dei diversi livelli di qualità tecnologica delle aziende ed inoltre non stimolano al miglioramento continuo.

Uno strumento fondamentale per le politiche di sviluppo sostenibile è la VIA. La Valutazione di Impatto Ambientale trae origine dal NEPA (National Environmental Protection Act) che nel 1969 definisce la politica di tutela ambientale negli Stati Uniti d'America. Il quadro di riferimento legislativo è stato introdotto a livello comunitario nel 1985 con la Direttiva 85/337/Cee, successivamente modificata dalla Direttiva 97/11/Ce e più recentemente dalla Direttiva 2003/35/Ce. È un procedimento amministrativo che ha la finalità di valutare potenziali impatti ambientali di progetti di una certa entità. Rappresenta uno strumento indispensabile per i decisori politici, sia perché fornisce loro le informazioni necessarie per conoscere le conseguenze ambientali delle iniziative progettuali che vengono loro sottoposte, sia perché permette di prendere in considerazione anche le reazioni e le opinioni della società civile interessata. Richiede una raccolta molto ampia di dati e si articola in più fasi. Lo *screening* permette di determinare se un progetto debba essere sottoposto o meno alla procedura VIA. L'elemento discriminatorio fondamentale è la presenza di potenziali significativi impatti per l'ambiente. La seconda fase della procedura prevede lo studio di impatto ambientale (Sia) vero e proprio. Il Sia è a sua volta articolato in più fasi che delineiamo per grandi linee: lo *scoping*, che permette di definire le azioni, le possibili alternative e gli impatti da prendere in considerazione nello studio; la prima bozza del Sia, che deve fornire un quadro dello stato dell'ambiente dell'area interessata, delle cause dell'eventuale impatto e degli effetti previsti, ed indica le misure che ne possano attenuare l'entità. L'ultima fase del Sia prevede la redazione definitiva dello studio. È responsabilità del proponente fornire le informazioni richieste ed inoltre è prevista la partecipazione del pubblico che deve essere informato e consultato. I criteri guida che orientano la Valutazione di Impatto Ambientale sono molteplici e vanno intesi in modo integrato. Vengono presi in considerazione fondamentalmente il rispetto della normativa, l'utilizzo delle tecnologie più efficienti, la capacità dell'ambiente di accogliere un'azione antropica, il non eccessivo degrado ambientale, la riqualificazione ambientale

compensativa e la compatibilità sociale. Il limite maggiore della procedura Via sta nel fatto che appare troppo esposta al rischio di essere soggetta a discrezionalità politica. Inoltre spesso i meccanismi di informazione e partecipazione del pubblico risultano molto deboli ed addirittura inefficaci.

Nel 2001 grazie alla Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 2001/42/Ce viene introdotta a livello comunitario la procedura di Valutazione Ambientale Strategica. La VAS rappresenta in qualche modo un'estensione del campo d'applicazione della VIA. Mentre quest'ultima riguarda singoli progetti, la VAS si rivolge alla più ampia pianificazione territoriale e di settore. Valuta quindi i piani di gestione territoriale e dei vari settori produttivi. È uno strumento destinato alle pubbliche amministrazioni che vengono in questo modo orientate ad una pianificazione che prenda in considerazione la tutela dell'ambiente e l'accettabilità sociale.

Un ruolo sempre più rilevante nel campo dello sviluppo sostenibile viene ricoperto dai cosiddetti strumenti volontari. Si tratta fundamentalmente di meccanismi di certificazione che attestano la sostenibilità dei sistemi di gestione aziendale e dei processi di produzione di prodotti e servizi. Non sono obbligatori, ma migliorando la posizione delle aziende nel mercato, vengono adottati da un numero crescente di organizzazioni. Non sono esclusivamente rivolti al mondo privato. Esistono infatti delle certificazioni che possono essere richieste da ogni tipo di organizzazione, comprese quelle pubbliche. Queste ultime hanno il duplice interesse di migliorare la loro immagine di fronte alla società civile e di far crescere la loro efficienza gestionale. Le certificazioni di gestione ambientale rispondono proprio a tali esigenze.

La prima normativa di certificazione ambientale valida a livello internazionale è la Uni En Iso 14001. Introdotta nel 1996 e modificata nel 2004, è stata adottata dall'*International Organization for Standards* (Iso). La Iso 14001 ha aperto la strada ad una numerosa serie di certificazioni che l'Iso ha recentemente prodotto per il settore ambientale. La cosiddetta "famiglia delle Iso 14000" regola il processo di ottenimento della certificazione ambientale individuando i requisiti necessari alla costituzione di un adeguato *Sistema di Gestione Ambientale* (Sga). Quest'ultimo costituisce il pilastro fondante della normativa e deve seguire il modello Pdca (Plan, Do, Check, Act), pianificare-attuare-controllare-riesaminare secondo un processo di miglioramento continuo. La cosiddetta spirale del miglioramento continuo o ciclo di Deming rappresenta una metodologia di gestione applicabile universalmente, infatti può essere adottata da qualsiasi sistema di gestione aziendale. Le certificazioni Iso 14000, di conseguenza, garantiscono in primo luogo un miglioramento dell'efficienza del sistema di gestione. La sostenibilità ambientale del sistema di gestione è assicurata dai requisiti del Sga che sono delineati nel capitolo 4 della normativa. Questo

è articolato in sei parti (requisiti generali, politica ambientale, pianificazione, attuazione e funzionamento, verifica e riesame della direzione) e fornisce il quadro generale teorico per la costituzione di un adeguato piano di gestione ambientale. L'appendice A presenta invece le linee guida pratiche per l'attuazione del Sga ricalcando punto per punto l'articolazione della parte teorica.

Le certificazioni ambientali a livello europeo hanno ricevuto un forte impulso dall'adozione del Regolamento n.761/2001, *Emas – Environmental Management and Audit Scheme*. Con Emas il campo di applicazione della certificazione ambientale viene ampliato dal campo industriale a tutte le organizzazioni. Anche in questo caso la metodologia scelta per intervenire sul sistema di gestione viene fornita dal modello Pdca e la stessa struttura del Sistema di Gestione Ambientale ricalca interamente lo schema Iso. Ma la finalità di Emas è molto diversa da Iso 14000. Infatti, mentre quest'ultimo rappresenta un strumento essenzialmente operativo e rivolto al mondo produttivo, il Regolamento Emas vuole migliorare le prestazioni ambientali delle organizzazioni al fine di favorire un rapporto tra Pubbliche Amministrazioni, società ed imprese basato sulla partecipazione e sulla trasparenza. Per questo motivo nel quadro Emas è prevista e richiesta la redazione di una dichiarazione ambientale che renda di dominio pubblico i dati relativi all'impatto ambientale determinato dall'attività dell'organizzazione, gli obiettivi ambientali conseguiti e i target futuri.

Sono 3.093 le organizzazioni che a livello europeo hanno richiesto ed ottenuto la certificazione ambientale Emas.

Le certificazioni ambientali possono essere applicate anche ai prodotti. In questo caso è di grande rilevanza il livello di sensibilizzazione ambientale diffuso nella comunità. Questa, infatti, se adeguatamente informata può orientare il proprio consumo verso quei prodotti che presentano standard ambientali elevati. La diffusione di prodotti che minimizzano il proprio l'impatto ambientale è di fondamentale importanza per il perseguimento dello sviluppo sostenibile.

L'*International Organization for Standards* (Iso) ha definito una normativa che prevede tre tipi di certificazioni ambientali applicabili ai prodotti denominate Iso Tipo I, II e III.

L'etichettatura ambientale di Tipo I (Iso 14024) riguarda etichette e dichiarazioni ambientali che vengono fornite sulla base di un'analisi svolta da un soggetto terzo. L'organismo che rilascia il riconoscimento ambientale può essere un'organizzazione non commerciale governativa o privata. Hanno diversa natura a seconda dell'impatto determinato dall'intero ciclo di vita del prodotto.

L'etichettatura ambientale di Tipo II (Iso 14021) si applica ad asserzioni ambientali auto-dichiarate. Si tratta di auto-dichiarazioni fornite diretta-

7. Società, globalizzazione e stili di vita

Ridurre la propria pressione sull'ambiente globale non rappresenta semplicemente un dovere morale dei paesi industrializzati, ma corrisponde anche ad un loro preciso interesse di sicurezza: un'isola di benessere in un oceano di crescenti problemi sociali ed ecologici non potrebbe alla lunga venir difesa.

Wuppertal Institut¹

1. Il primato della cultura

Un'altra questione fondamentale che si pone lungo la strada per una reale riconversione verso la sostenibilità riguarda il modello culturale attualmente dominante. È chiaro a tutti che oggi il modello culturale che più si sta espandendo nel mondo è quello "occidentale". Ritenuto dai più il maggiormente evoluto sta prendendo piede in tutte le aree del pianeta, fondendosi con le culture autoctone, modificandone le caratteristiche e a volte soppiantandole completamente. Tra i miti trainanti della cultura occidentale ricordiamo il progresso (tecnologico ed economico), il consumo e la competizione.

Sono molti gli studiosi della sostenibilità a sostenere la priorità del problema culturale. Gianfranco Bologna, ritiene ad esempio che "il problema culturale, e cioè di quanto la nostra cultura di massa sia molto distante dal nostro originale legame e dal contatto fisico con i sistemi naturali, è il problema centrale dell'attuazione concreta delle politiche di sostenibilità.

Viviamo immersi in una cultura strettamente legata a una visione del mondo dominata dall'economia, dove si dà per scontato che le relazioni economiche e produttive siano "il sistema" nel quale viviamo, senza coglierne la dimensione di sottosistema del grande ecosistema globale.

1. Wuppertal Institut, *Futuro Sostenibile. Riconversione ecologica nord-sud, nuovi stili di vita*, EMI, Bologna, 1997, p. 22.

La nostra specie è sottoposta al mondo naturale da cui deriva, e senza di esso non può vivere in maniera duratura e soddisfacente, né dal punto di vista fisico, né da quello psichico”².

L'importanza, in termini di ripercussioni pratiche, dell'attuale modello culturale dominante basato sul primato dell'economia e della tecnologia, è enorme. Numerose culture nel mondo sono definitivamente scomparse a causa della “vittoria” dell'occidente e la società globale non sembra comunque godere a pieno i frutti di una tale espansione.

Il primato della cultura è sottolineato anche dall'eclettico e celebre scienziato Edgar Morin, che evidenzia come la cultura sia il motore dell'evoluzione umana: “La comparsa della cultura opera un cambiamento di orbita nell'evoluzione. La specie umana si evolverà molto poco anatomicamente e fisiologicamente. Sono culture che diventano evolutive con innovazioni, integrazioni di esperienze, riorganizzazioni; sono le tecniche che si sviluppano, sono le credenze, i miti che cambiano, sono le società che, a partire da piccole comunità arcaiche, si sono metamorfosate in città, nazioni ed imperi giganteschi. In seno alle culture e alle società, gli individui evolveranno mentalmente, psicologicamente ed affettivamente...”

La cultura, lo ripeto, è costituita dall'insieme di abitudini, costumi, pratiche, saper fare, saperi, regole, norme, divieti, strategie, credenze, idee, valori, miti, che si perpetua di generazione in generazione, si riproduce in ciascun individuo, genera e rigenera la complessità sociale. La cultura accumula in sé ciò che è conservato, trasmesso, appreso, e comporta principi di acquisizione, programmi di azione. Il principale capitale umano è la cultura”³.

Le istituzioni internazionali stesse stanno conferendo sempre maggior peso al piano culturale nella strada verso la sostenibilità. L'educazione ambientale e l'educazione allo sviluppo sostenibile vengono ormai ritenuti degli strumenti fondamentali per l'attuazione delle politiche della sostenibilità. Se ne ritrovano riferimenti in tutte le più importanti dichiarazioni prodotte nei diversi summit mondiali per lo sviluppo sostenibile che si sono susseguiti dagli anni '70 ad oggi. La stessa Onu ha indetto nel 2005 *Il Decennio per l'Educazione Sostenibile*, suggellandone a livello internazionale l'importanza strategica nel quadro della sostenibilità dello sviluppo.

Il tema, comunque richiede, proprio alla luce della sua rilevanza, una trattazione adeguata per la quale si rimanda al capitolo VIII. Ai problemi connessi alle radici culturali del modello occidentale e alle questioni epistemologiche riguardanti la riconversione culturale ecologica è invece de-

2. Bologna G., op. cit., 2005, pp. 165-166.

3. Morin E., *Il metodo. L'identità umana*, Raffaello Cortina, Milano, 2002, p. 15-16.

dicato l'ultimo capitolo di questo lavoro. Nel presente capitolo verranno piuttosto trattati i risvolti etico-sociali della relazione uomo-natura con particolare riferimento alla questione della globalizzazione, della governance e degli stili di vita.

2. Una nuova etica per la sostenibilità

Nell'arco della storia della relazione tra uomo e natura, l'agire umano si è notevolmente modificato, al punto da cambiare addirittura dimensione. Da una posizione di vulnerabilità nei confronti della natura l'uomo è riuscito ad invertire completamente la relazione. La vulnerabilità ora è divenuta attributo della natura e l'agire umano se ne configura come principale responsabile. Questo rivoluzionario cambiamento implica secondo gli studiosi un corrispondente mutamento dell'etica. Scrive a proposito il filosofo Hans Jonas: "... l'intera biosfera del pianeta è stata aggiunta al novero delle cose per cui dobbiamo essere responsabili, in quanto su di essa abbiamo potere. E che oggetto di sconvolgente grandezza, davanti al quale tutti gli oggetti precedenti dell'agire umano appaiono irrilevanti! La natura come responsabilità umana è certamente una novità sulla quale la teoria etica deve riflettere. Quale genere di obbligo è operante su di essa? È in gioco più che un interesse utilitaristico? È semplicemente l'intelligenza che impone di non sgozzare l'oca che depone le uova d'oro o di non segare l'albero sul quale si è seduti? Ma il "sì" che qui è seduto e può precipitare nel vuoto chi è? E qual è il mio interesse al suo restare seduto o al suo precipitare?"⁴.

La nuova etica di cui parla Jonas implicherebbe che nuovi imperativi venissero presi in considerazione. Alla luce della sua nuova condizione l'uomo dovrebbe agire in modo che le conseguenze delle sue azioni siano compatibili con la permanenza della vita umana sulla Terra. Questo nuovo imperativo etico dovrebbe costituire il primo passo di ogni percorso volto verso la sostenibilità.

Il senso di responsabilità dell'uomo, ora che comprende anche l'"oggetto" natura, dovrebbe spingere verso una autentica conversione del sistema economico al fine di riportarlo nei limiti stabiliti dall'ecosfera. Il concetto di giustizia viene così notevolmente ampliato, ora riguarda anche le responsabilità dell'uomo nei confronti della natura. L'economia rappresenta "la mano" con cui l'umanità opera nei confronti della natura ed in quanto tale anch'essa deve rispondere al principio di responsabilità dell'uomo.

4. Jonas H., *Das Prinzip Verantwortung*, Insel Verlag, Frankfurt am Main, 1979 (ed. it., *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino, 1990).

Nella comprensione della relazione tra uomo, economia e natura torna ancora una volta utile rivolgere l'attenzione all'approccio sistemico. Secondo la Teoria Generale dei Sistemi, l'economia non solo è un sottosistema rispetto al sistema natura, ma anche rispetto al sistema sociale. In parole povere è come il gioco delle scatole cinesi: il sistema natura, comprende il sistema sociale, che a sua volta comprende quello economico. Il sistema sociale viene visto in questo quadro come un sistema aperto inserito nell'ecosistema (sistema chiuso) con il quale scambia risorse, rifiuti ed altri servizi. Il sistema economico è compreso nel sistema sociale e gli scambi tra i due riguardano essenzialmente informazioni e conoscenza, secondo quanto afferma Martinez Alier (2002). Il sistema sociale è costituito dalle istituzioni pubbliche, dalle strutture che forniscono servizi pubblici, che assicurano il rispetto del diritto di proprietà e che possono influire sulla distribuzione dei redditi. I frutti del sistema sociale sono le tradizioni, i valori, i modelli etici, le tecnologie e le conoscenze. Compito fondamentale delle istituzioni pubbliche è garantire equità tra i membri della comunità. Tale equità non va intesa soltanto nei termini della redistribuzione della ricchezza, non va riferita solamente al reddito, ma alla possibilità di soddisfare i bisogni umani nella loro accezione globale.

I bisogni umani sono articolati, secondo la visione di Maslow, in un ordine gerarchico che vede alla base quelli prioritari. I bisogni materiali (aria, acqua, cibo, riposo, casa, salute e sicurezza) stanno alla base della "piramide di Maslow". Un gradino più su ci sono i meno importanti bisogni sociali come l'amore, l'affetto e l'accettazione che permettono l'instaurarsi del senso di appartenenza, e l'autostima e la stima degli altri. In cima alla piramide ci sono invece i cosiddetti bisogni morali come la verità, la perfezione, l'estetica, la pienezza, i significati, il servizio e l'amore. Questa descrizione dei bisogni umani appare comunque viziata sia dalla sua struttura gerarchica che dalla mancanza di interazioni tra i vari bisogni presentati. Più rispondente alla realtà sembra la rappresentazione di Max-Neef⁵. Qui i bisogni vengono organizzati in due categorie: esistenziali e valoriali. I bisogni esistenziali (essere, avere, fare, interagire) connessi ai bisogni valoriali (sussistenza, protezione, affezione, comprensione, partecipazione, creazione, piacere, identità e libertà) danno vita ad una matrice che risponde bene all'esigenza di una visione sistemica e complessa.

Secondo gli studiosi non è sufficiente il reddito a garantire le potenzialità di accesso ai vari bisogni dell'uomo. Per Rawls "il reddito e la ricchezza, intesi come mezzi per qualsiasi scopo (dotati di valore di scambio)"

5. Max-Neef M., "Development and human needs", in Ekins P., Max-Neef M. (a cura di), *Real Life Economics - Understanding Wealth Creation*, Routledge, London, 1992.

non sono i soli beni primari da considerare. Come beni primari vanno intese le “condizioni sociali e mezzi per qualsiasi scopo di vario tipo necessari, in generale, perché i cittadini possano sviluppare adeguatamente ed esercitare appieno i loro poteri morali e perseguire la propria concezione del bene”⁶.

Affinché i cittadini abbiano la possibilità di sviluppare appieno le loro potenzialità è necessario che vi siano delle condizioni minime di base che permettano di partecipare alla vita sociale in modo sano ed autonomo. Ognuno ha diritto ad una parte minima di mezzi per soddisfare i propri bisogni ed un minimo livello di qualità della vita⁷.

Il problema etico assume così due dimensioni interrelate tra loro: la responsabilità nei confronti della natura e la responsabilità di garantire ad ogni individuo la possibilità di soddisfare i propri bisogni. E l’ostacolo più grande verso un’equità sociale ed ambientale sembra essere posto in essere proprio dal sistema economico, se si affida solamente ad esso il compito di generare e distribuire benessere. La generale convinzione che la crescita economica possa appianare le disparità globali appare oggi del tutto malposta. Infatti a fronte di vertiginose crescite del Pil mondiale⁸ non si è assistito ad una corrispondente diminuzione delle piaghe che impediscono agli uomini di vivere dignitosamente. Per dirla in positivo, la crescita dell’economia non ha garantito un corrispondente ampliamento sociale nelle possibilità di far fronte ai bisogni.

La stretta interdipendenza tra i due campi di responsabilità sopra delineati viene espressa chiaramente da Sachs. Secondo il celebre studioso del Wuppertal Institute, la giustizia non può essere raggiunta con la diffusione di una illimitata crescita economica, ma ha bisogno del senso del limite ecologico. Non esiste giustizia in questo mondo senza ecologia, perché altrimenti la biosfera perderebbe il suo equilibrio. La giustizia riguarda sia la limitazione dell’uso del potere, sia il contenimento dell’uso della natura⁹.

In anni recenti si è costituito un nuovo filone di studi che riguarda i risvolti etici del rapporto uomo-natura e l’analisi del valore intrinseco del mondo naturale. L’etica ambientale¹⁰ è una scienza giovane, ma ha già da-

6. Rawls J., *Giustizia come equità. Una riformulazione*, Feltrinelli, Milano, 2002.

7. Cfr. Cough J., *Global Capital, Human Needs and Social Policies*, Palgrave, 2000.

8. Dagli anni '50 alla seconda metà degli anni '90 il Pil mondiale è passato da 4.000 a 23.000 miliardi di dollari. Fonte: Undp, *Human Development Report 1995*, Oxford University Press, 1995.

9. Cfr. Sachs W., *Ambiente e giustizia sociale. I limiti della globalizzazione*, Editori Riuniti, Roma, 2002.

10. Si veda Van de Veer D., Pierce C., *The Environmental Ethics and Policy Book: Philosophy, Ecology, Economics*, Wadsworth Publishing Company, 1994; e Armstrong S., Boltzer R. (a cura di), *Environmental Ethics: Divergence and Convergence*, McGraw-Hill, 1998.

to dei frutti importanti. Richard Primack¹¹, nel suo bel testo *Conservazione della Natura*, elenca sinteticamente i principi fondamentali che sorreggono l'etica ambientale.

- Tutte le specie hanno ugual diritto di esistere e ciascuna di esse ha di per sé un valore intrinseco non legato ai bisogni umani.
- Tutte le specie sono interdipendenti.
- L'uomo ha la responsabilità di agire come custode della natura.
- L'uomo è responsabile verso le generazioni umane future.
- Il rispetto per la vita e l'interesse verso i problemi umani sono compatibili con il rispetto della diversità biologica.
- La natura ha un valore estetico e spirituale che trascende il suo valore economico.
- La biodiversità è necessaria per ricostruire la storia della vita.

È evidente che principi etici di tal genere sono molto lontani dai valori della cultura attualmente dominante. Sarà molto difficile che si diffondano nel tessuto sociale che al momento è governato da forti flussi di informazione che perorano la causa della supremazia assoluta dell'uomo su tutte le altre specie, della necessità da parte del singolo individuo di primeggiare a tutti i costi rispetto agli altri e soprattutto dell'identificazione edonistica nel consumo. Tuttavia oggi nuovi modelli culturali si affacciano all'orizzonte. L'etica ambientale, così come l'etica sociale, rappresentano delle speranze e delle sfide che se debitamente alimentate e portate avanti potranno dare un contributo significativo verso una società globale sostenibile.

Abbiamo già visto, nel capitolo dedicato alla storia internazionale della sostenibilità, come ogni conferenza globale su ambiente e sviluppo abbia prodotto una dichiarazione contenente dei principi guida. Molti di questi principi potrebbero costituire le fondamenta di una nuova etica ecologico-sociale. Purtroppo non sono stati seguiti dai governi dei paesi firmatari anche se spesso e volentieri sono stati il frutto di compromessi tra gli obiettivi dello sviluppo e quelli della tutela dei diritti umani e dell'ambiente. Più interessante appare, ai fini della costituzione di una nuova etica per la sostenibilità, un documento internazionale come *La Carta della Terra*. Sebbene priva di valore giuridico, *La Carta della Terra*, esprime bene i principi fondamentali che scaturiscono dalla nuova posizione di responsabilità universale dell'uomo. Rispetto ed attenzione per le comunità dei viventi, integrità ecologica, giustizia economica e sociale, democrazia, non violen-

11. Primack R.B., op. cit., 2000.

za e pace costituiscono i macroprincipi capaci di guidare l'umanità verso un "nuovo inizio". Questo comunque richiede "un cambio interiore, un cambio del cuore e della mente, un rinnovato senso di dell'interdipendenza globale e della responsabilità. Dobbiamo sviluppare in modo immaginativo e applicare la visione del vivere sostenibile a livello locale, regionale, nazionale e globale"¹².

Un altro importante contributo alla costituzione di una etica della Terra giunge dal premio nobel per la pace Vandana Shiva. Da molti anni impegnata nella difesa dei diritti umani e nella diffusione di una coscienza ecologica, è giunta a definire dieci principi basilari per un futuro equo e sostenibile. Il decalogo di Vandana Shiva¹³ fissa i pilastri su cui è possibile costruire una democrazia globale capace di tutelare i diritti essenziali di tutte le specie viventi.

1. La democrazia della vita di tutte le specie

Siamo tutti membri della comunità terrestre. Abbiamo tutti il dovere di difendere i diritti e il benessere di tutte le specie e di tutti i popoli. Gli esseri umani non hanno il diritto di abusare dello spazio ecologico di altre specie e di altri popoli, o di trattarli con crudeltà e violenza.

2. Il valore intrinseco di tutte le specie

Tutte le specie, gli umani, le culture e il pianeta hanno un valore intrinseco. Sono soggetti, non oggetti da manipolare o di cui appropriarsi. Gli umani non hanno il diritto di appropriarsi di altre specie, di altri popoli o della conoscenza di altre culture mediante brevetti, diritti di proprietà intellettuale, o in ogni altro modo.

3. La diversità in natura e nella cultura

Difendere la diversità biologica e culturale è compito di tutti noi. La diversità è di per se stessa una fine, un valore, una fonte di ricchezza sia materiale che culturale.

4. I diritti naturali alla sussistenza

Tutti i membri della comunità terrestre, inclusi gli umani, hanno diritto alla sussistenza – al cibo e all'acqua, ad un habitat sano e pulito, alla sicurezza dello spazio ecologico. Questi diritti sono diritti naturali; (...) Non sono concessi dagli stati o dalle multinazionali, e non possono essere estinti da uno stato o da una multinazionale. [...]

5. L'economia della Terra

La democrazia della Terra si basa sulla democrazia economica. Nella democrazia della Terra i sistemi economici proteggono gli ecosistemi e

12. www.cartadellaterra.it/statuto.asp.

13. Shiva V., *Il bene comune della Terra*, Feltrinelli, Milano, 2006, pp. 16-19.

la loro integrità, proteggono i mezzi di sussistenza delle persone, e *provvedono ai bisogni essenziali di tutti gli esseri*. [...]

6. Le economie locali

La conservazione delle risorse della Terra e la creazione di adeguati e soddisfacenti mezzi di sussistenza si realizza molto più agevolmente, creativamente, efficientemente ed equamente a livello locale. La localizzazione dell'economia è un imperativo sociale ed ecologico.

7. La democrazia vivente

La democrazia della Terra si fonda sulla democrazia locale vivente, dove le comunità locali sono organizzate in base al principio dell'inclusione, della diversità e della responsabilità sociale ed esercitano la più alta autorità sulle decisioni riguardanti l'ambiente, le risorse naturali, la sostenibilità e i mezzi di sussistenza delle persone. [...]

8. La conoscenza vivente

La democrazia della Terra è basata su sistemi di conoscenza che hanno al loro centro la Terra e la comunità. [...] La conoscenza vivente è un bene comune: appartiene collettivamente alla comunità che la crea e la mantiene in vita generazione dopo generazione.

9. Bilanciare i diritti con le responsabilità

Nella democrazia della Terra i diritti derivano e sono bilanciati dalle responsabilità. Quelli su cui ricadono le conseguenze delle decisioni e delle azioni, sono anch'essi soggetti che decidono.

10. Globalizzare la cura e la compassione

La democrazia della Terra collega le persone in circuiti di cura, di cooperazione e di compassione anziché dividerle con la competizione, il controllo e il conflitto. La democrazia della Terra globalizza la compassione, non l'avidità; la pace, non la guerra.

3. La stagione dello sviluppismo

Il concetto di sviluppo inteso come crescita quantitativa ed illimitata dell'economia ha segnato profondamente la cultura del Novecento. L'inizio dell'era dello sviluppo risale a una data ben precisa: il 20 gennaio 1949, giorno in cui Harry Truman pronunciò il suo discorso inaugurale come Presidente degli Stati Uniti. Fu in quel discorso che Truman definì gran parte del mondo *area sottosviluppata*. Per la prima volta nella storia un uomo politico di primo piano assoggettava più della metà della popolazione mondiale al termine *sottosviluppo*. Così Truman nel 1949: "Ci dobbiamo imbarcare in un programma coraggioso per rendere disponibili i benefici del nostro avanzamento scientifico e del nostro progresso industriale per favorire il miglioramento e la crescita delle aree sottosviluppate. Più

della metà di tutta la popolazione mondiale vive in condizioni prossime alla miseria. Il loro vitto è inadeguato. Sono vittime di malattie. La loro vita economica è primitiva e stagnante. La loro povertà costituisce un handicap e una minaccia sia per loro che per le aree più prospere. Per la prima volta nella storia, l'umanità possiede la conoscenza e la capacità di alleviare la sofferenza di queste persone. [...] Il vecchio imperialismo, lo sfruttamento per il profitto straniero, non trova posto nei nostri piani. Ciò che noi immaginiamo è un programma di sviluppo basato sui concetti di un leale rapporto democratico”.

L'incommensurabile varietà delle condizioni di vita del Sud fu così raggruppata in un'unica categoria e ridotta a una parola: sottosviluppato. La nuova espressione coniata da Truman comunicava esattamente il suo punto di vista sul mondo: tutti i paesi della terra andavano in una sola direzione, lo sviluppo. Alcuni procedevano più velocemente, altri più lentamente e a fatica. I paesi del Nord e in particolare gli Stati Uniti erano molto più avanti, mentre il resto del mondo, con le sue ridicole percentuali di reddito pro capite, rimaneva indietro.

Questa visione trumaniana cambiava radicalmente la percezione della realtà e trasformava il globo in un'arena in cui tutti i popoli concorrevano per una posizione migliore. Inoltre l'immagine che la società altamente sviluppata del Nord aveva di sé stessa veniva proiettata nel resto del mondo come modello guida. Essendo infatti gli Stati Uniti la nazione più avanzata nelle tecniche industriali e scientifiche, tutti i popoli avrebbero dovuto seguire le sue orme nella scalata verso il progresso e il benessere. Da parte loro, gli Stati Uniti promettevano aiuto e assistenza ai paesi in difficoltà offrendo attività industriali e un più alto standard di vita come soluzione alle sofferenze.

Questa nuova impronta economica segna l'inizio di una nuova fase storica e la rottura col passato, in particolare con l'epoca coloniale immediatamente precedente. Nell'Ottocento e lungo tutto il periodo caratterizzato dal colonialismo europeo, lo sviluppo possedeva infatti una connotazione decisamente diversa. In verità, le potenze coloniali si sentivano già prima in una condizione di competizione economica, ma il dominio sulle colonie era innanzitutto un obbligo culturale derivante da una particolare vocazione alla missione civilizzatrice. Con Truman tale distinzione tra regno economico e morale svanisce e i due mandati si sovrappongono fino a formarne uno solo: lo sviluppo economico. Da quel momento in poi, nella formula dello sviluppo rientrano non solo le risorse naturali, ma anche gli esseri umani. Il raggio d'azione dello sviluppo non è più limitato unicamente alle risorse del territorio: intere popolazioni diventano oggetti di sviluppo. Man mano le preoccupazioni morali nei confronti delle persone vengono messe in ombra dalle preoccupazioni economiche per lo sviluppo.

po. La componente economica comincia così a prevalere su quella morale, fino a diventare l'unico parametro di riferimento per stabilire il grado di civilizzazione.

Dal 1945, la prestazione economica diviene la misura onnicomprensiva dell'eccellenza di un paese e il Pil (prodotto interno lordo) pro capite l'unico indicatore reale per definire il grado di sviluppo. Tale visione economicistica incentrata sulla crescita in output e sul reddito pro capite trasforma il *progresso della civiltà* in *mobilitazione economica*. E lo sviluppo viene a coincidere con il grado di produttività e accumulazione. Inteso in questi termini, lo sviluppo assume la connotazione di concetto guida, di mappa mentale per tutti i paesi del mondo.

Verso la fine degli anni '60, cominciarono a scorgersi fratture profonde nel *sistema sviluppo*. Fu sempre più chiaro che le promesse erano state costruite sul nulla e che il benessere sociale, fondato sulla sola crescita economica, era una triste illusione. Secondo l'idea di Truman, il divario tra paesi avanzati e paesi in via di sviluppo (PVS) doveva essere colmato, e invece si era allargato, al punto da rendere quasi impensabile un ricongiungimento futuro.

E proprio in quegli anni cominciò a emergere una nuova scottante realtà: la forte polarizzazione tra il Nord e il Sud del mondo si rispecchiava all'interno delle diverse società, sviluppate o arretrate che fossero. Il divario sociale non riguardava più soltanto le grandi categorie mondiali dei *paesi ricchi* e *paesi poveri*, ma si viveva internamente a ogni singola comunità. Mentre veniva a crearsi una classe media consumistica di persone aventi un'automobile, un conto in banca e prospettive di carriera, cresceva il numero di coloro che venivano relegati ai margini della società a causa del proprio stato di sottoalimentazione, analfabetismo, malattia o disoccupazione.

Robert McNamara, presidente della Banca Mondiale, esponeva così la situazione nel 1973: "Sviluppo non equivale ad arricchire i poveri... La crescita rapida si è accompagnata a una diffusa maldistribuzione del reddito in molti paesi in via di sviluppo...Ci dobbiamo sforzare di sradicare la povertà assoluta entro la fine del secolo. Questo significa in pratica l'eliminazione della sottoalimentazione e dell'analfabetismo, la riduzione della mortalità infantile e l'innalzamento della speranza di vita verso standard pari a quelli dei paesi sviluppati".

Con questo discorso il presidente entrante della World Bank spostava l'attenzione sui poveri del mondo, evidenziando così il fallimento del progetto di crescita da cui la grande maggioranza delle persone avrebbe dovuto trarre beneficio. Emergeva quindi il primo forte elemento negativo della *corsa allo sviluppo*: la non equità economico-sociale.

4. La globalizzazione

Attualmente lo scenario dinamico globale entro cui ambiente, società e economia interagiscono è costituito dal processo di globalizzazione. Dalle sue connotazioni politiche dipende il futuro progresso dell'umanità. Inoltre è un tema strettamente connesso all'eticità dello sviluppo, in quanto costituisce il sistema globale di reperimento e distribuzione delle risorse sia economiche che conoscitive. In effetti due sono essenzialmente gli aspetti principali del fenomeno della globalizzazione: quello economico (che implica anche quello ambientale), e quello socio-culturale. Il primo consiste fondamentalmente nell'apertura dei mercati agli scambi internazionali, il secondo nell'accesso globale all'informazione, reso possibile dalle nuove tecnologie telematiche.

Il tema è reso complesso, non solo dalla sua costitutiva vastità d'implicazioni, ma anche dalle diverse interpretazioni e dai differenti giudizi che suscita nella società. Alcuni lo considerano un fenomeno positivo, poiché abbattendo i confini nazionali, permette maggiori scambi sia in termini economici che in termini di conoscenze. Altri vi paventano un appiattimento culturale globale e l'asservimento dell'umanità al capitale internazionale.

Come fanno ben notare gli studiosi del fenomeno, Suarez-Orozco e Qin-Hilliard¹⁴, manca una definizione univoca di globalizzazione. A seconda dei differenti approcci, il termine viene connesso alla liberalizzazione del mercato internazionale, o al superamento delle società nazionali, o ad una nuova forma di colonialismo o addirittura di imperialismo, o ancora alla diffusione del modello economico culturale americano nel mondo.

Boscaro¹⁵ definisce la globalizzazione come un insieme di processi di grande intensità e rapidità su scala mondiale, in campo economico, sociale, culturale ed ideologico che fa sì: a) che la circolazione di persone, cose, informazioni, conoscenze ed idee possa superare le barriere materiali ed immateriali; b) che le condizioni economiche, gli stili di vita e le visioni ideologiche si uniformino, in particolare in conformità col modello occidentale metropolitano.

Le caratteristiche fondamentali del processo di globalizzazione sono: a) nuove forme di produzione e distribuzione realizzate dal commercio internazionale (multinazionali, istituzioni finanziarie internazionali, accordi internazionali sul commercio); b) sviluppo di tecnologie di comunicazione in grado di connettere tutte le regioni del mondo (internet); c) aumento della

14. Suarez-Orozco M.M., Qin-Hilliard D.B. (a cura di), *Globalization. Culture and Education in the New Millennium*, University of California Press, Berkeley, 2004.

15. Cifr. Boscaro A., *Dizionario della globalizzazione. Le idee e le parole dello sviluppo*, Zelig Editore, Milano, 2002.

mobilità migratoria; d) diffusione di cambiamenti culturali che indeboliscono i valori e le tradizioni locali.

Secondo gli scienziati della sostenibilità la globalizzazione è un potenziale ostacolo per lo sviluppo sostenibile se persegue una strada antidemocratica ed iniqua. Fondamentale in questa ottica è la governance del processo. Al momento, tuttavia, essa sembra essere abbastanza debole ed incerta. La sfida che si affaccia all'orizzonte è far sì che la globalizzazione sia un processo al servizio dell'umanità, in modo da garantirne un equo progresso in termini di qualità della vita e di qualità ambientale. La preoccupazione è invece che possa divenire uno strumento per l'asservimento della maggior parte della popolazione mondiale a favore di ristrette comunità estremamente ricche e benestanti.

Esprime bene tali preoccupazioni ed auspici il già citato Wolfgang Sachs poco prima del Summit mondiale sullo sviluppo sostenibile di Johannesburg dichiarando che la causa della giustizia e della sostenibilità si arenerebbe se non fosse elaborata nell'ambito della globalizzazione democratica. Secondo Sachs¹⁶ il processo di globalizzazione è spinto da due forze: la tecnologia che ha elevato il livello potenziale di connessione tra persone molto distanti e l'ondata ventennale di liberalizzazioni, deregolamentazioni, privatizzazioni dei flussi di capitali e del commercio globale. Le istituzioni di Bretton Woods, Fondo Monetario Internazionale e Organizzazione Mondiale del Commercio, sono i perni di questo processo. Queste due forze costituiscono la base di due diverse concezioni di globalizzazione: la globalizzazione aziendale, che mira a trasformare il mondo in una sola arena economica, e la globalizzazione democratica che immagina un mondo composto da una fiorente pluralità di culture in cui i diritti fondamentali di ogni cittadino del mondo siano riconosciuti.

Tenteremo di capire quanto la globalizzazione economica sia democratica ed equa e quali siano le conseguenze di un tale processo in termini di sviluppo e benessere per la popolazione del mondo. A tal fine è necessario gettare uno sguardo sulle istituzioni che ne garantiscono la governance.

5. Il sistema di Bretton Woods

Il problema basilare del commercio internazionale è la mancanza di una moneta universale. Nel secolo scorso per i pagamenti relativi agli scambi internazionali si faceva riferimento all'oro o alle monete forti, come il dol-

16. Cfr. Heinrich Boll Foundation, *The Jo'burg Memo, Fairness in a Fragile World. Memorandum for the World Summit on Sustainable Development*, 2002 (ed. it., *The Jo'burg Memo. Ecologia: un nuovo colore della giustizia*, EMI, Bologna, 2002).

laro americano o la sterlina inglese. Ma le crisi economiche dei primi decenni del ventesimo secolo diffusero una grande sfiducia nei confronti di tutte le monete ed il commercio internazionale entrò in un periodo di grandi difficoltà ed estrema confusione. Per uscire dall'impasse furono organizzate a partire dall'inizio degli anni '30 diverse conferenze internazionali che ebbero però scarso successo. Nel 1944 a Bretton Woods nel New Hampshire (Usa) alla Conferenza Internazionale Monetaria e Finanziaria si riuscì a trovare una soluzione ai problemi monetari mondiali. Fu istituito un organismo internazionale denominato Fondo Monetario Internazionale (Fmi) con il duplice mandato di garantire una stabilità agli scambi monetari internazionali supervisionando le relazioni tra le varie monete e di aiutare i paesi indebitati attraverso un sistema di prestiti agevolati. Il Fondo venne costituito con i versamenti dei paesi aderenti. Nel caso in cui un paese si fosse trovato in situazioni economiche difficili gli si riconosceva il diritto di ritirare dal Fondo fino al 25% della propria quota. Se invece avesse avuto necessità economiche più ampie allora avrebbe avuto la possibilità di chiedere un prestito. Il sistema dei prestiti non è però libero ed incondizionato. L'Fmi, a fronte della concessione di prestiti, richiede delle garanzie: il paese richiedente deve dimostrare di disporre di una adeguata politica per risolvere i suoi problemi di pagamento e soprattutto deve garantire la conformità delle proprie strategie economiche alle condizioni poste dal Fondo stesso. È l'Fmi, quindi, a dettare le regole per le economie dei paesi in crisi. Purtroppo le politiche di aggiustamento imposte dall'Fmi ai paesi contrattori di debiti non hanno mai realmente risollevato le loro economie in crisi, ma hanno avuto il semplice scopo di garantire il pagamento del debito senza mai considerarne la ricaduta sociale, ambientale ed economica. Per quanto concerne la democraticità di questa istituzione internazionale, basti dire che il peso decisionale dei vari paesi aderenti (178 paesi nel 1997) è proporzionale alle quote versate. Ne risulta una situazione assolutamente squilibrata in favore delle nazioni più ricche del mondo. Usa, Giappone, Germania, Inghilterra e Francia da sole controllano il 39% dei voti, mentre i paesi del sud del mondo giungono tutti insieme solamente al 32,2% dei voti. La rappresentatività non si basa quindi sul peso demografico delle varie nazioni e come tale non può garantire gli interessi dei più. Il fatto che il regime dei prestiti sia stato sottoposto all'obbligatorietà di condizioni dettate dal Fondo stesso e la circostanza che vede i paesi più ricchi del mondo detenere il maggiore peso decisionale all'interno dell'istituzione costituiscono i motivi fondamentali per cui l'Fmi non è riuscito in 60 anni di attività a dare un reale soccorso ai paesi indebitati. In realtà c'è un generale accordo tra gli studiosi nel ritenere che abbia soltanto aggravato la situazione dei paesi poveri ed allargato il divario tra Nord e Sud del mondo.

A Bretton Woods si concorda l'istituzione di un'altra organizzazione finanziaria mondiale, la Banca Mondiale. Il suo mandato consiste nel finanziare la costruzione di infrastrutture al fine di promuovere la crescita industriale dei vari paesi del mondo. All'inizio si è occupata di finanziare la ricostruzione dell'Europa, distrutta dalla II Guerra Mondiale, oggi si occupa essenzialmente del finanziamento di grandi opere infrastrutturali nei paesi del Sud. La sua struttura interna è piuttosto complessa e si compone di cinque istituzioni strettamente collegate tra loro:

- la Banca Internazionale per la Ricostruzione e lo Sviluppo (Ibrd) – raccoglie le quote dei paesi membri, ne investe i capitali e con le risorse acquisite finanzia progetti di ricostruzione e sviluppo;
- l'Associazione Internazionale per lo Sviluppo (Ida) – concede prestiti a tassi agevolati e con lunghe dilazioni nei pagamenti del debito, che vengono spesso utilizzati dai paesi del Sud per ripagare i propri debiti internazionali;
- la Società Finanziaria Internazionale (Ifc) – finanzia direttamente le imprese;
- l'Agenzia Multilaterale di Garanzia sugli Investimenti (Miga) – rappresenta un fondo di garanzia che sostiene l'Ifc;
- il Centro Internazionale per la Risoluzione di Controversie sugli Investimenti (Icsdi) – costituisce un organismo interno d'ispezione che opera su richiesta degli interessati.

La Banca Mondiale predispone, in consultazione con i Governi che ricevono il sostegno economico, dei documenti strategici nazionali di assistenza che contengono una valutazione di quelle che sono ritenute le priorità del paese richiedente il finanziamento. Recentemente viene fatto riferimento anche agli Obiettivi del Millennio, ma in realtà la logica che ha guidato l'attività della Banca Mondiale è stata la ricerca di una generica crescita dell'economia. L'obiettivo da raggiungere è la crescita della produzione nazionale, non importa alla Banca Mondiale se le modalità, le condizioni e le ricadute dei progetti finanziati siano democratiche e socialmente sostenibili. Spesso la Banca Mondiale ha finanziato progetti disastrosi dal punto di vista ambientale e sociale, come grandi dighe e miniere che hanno comportato la distruzione di migliaia di ettari di foreste e l'esodo forzato di migliaia di persone. Per di più spesso e volentieri i progetti della Banca Mondiale hanno portato ingenti profitti alle imprese del Nord e debiti ai paesi del Sud. D'altronde il potere decisionale all'interno dell'istituzione internazionale è ancora una volta nelle mani dei paesi più ricchi del mondo. Alla Banca Mondiale aderiscono 151 paesi, gli Usa detengono da soli il 15,4% dei voti, l'Europa il 36% ed il Giappone l'8,9%.

6. Gatt, Wto e commercio internazionale

Con la Conferenza Mondiale di Bretton Woods e la conseguente istituzione dell'Fmi e della BM era stata affrontata la questione della stabilità della moneta di scambio internazionale e del finanziamento per la crescita economica ed industriale. Rimaneva aperto il problema di fondo che si voleva risolvere a Bretton Woods: garantire la ripresa del commercio internazionale.

La crisi economica internazionale del '29 aveva spinto le nazioni a difendere le proprie produzioni tramite l'erezione di barriere doganali che avevano lo scopo di limitare l'ingresso dei prodotti stranieri nei mercati interni. Diversi tentativi di accordo internazionale sul commercio furono portati avanti nell'arco degli anni '30, ma solo nel 1946 le Nazioni Unite scelsero in campo per affrontare la questione con determinazione. Inizialmente si pensò all'istituzione di un organismo internazionale che si occupasse di regolamentare le relazioni commerciali tra le varie nazioni. Ma l'opposizione degli Stati Uniti fece prevalere la linea della negoziazione internazionale. Nel 1947 fu stipulato un accordo che fissò le regole per la negoziazione internazionale in materia di commercio. Il General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) sancisce, mediante 38 articoli, i principi che le nazioni sono tenute e rispettare per garantire la crescita del libero commercio internazionale. Su questa base ogni dieci anni viene avviata una trattativa (round) tra le varie nazioni aderenti con lo scopo di sviluppare ed ampliare le basi dell'accordo mediante la negoziazione. Una grande svolta è stata registrata nel 1986 con l'apertura del cosiddetto "Uruguay Round" che ha condotto nel 1995 ad un nuovo accordo generale e all'istituzione di un organismo internazionale dotato di forti poteri decisionali e di controllo. L'Organizzazione Mondiale del Commercio (Wto) nasce così con il mandato di farsi garante dell'applicazione del nuovo Gatt '95 e di regolare le controversie relative alla sua applicazione tra le varie nazioni aderenti. I principi fondamentali del Gatt sono¹⁷:

- mantenere i dazi doganali nei limiti concordati. Eventuali cambiamenti devono essere approvati dai paesi interessati;
- garantire l'ingresso alle merci estere senza limiti quantitativi;
- estendere a tutti i paesi aderenti ogni privilegio accordato ad un singolo paese;
- applicare alle merci estere lo stesso trattamento fiscale e normativo applicato ai prodotti interni;

17. Centro Nuovo Modello di Sviluppo, *Nord/Sud. Predatori, predati e opportunisti*, EMI, Bologna, 1993.

- accordare ai prodotti del Sud del mondo trattamenti particolari;
- ricorrere al GATT contro chi non rispetta l'accordo, con possibilità di applicare ritorsioni.

Quest'ultimo punto ha delle implicazioni notevoli sul piano della governance internazionale, in quanto il Wto vanta al suo interno un organismo giurisdizionale, il *Dispute Settlement Body*, che ha il potere di infliggere sanzioni pecuniarie enormi alle nazioni che secondo le commissioni arbitrali non abbiano rispettato i principi sanciti dal Gatt. Per questo motivo l'istituzione del Wto pone un problema di scontro tra i poteri nazionali e quelli transnazionali in relazione alle questioni commerciali. La questione è di grande rilevanza politica in quanto il "tribunale" (Dsb) del Wto è una istituzione giurisdizionale internazionale capace di colpire addirittura i governi delle nazioni del mondo. Inoltre il campo di intervento del Wto in realtà non riguarda solo le questioni commerciali, poiché queste ultime hanno fondamentali e dirette implicazioni in campo sia sociale che ambientale. Scrivono a proposito Wallach e Sforza: "a differenza dei precedenti patti commerciali, il Wto e gli accordi che lo compongono estendono il proprio raggio d'azione molto al di là delle tradizionali questioni commerciali, come le tariffe, le quote, o le prescrizioni sul trattamento da riservare alle merci nazionali e straniere. Le norme del Wto possono per esempio limitare l'efficacia delle leggi di un paese in merito alla sicurezza dei cibi o al rispetto delle norme di etichettatura dei prodotti. Possono impedire ad un paese di vietare il commercio di prodotti ottenuti con il lavoro minorile. Possono perfino regolamentare l'impiego delle imposte statali (per esempio vietando che nelle decisioni di acquisto dei governi incidano considerazioni di carattere ambientale o umanitario). Le restrizioni del Wto si applicano tanto alle leggi locali o regionali quanto alle leggi nazionali"¹⁸.

Sono numerosi i casi che hanno dimostrato che il potere del Wto è addirittura superiore a quello dei governi nazionali. Molti di questi riguardano questioni ambientali, sanitarie o di proprietà intellettuale.

Ambiente

- Il ridimensionamento della legge del Congresso degli Stati Uniti d'America sull'inquinamento atmosferico;

18. Wallach L., Sforza M., *WTO. Tutto quello che non vi hanno mai detto sul commercio globale*, Feltrinelli, Milano, 2000, p. 14.

- la mancata regolamentazione della pesca al tonno al fine di evitare che milioni di delfini vengano uccisi dalle reti denominate “giacchi”. L’Amministrazione Clinton, dopo aver prodotto un’adeguata legge, viene costretta dalla sentenza del Wto a ritirare l’emendamento sui delfini per allinearsi con il GATT;
- la “guerra” all’eco-etichettatura europea.

Salute

- Le pressioni affinché l’Europa accetti il manzo trattato con ormoni artificiali;
- la minaccia Usa di denunciare al Wto una normativa della Corea del Sud che prevedeva lunghe procedure di controllo sulla frutta di importazione determina in quel paese un abbassamento degli standard sulla sicurezza alimentare¹⁹;
- il caso Folpet (fungicida ad ampio spettro): le norme del Wto rendono più difficile vietare l’uso di sostanze nocive nella coltura e nella conservazione dei generi alimentari;
- il caso degli Ogm: uno scontro ancora aperto Usa/Europa;
- le minacce statunitensi inducono la Thailandia ad abbandonare la politica sui prezzi per un accesso diffuso ai farmaci.

Proprietà intellettuale

- Lo scontro Usa/India sui brevetti riguardanti sostanze che possono essere usate come alimenti, medicinali e farmaci;
- il caso del riso Basmati vede il Pakistan e l’India schierati in difesa delle loro conoscenze ed usi tradizionali e gli Usa che tentano di depredarli in nome del profitto;
- il neem (albero venerato in India per le sue proprietà farmaceutiche e per il suo utilizzo come pesticida biologico) ed il brevetto Usa.

Se si considera che l’obiettivo prioritario del Gatt e del Wto è il potenziamento del commercio internazionale anche a discapito della tutela della salute dei cittadini del pianeta e della generale salute degli ecosistemi, si capisce perché queste istituzioni siano state bersaglio di critiche feroci non solo da parte dei fautori dello sviluppo sostenibile.

19. Spesso non si giunge neanche di fronte al tribunale del Wto, sono sufficienti le minacce di denuncia per far cambiare intere politiche nazionali su specifiche materie. L’enorme livello delle sanzioni economiche terrorizza i governi nazionali.

Le norme del Wto hanno spesso impedito alle nazioni di tutelare la salute dei propri cittadini: “(...) il sistema Wto ribalta il concetto sulla base del quale la maggior parte dei governi affrontano il problema della sicurezza alimentare e altre strategie connesse alla salute. Di solito sono i fabbricanti a dover dimostrare che un prodotto è sicuro prima di immetterlo sul mercato, e i paesi non ne autorizzano la vendita finché l’azienda produttrice non ne abbia fornito la dimostrazione adeguata. Invece, in base alla normativa Wto, l’onere della prova è ribaltato: i governi devono dimostrare che un prodotto non è sicuro prima di vietarlo, e devono superare ostacoli procedurali quasi impossibili per dimostrare che un prodotto costituisce un pericolo per la salute. Le leggi del Wto danno priorità al commercio rispetto alla salute, esigendo che le normative nazionali siano le meno limitative possibili per il commercio”²⁰. È chiaro che una tale impostazione è assolutamente opposta all’approccio stabilito dalla Dichiarazione di Rio, dove il principio precauzionale nel campo delle questioni ambientali implica un ragionamento antitetico a quello sancito dal Wto. Inoltre è scandalosamente contraria alla tutela dei diritti fondamentali dell’uomo. Lo stesso Soros fa notare che “è una regola del Wto che vieta ai paesi di trattare in modo diverso merci fisicamente simili in base a come vengano prodotte. Questa regola è stata concepita per impedire ai paesi di discriminare i beni in base ai metodi di produzione, ma in pratica rende difficile per i singoli stati imporre standard sull’ambiente, il lavoro e i diritti umani”²¹.

Gli studiosi del fenomeno globalizzazione ritengono che il processo, per come è stato condotto sinora, mette in crisi il modello democratico su scala globale, permettendo di fatto una preminenza dell’area economica su quella politica o quantomeno la *fuga* dei soggetti economici dalle responsabilità a cui sarebbero soggetti secondo le regole politiche democratiche. Secondo Bauman, grazie alla diffusione indiscriminata di regole a favore della libertà commerciale e soprattutto della libertà di movimento dei capitali e della finanza, l’‘economia’ sfugge progressivamente al controllo politico²².

Riguardo al rapporto tra democrazia e globalizzazione appaiono illuminanti le parole del premio nobel Kenneth Arrow²³. Egli ritiene che la globalizzazione agisce in modo di ampliare le competenze del mercato nei sistemi di equità e di restringere le competenze della democrazia.

20. Ibidem.

21. Soros G., *Globalizzazione. Le responsabilità morali dopo l’11 settembre*, Fonte delle Grazie, Milano, 2002.

22. Cfr. Bauman Z., *Dentro la globalizzazione. Le conseguenze sulle persone*, Laterza, Roma-Bari, 2003.

23. Cfr. Fitoussi J., *La democrazia ed il mercato*, Feltrinelli, Milano, 2004.

Non va d'accordo con la democrazia perché altera il sistema di equità vigente nei vari paesi, senza che questa modificazione sia stata oggetto di una scelta democraticamente condivisa. Secondo Arrow la globalizzazione restringe lo spazio delle decisioni collettive, delle sicurezze sociali, della redistribuzione, dei servizi sociali, nel momento in cui diventano più necessari.

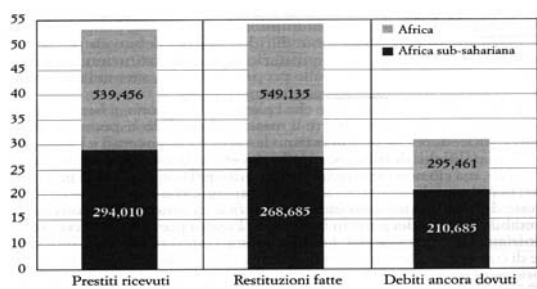
Gli ultimi decenni della storia economica internazionale svelano quindi la necessità di un controllo maggiore applicato al libero mercato internazionale che permetta accanto allo sviluppo economico mondiale anche la tutela dei diritti umani fondamentali e della capacità dell'ecosfera di mantenere i propri servizi all'umanità. Il problema della *governance* a livello globale sta proprio nel riuscire a porre dei limiti allo strapotere raggiunto dalle organizzazioni internazionali che promuovono il commercio globale (Fondo Monetario Internazionale, Banca Mondiale e Wto) e dalle aziende multinazionali che lo attuano direttamente ricavando enormi profitti. Scrive a proposito Rodrik: “la lezione del ventunesimo secolo è che il successo in termini di sviluppo economico richiede che i mercati siano sostenuti da solide pubbliche istituzioni [...] Lo sviluppo economico in ultima analisi dipende da una strategia della crescita nazionale e non dai mercati mondiali”²⁴.

7. Globalizzazione ed agricoltura: lo scontro Nord/Sud

Un altro frutto discutibile del lungo intenso negoziato dell'*Uruguay Round* è stato l'accordo sulla liberalizzazione dell'agricoltura. Conosciuto come *accordo di Marrakech*, prevede l'inclusione del settore agricolo nel Gatt, stabilendo il progressivo smantellamento dei protezionismi agricoli tramite la riduzione dei sostegni interni, delle sovvenzioni alle esportazioni e delle protezioni alla frontiera. Questo accordo ha finito con il colpire duramente le deboli economie dei paesi in via di sviluppo. I paesi avanzati occidentali dovevano esserne in qualche modo consapevoli, visto che essi stessi hanno sempre protetto le loro economie rafforzandole molto prima di aprirle al commercio internazionale. L'Europa per esempio ha seguito questa linea fino agli anni '70. La responsabilità dei paesi ricchi appare ancora maggiore se si pensa che in realtà, nonostante l'accordo di Marrakech, hanno continuato a sorreggere le loro agricolture con sovvenzioni e sussidi di enorme portata. I paesi Ocse hanno aumentato le sovvenzioni

24. Rodrik D., *Development Strategies for the Twenty-First Century*, in Kohsaka A. (a cura di), *New Development strategies. Beyond the Washington Consensus*, Palgrave Macmillan, Houndmills, 2004, pp. 34-35.

Fig. 7.1 - Il grafico illustra la situazione debitoria dei paesi africani tra il 1970 e il 2002. Le cifre sono espresse in miliardi di dollari. I debiti ancora dovuti sono inferiori alla quota totale delle sovvenzioni che i paesi Ocse destinano all'agricoltura (Fonte: La Camera F., op. cit., 2005)



all'agricoltura di un terzo fino al 1998 e del 19% dal 1998 al 2002²⁵. L'ammontare totale del denaro che i paesi sviluppati destinano alle sovvenzioni per l'agricoltura raggiunge i 360 miliardi di dollari all'anno, un miliardo di dollari al giorno.

La stessa Commissione per l'Africa, presieduta del primo ministro britannico Blair, denuncia l'insostenibilità e l'ingiustizia di una tale situazione ed invita con forza i paesi ricchi a porvi rimedio: "I paesi ricchi debbono smantellare le barriere che essi hanno eretto contro i beni africani, particolarmente quelli agricoli. Queste barriere offendono i cittadini sia dei paesi poveri sia dei paesi ricchi. Essi debbono abolire i sussidi alla propria agricoltura e alle connesse attività (viviamo in un mondo dove ogni mucca riceve un sussidio superiore ai 2 dollari al giorno – il doppio del reddito pro capite in Africa. Le mucche giapponesi addirittura 4 dollari al giorno) che distorcono il commercio e danno loro un vantaggio ingiusto nei confronti dei poveri agricoltori africani"²⁶.

Le proteste della società civile internazionale contro le politiche delle istituzioni di *Bretton Woods* vengono sempre più alla luce e la Conferenza ministeriale dell'Organizzazione mondiale del commercio che si svolge a Seattle nel 1999 ne sente fortemente le ripercussioni. A Seattle viene riconosciuto dalle stesse organizzazioni che portano avanti il processo di globalizzazione l'esigenza di conferire maggiore democraticità al sistema di governo degli scambi internazionali. Viene anche ammesso che il tradizionale procedimento del negoziato non è adeguato a limitare il gap che divi-

25. George S., *Fermiamo il Wto*, Feltrinelli, Milano, 2002.

26. Cfr. Report of The Commission for Africa, *Our Common Interest*, Commission for Africa, 2005.

de i paesi sviluppati dal mondo in via di sviluppo. A Seattle la negoziazione sul Mai (*Multilateral Agreement on Investment*) si arena, a causa anche delle forti proteste dei movimenti anti-globalizzazione. Il Mai aveva l'obiettivo di concedere alle imprese maggiori diritti negli investimenti all'estero. Il che avrebbe senza dubbio comportato una ulteriore perdita di sovranità nazionale e di controllo democratico.

Lo stesso Wto, durante i lavori preparatori per la IV Conferenza Ministeriale (Doha), ammette gli errori compiuti sia in materia di trasparenza, che di partecipazione e fissa dei nuovi obiettivi strategici²⁷:

- far sì che si ricostituisca la fiducia nel sistema;
- aprire i fondamentali negoziati sull'agricoltura e sui servizi;
- tenere conto delle difficoltà dei paesi in via di sviluppo;
- operare al fine di rendere il processo preparatorio della Conferenza Ministeriale di Doha il più trasparente e coinvolgente possibile;
- coinvolgere le capitali ed i Ministri interessati;
- assicurare l'effettiva partecipazione di tutti i membri dell'organizzazione, soprattutto di quelli che non dispongono di sede stabile a Ginevra;
- informare tutti i portatori di interesse dei potenziali benefici degli imminenti negoziati;
- assicurare coerenza al rapporto con le altre agenzie dell'Onu.

Nonostante le buone intenzioni del Wto le successive Conferenze Ministeriali (Doha, 2001 – Cancun 2003) non riescono a portare significativi successi al negoziato sulla liberalizzazione internazionale. Le differenti reazioni all'insuccesso dei negoziati sono degne di nota. Il capo della delegazione americana Robert Zoellick²⁸, a proposito dello stallo dei negoziati dichiara con stizza che il futuro del multilateralismo è minacciato da gruppi petulanti e non cooperativi di paesi in via di sviluppo. Di opinione diversa è invece lo studioso Stiglitz, che dichiara che il fallimento di Cancun è un trionfo per la democrazia: i paesi in via di sviluppo non tornano a casa con un accordo ingiusto del tipo di quello dell'Uruguay Round²⁹.

Alla luce di quanto descritto sopra appare necessario, se si vuole perseguire a livello globale l'attuazione delle politiche di sviluppo sostenibile, una profonda revisione del sistema di governance internazionale. Sembra soprattutto importante sottoporre i progetti di sviluppo infrastrutturale alle

27. World Trade Organization, *The Road to Doha and Beyond*, Geneva, 2002.

28. Cfr. *Reflection from the Cancun trade Ministerial meeting* disponibile sul sito www.wto.org.uk/Cancun/20Report.pdf.

29. Cfr. Stiglitz J., *The Stiglitz Plan: From Doha to the Developing World*, Center for Global Development, 2004.

procedure di valutazione d'impatto ambientale e sociale. Inoltre appare fondamentale limitare i poteri del Wto, in particolar modo è necessario trovare una soluzione ai conflitti che scaturiscono tra il Wto e i Mea 's (*Multilateral Environmental Agreement's* - Accordi Multilaterali per l'Ambiente). I Mea's dovrebbero addirittura risultare più forti sul piano legislativo internazionale rispetto agli accordi internazionali su commercio. Bisognerebbe insomma che venisse garantito in sede di diritto internazionale la preminenza delle istanze di ordine sociale e ambientale rispetto a quelle del commercio internazionale. A tal fine sarebbe necessario istituire un organismo di risoluzione delle dispute indipendente.

Infine, per perseguire globalmente un equo sviluppo sostenibile è indispensabile considerare i diversi livelli di progresso e benessere conseguiti nelle varie aree del pianeta. I paesi sottosviluppati ed in via di sviluppo hanno ancora il diritto di crescere economicamente, al fine di garantire le condizioni minime di benessere e di qualità della vita a tutti i loro cittadini. I paesi ricchi, al contrario, hanno il dovere di fermare la loro crescita economica, di educare le loro popolazioni a stili di vita più sobri e meno consumistici, di investire sul miglioramento della qualità della vita, e di limitare al loro interno la diffusione della povertà e dell'esclusione sociale.

8. Lo stile di vita sostenibile

Abbiamo già visto come il livello di prelievo di risorse e di emissione di rifiuti su scala globale ecceda la capacità portante della totalità degli ecosistemi terrestri. Il deficit ecologico è ben dimostrato dalle ricerche sull'indicatore dell'impronta ecologica. Oggi sappiamo, grazie ai progressi della giovane scienza della sostenibilità, che l'umanità utilizza più risorse di quanto la Terra sia in grado di fornirne senza compromettere questa capacità nel futuro. L'ipersfruttamento attuale delle risorse naturali comporterà degli enormi costi e avrà delle conseguenze difficilmente prevedibili, ma potenzialmente disastrose per il futuro sia dell'umanità che di tutte le forme viventi. Chi oggi gode di un alto tenore di vita e consuma al di là dei propri effettivi bisogni probabilmente non risentirà molto delle pericolose conseguenze dell'attuale deficit ecologico. Saranno le giovani e le nuove generazioni a subire i danni maggiori.

Ognuno di noi è in parte responsabile di questa situazione eticamente, socialmente ed ecologicamente insostenibile. Ognuno di noi può concretamente fare qualcosa per invertire la tendenza attuale dei consumi. È sufficiente operare delle scelte relative ai servizi ed ai prodotti che si acquistano ed orientare il proprio stile di vita verso la riduzione dei consumi e la cura.

Scegliere i prodotti che si acquistano significa fare *consumo critico* se le scelte sono guidate da principi di equità e di sostenibilità. Consumare criticamente vuol dire in primo luogo prediligere i prodotti locali a quelli importati sia a livello nazionale che internazionale. In secondo luogo implica il dare la preferenza a tutti quei prodotti che mostrano un packaging ridotto. In terzo luogo comporta l'orientamento della scelta verso tutti quei prodotti che dimostrano (tramite certificazioni ed etichettature) di rispettare i delicati e dinamici equilibri ambientali. Le certificazioni ambientali, l'ecolabel, i marchi dell'agricoltura biologica e del commercio equo e solidale rappresentano un importante settore del consumo critico, il più avanzato ed il più sicuro.

Il consumo critico può comunque spingersi oltre. È, infatti, possibile operare tramite i propri consumi al fine di “colpire” aziende o multinazionali che stanno attuando politiche di produzione o di commercializzazione antisostenibili vuoi sul piano ambientale, vuoi su quello sociale od etico. Per operare tramite i *boicottaggi* è indispensabile una buona informazione di base. Esistono numerosi manuali di consumo critico, in essi è possibile rintracciare facilmente notizie sui comportamenti delle aziende³⁰.

È un dato di fatto che le scelte dei consumatori possono spesso orientare i mercati e l'offerta. È il caso della Nike, che ha cambiato le proprie politiche di produzione che prevedevano l'utilizzo di manodopera giovanile a basso costo, in seguito ai cali delle vendite registrati dopo lo scandalo dei palloni di calcio fabbricati da bambini. Molte altre aziende hanno tenuto conto della risposta del mercato soprattutto nei casi in cui sono state oggetto di campagne di boicottaggio. Multinazionali come la Nestlé hanno risentito notevolmente della campagna di boicottaggio operata da gruppi consapevoli di consumatori. Questi, insieme ad importanti organizzazioni intergovernative internazionali come la Fao e l'OMS, rimproverano alla multinazionale di operare con strumenti di commercializzazione che trasgrediscono le norme su sanità e diritti umani. Ha fatto scalpore il caso del latte in polvere: la Nestlé promuoveva la vendita del proprio latte in polvere in numerosi paesi in via di sviluppo, in cui le condizioni poco igieniche dell'acqua esponevano i bambini ai rischi della gastroenterite. Decine di migliaia di bambini sono morti per questa malattia diffusasi maggiormente a causa dell'espansione dell'uso del latte in polvere.

Per orientare il proprio stile di vita verso la sostenibilità il consumo critico non è che un primo passo. Lo stile di vita riguarda tutti gli aspetti “logistici” della quotidianità. È quindi possibile agire su molteplici piani. La prima regola da seguire dovrebbe essere evitare gli sprechi. Basterebbe

30. Centro Nuovo Modello di Sviluppo, *Guida al consumo critico. Informazioni sul comportamento delle imprese per un consumo consapevole*, EMI, Bologna, 2000.

conferire più valore a prodotti e servizi per eliminare il rischio di comportamenti insostenibili come il lasciare aperti i rubinetti senza utilizzare l'acqua o accese le luci o gli elettrodomestici anche se non vengono utilizzati. In questa ottica uno stile di vita sostenibile prevede che si utilizzi l'automobile il meno possibile, che si opti per i mezzi pubblici, o ancora meglio per i piedi o la bicicletta. I trasporti che implicano emissioni di gas serra dovuti alla combustione di idrocarburi risultano particolarmente dannosi, in quanto alimentano i pericolosi cambiamenti climatici globali e diffondono nell'aria sostanze che mettono a rischio la salute. Il pendolarismo e grandi spostamenti quotidiani con mezzi privati costituiscono pratiche antiecologiche.

Uno stile di vita sostenibile prevede inoltre che si passi dalla filosofia dell'avere a quella dell'essere. In parole povere piuttosto che mirare al possedimento di molti beni e al loro consumo, sarebbe auspicabile vivere con l'obiettivo di fare belle e profonde esperienze. Sia nelle scelte riguardanti il tempo libero, che in quelle relative all'organizzazione della vita quotidiana è possibile dare più valore alle esperienze e liberarsi dalla mania del possesso. Nel primo caso per esempio si può optare per una sana passeggiata in natura o una nuotata a mare, piuttosto che per un giro in motocicletta o una partita al game-boy. Nel secondo caso è possibile per esempio evitare l'acquisto dell'automobile e iscriversi ad un club di car sharing. Si potrà sempre utilizzare l'automobile quando è necessario, ma non se ne avrà il possesso né le relative responsabilità e spese.

Un aspetto fondamentale dello stile di vita sostenibile è ben riassunto dalle famose 5 R del Decreto Ronchi: raccolta, riciclo, riuso, riduzione, recupero. In generale lo scopo è ridurre i consumi ed i rifiuti ad essi associati, per questo è importante rispettare profondamente la natura e sentirne l'appartenenza. Raccogliere, riciclare, riusare, ridurre e recuperare sono azioni semplici che permettono a grandi stock di risorse di ritornare in circolo piuttosto che alimentare un enorme mole di rifiuti.

La riduzione dei consumi riguarda fundamentalmente le fasce della popolazione mondiale che attualmente vivono al di sopra della capacità portante degli ecosistemi. Lo stile di vita sostenibile dovrebbe divenire un dovere per tutte quelle persone che hanno un'impronta ecologica superiore ad 1.8 ettari globali. In altre parole dovrebbe riguardare innanzi tutto le fasce più ricche della popolazione mondiale, quelle che maggiormente consumano risorse naturali rinnovabili e non e che quindi producono più rifiuti e più emissioni, sia nei paesi del Nord che in quelli del Sud.

Per attuare dei reali cambiamenti negli stili di vita sarebbe comunque necessario un radicale rinnovamento dei valori della società occidentale. L'attuale concezione di benessere mal si sposa con gli obiettivi della sostenibilità. Bisognerebbe stimolare un ampio dibattito nell'opinione pubblica

su qualità della vita e benessere. L'uomo della società dei consumi anche nei rari casi in cui raggiunge i suoi ambiziosi traguardi è davvero felice? I ritmi e gli spazi sociali delle opulenti società occidentali vanno incontro ai reali bisogni dell'uomo contemporaneo? Sociologi e psicologi sembrano concordi nell'individuare nell'estremo materialismo ed egocentrismo della cultura occidentale l'origine di parecchi malesseri sociali ed individuali. Forse è giunto il momento di riflettere a fondo sui bisogni dell'uomo e su cosa sia davvero essenziale. Sempre più diffusa appare oggi la sensazione di rimanere prigionieri di bisogni indotti. C'è un infinito bisogno di oggetti di consumo che il più delle volte risultano assolutamente superflui. Il superfluo è diventato essenziale. Thoreau, dopo avere abbandonato la vita agiata della città ed aver vissuto due anni nella foresta in totale solitudine ed in assenza di mezzi, scopre il principio che potrebbe diventare la massima della riconversione culturale sostenibile: l'uomo è ricco in proporzione alle cose di cui riesce a fare a meno³¹. Se pensiamo alla nostra vita di tutti i giorni, quante volte ci è capitato di innervosirci o di sentirci "spacciati" a causa della perdita di qualche oggetto. Non saremmo più liberi se imparassimo a circondarci di meno cose? La rivoluzione culturale verso la sostenibilità richiede una nuova etica dell'essenziale e della cura.

Secondo Claudio Longo³² una persona bene educata alla sostenibilità e all'ambiente non dovrebbe limitarsi ad orientare i propri consumi verso il risparmio e il proprio stile di vita verso la riduzione dell'impatto ambientale. È altrettanto necessario aprirsi culturalmente alla natura, mettersi in relazione con essa anche e soprattutto a partire dalle proprie emozioni, ed impegnarsi in prima persona per il cambiamento. Ecco quali dovrebbero essere le principali caratteristiche di un essere umano educato ecologicamente.

- Avere confidenza con gli oggetti naturali.
- Amare la natura, sentirne la bellezza.
- Avere una discreta conoscenza della base scientifica dei problemi ambientali.
- Avere un minimo di autonomia intellettuale.
- Avere una piccola conoscenza dei problemi riguardanti il rapporto uomo/natura.
- Riuscire a vedere allo stesso tempo i problemi grandi e quelli piccoli.
- Avere voglia di impegnarsi, di affrontare battaglie civili per la salvaguardia dell'ambiente.

31. Cfr. Thoreau H.D., *Walden, vita nel bosco*, Donzelli, Roma, 2005.

32. Longo C., *Didattica della biologia*

- Vivere in modo ecologico, o per lo meno non sfacciatamente antiecológico (vivere in modo perfettamente ecologico nella nostra società è impossibile).
- Provare istintivamente fastidio per tutti gli sprechi e le ostentazioni di ricchezza.
- Riuscire a trasmettere alle persone che lo circondano (*soprattutto ai suoi figli*) la sua visione ecologica del mondo.

8. Una nuova economia per la sostenibilità

Dobbiamo smettere di parlare di doni gratuiti e inesauribili della natura e cominciare a parlare di throughput, il flusso antropico di materia-energia che è il costo fondamentale per sostenere la vita e la ricchezza.

Herman Daly

1. L'economia tra crescita e sviluppo

Una questione fondamentale da affrontare al fine di rendere attuabile la sostenibilità risiede senza dubbio nel modello di sviluppo economico che attualmente regola la relazione tra uomo e natura. Il Wuppertal Institute la espone con chiarezza e concisione nel suo testo *Verso un'Europa sostenibile* ponendo la questione di come sia possibile far cambiare responsabilmente le moderne società industriali per assicurare che produzioni e consumi rimangano entro le possibilità naturali del pianeta?¹.

Per affrontare una tematica così complessa e delicata è necessario dare uno sguardo ai principi ed ai processi che regolano il modello economico attualmente dominante.

La visione neoclassica dell'economia giustifica la possibilità di una crescita senza limiti sulla base della convinzione che le risorse naturali siano infinite. Questo è il primo dogma su cui poggia le sue fondamenta la teoria economica tradizionale. L'altro Pilastro del pensiero economico neoclassico è la "legge della sostituibilità infinita". Secondo tale legge i fattori di produzione sarebbero sostituibili, per cui sarebbe possibile sostituire il capitale naturale con quello umano od economico². Abbiamo già

1. Cfr. Wuppertal Institut, *Verso un'Europa sostenibile*, Maggioli Editore, Rimini.

2. Dale A., *At the edge: sustainable development in the 21st century*, UBC Press, British Columbia, 2001, p. 29.

visto, parlando a proposito delle diverse scuole della sostenibilità, come la sostituibilità dei fattori di produzione distingua i sostenitori della *weak sustainability* dai fautori della *strong sustainability*³. È una questione di grande rilievo, in quanto ammettere che le risorse siano sostituibili significa ridimensionare notevolmente il problema del degrado delle risorse naturali siano esse rinnovabili o non rinnovabili⁴. Alla luce della Teoria Generale dei Sistemi e delle leggi della termodinamica è impossibile per il sistema economico potere funzionare senza prelevare risorse dall'ambiente. Secondo i teorici della *strong sustainability* siamo di fronte ad un grande "errore" commesso dalle teorie economiche neoclassiche. Ci si è dimenticati che l'economia non è altro che un sottosistema del sistema naturale. Il suo funzionamento è sorretto da un flusso lineare di risorse che provengono dall'ambiente e che ivi ritornano trasformate sotto forma di rifiuti. Secondo l'economista Herman Daly⁵ le leggi della termodinamica vincolano tutte le tecnologie, sia dell'uomo che della natura, e si applicano a tutti i sistemi economici, sia capitalistici che comunisti, socialisti o fascisti. Niente si crea, niente si distrugge, tutto è oggetto di trasformazioni che implicano perdite in termini di degradazione di materia ed energia. L'inevitabile costo per il raggiungimento di un ordine migliore nel sistema economico dell'uomo determina un maggiore disordine nell'ambiente naturale.

La Terra è il nostro ambiente naturale ed essa pone un limite al disordine che può essere generato dall'uomo: oltre una certa soglia naturale la biosfera può perdere la capacità di sostenere il subsistema umano.

Non bisognerebbe considerare le risorse ed i servizi offerti dalla natura come doni gratuiti e inesauribili, si dovrebbe, invece, cominciare a concentrare l'attenzione sul throughput, il flusso antropico di materia-energia che sostiene la vita e la ricchezza e che comporta un notevole "costo termodinamico" per il Pianeta.

3. Queste due differenti scuole di pensiero sono alla base della distinzione tra economia ambientale, che segue il primo approccio (debole) ed economia ecologica, che segue invece il secondo approccio (forte).

4. Per risorse rinnovabili si intendono quelle capaci di rigenerarsi spontaneamente come ad esempio le foreste o le popolazioni ittiche. Le risorse non rinnovabili sono invece esauribili in quanto non si rigenerano o hanno tempi di rigenerazione troppo lunghi rispetto alla scala temporale umana, come i combustibili fossili (carbone e petrolio). Bisogna comunque fare attenzione: anche le risorse rinnovabili possono esaurirsi se non vengono opportunamente gestite. L'ipersfruttamento può causare l'esauribilità delle risorse rinnovabili. È preferibile quindi definire rinnovabili quelle risorse capaci di rigenerarsi se gestite in modo opportuno.

5. Cfr. Daly H., *Steady-State Economics: the Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*, Freeman and Company, San Francisco, 1977 (ed. it., *Lo stato stazionario*, Sansoni Editori, Firenze, 1981).

Probabilmente l'errore della visione economica neoclassica è dovuto al fatto che al tempo in cui sono state elaborate quelle teorie il rapporto tra sistema economico e sistema naturale era ancora alla fase di *mondo vuoto*, c'erano ancora ulteriori possibilità di crescita. In quel contesto le risorse dovevano apparire come assolutamente sostituibili. Oggi siamo in una situazione diversa: il *mondo pieno* impedisce ulteriori crescite a meno che non si sia pronti ad affrontare gli enormi costi del degrado delle risorse e il rischio che i sistemi naturali collassino.

Il pensiero dell'economia classica si struttura soprattutto grazie all'opera di Adam Smith. Il 1776, anno in cui pubblica il suo *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* (Ricerche sopra la natura e la causa della ricchezza delle nazioni) può essere considerato la data di nascita dell'economia liberale. L'idea che il mercato si autorganizzi grazie ad una *mano invisibile*, che è l'interesse privato, sorregge la filosofia del *laissez-faire*. È l'interesse del singolo che spinge il progresso economico. Inoltre l'attività umana aggiunge valore alle materie prime fornite dalla natura. Gli sviluppi delle teorie economiche hanno dato grande rilievo alla capacità del capitale umano ed economico di aggiungere valore alla produzione. Ma hanno via via trascurato sempre più il ruolo del capitale naturale, fino al punto di dimenticare che questo può essere trasformato soltanto entro certi limiti, poiché senza di esso non può esistere alcuna attività economica.

Nella storia del pensiero economico si riscontrano comunque alcune eccezioni all'interno dell'orientamento classico. Francois Quesnay (1694-1774)⁶, ad esempio, con la sua teoria del "sovrappiù" getta una luce diversa sulla relazione economica tra uomo e natura. Egli, infatti, distingueva le attività economiche sulla base della differenza tra il valore del prodotto ed i costi affrontati per ottenerlo. Questo *sovrappiù* si formerebbe solo nel settore agricolo. Le altre attività economiche, sfruttando risorse già esistenti non riuscirebbero a creare alcun *sovrappiù*. Nella teoria di Quesnay è possibile rintracciare un'attenzione eccezionale per quei tempi nei confronti dei bilanci energetici degli ecosistemi.

Anche il lavoro di Thomas Robert Malthus (1766-1834) apre un'illuminante finestra sul rapporto economico tra uomo e natura. Nel suo celebre *Saggio sul principio della popolazione*, pubblicato nel 1798, egli fa notare che, mentre la popolazione si accresce secondo una scala geometrica (2,4,8,16,32...), raddoppiando ad ogni nuova generazione, la produzione agricola aumenta seguendo una semplice progressione aritmetica (2,4,6,8,10...). Questa diversità nei tassi di crescita conduce Malthus a

6. Quesnay F., *Tableau economique des physiocrates*, Calman Levy, Paris, 1969.

considerare le guerre, le malattie e i controlli preventivi sulle nascite delle risposte adeguate alla mancanza di risorse disponibili.

Nel vasto panorama dell'economia classica non sono mancati economisti convinti che la crescita fosse destinata a giungere ad un punto stazionario, un punto oltre il quale non è auspicabile alcun ulteriore aumento. Già nel 1857, John Stuart Mill esprimeva tale convinzione nell'idea di *crescita zero* della popolazione e dello stock di capitale naturale. Secondo il famoso economista, un sistema economico una volta giunto ad uno stadio altamente sviluppato smetterebbe di crescere quantitativamente, ma inizierebbe a migliorare le sue performance in termini sia di tecnologia che di equità sociale. Per Mill lo stato stazionario dell'economia non è una condizione negativa per la società, non implica un arresto del sistema sociale, né tanto meno di quello economico, ma lo orienta in modo diverso. "Una condizione stazionaria del capitale e della popolazione non implica affatto uno stato stazionario del progresso", piuttosto porterebbe a "perfezionare l'arte della vita [...] una volta che le menti degli uomini non fossero più assillate dalla gara per la ricchezza"⁷. La concezione di progresso di John Stuart Mill si avvicina molto al concetto di sviluppo sostenibile.

Gli economisti classici riconoscevano quindi l'esistenza di limiti che si oppongono alla crescita infinita dell'economia. Scrive a tal proposito Herman Daly: "all'epoca non c'era la consapevolezza dei limiti ecologici globali che c'è oggi, sebbene tale fattore non fosse completamente assente dalle teorie degli economisti classici. L'enfasi era posta soprattutto sul un limite di natura distributiva, poiché tutto il *sovrappiù* sarebbe finito nelle mani improduttive dei proprietari terrieri [...] A differenza di quella degli economisti classici, la teoria economica standard (neoclassica) attuale parte da parametri non fisici (tecnologia, preferenze, distribuzione del reddito sono presi come dati) e indaga il modo in cui le variabili fisiche, e cioè le quantità di beni prodotti e di risorse utilizzate, devono modificarsi per soddisfare un equilibrio determinato da quei parametri non fisici. Le condizioni qualitative, non fisiche, sono date e le grandezze quantitative, fisiche, vi si devono adattare"⁸. Secondo Daly è questo aggiustamento che crea l'errore fondamentale dell'economia neoclassica, permettendole di teorizzare una crescita infinita del volume di produzione. Mentre l'economia classica riconosceva le basi fisiche dei sistemi di produzione e finiva così per accettare certe limitazioni alla crescita, con la Rivoluzione industriale l'avvento dell'economia neoclassica comporta uno slittamento dell'attenzione dalle risorse e dal lavoro verso l'utilità, lo scambio e l'efficienza. "La rivoluzio-

7. Daly H.E. op. cit., 1996, p. 6.

8 Ibidem, p. 7.

ne soggettivista e marginalista, con la relativa teoria del valore basata sull'utilità marginale, ha segnato di certo un miglioramento nella comprensione dei prezzi e dei mercati. Ma tale progresso si è avuto al costo di spingere troppo sullo sfondo i fattori fisici. Le considerazioni classiche sulla dimensione di costo reale del valore (lavoro e risorse) sono state oscurate. Oggi lo spettro classico dello stato stazionario è tornato al ballo, non invitato, sotto le spoglie dello sviluppo sostenibile"⁹.

2. Il reddito come guida per una condotta prudente

Un contributo notevole nella direzione di costituire un pensiero economico alternativo a quello neoclassico ci giunge da John Richard Hicks. Nella sua opera *Valore e capitale* egli fornisce un'interessante definizione di reddito: "Lo scopo del calcolo del reddito nelle situazioni concrete è di dare alle persone un'indicazione dell'ammontare che possono consumare senza diventare più poveri. Sviluppando questo concetto, si può giungere a definire il reddito di una persona come il massimo valore che può consumare nel corso di una settimana con l'obiettivo di arrivare alla fine della stessa tanto ricco quanto lo era all'inizio. Così, quando una persona risparmia, pianifica di essere più ricca in futuro; quando vive al di sopra delle proprie possibilità pianifica di essere più povera. Poiché la finalità pratica del reddito è di servire da guida per una condotta prudente, penso sia abbastanza chiaro che questo deve essere il suo significato centrale"¹⁰.

Daly riprende il concetto di reddito hicksiano e lo applica al bilancio economico su scala nazionale. Egli ritiene che il reddito di una nazione non può essere misurato attraverso il Prodotto Nazionale Netto (Pnn), che equivale al Prodotto Nazionale Lordo al netto dei costi di ammortamento. Poiché il Pnn non tiene conto delle esternalità (inquinamento determinato dai processi di produzione) e dalle spese difensive (spese sostenute per difendersi dagli effetti dannosi della produzione). Quindi per avvicinarsi al reale reddito hicksiano di una nazione, è necessario sottrarre al Pnn sia le spese difensive che l'ammortamento del capitale naturale. In questa nuova luce la contabilità nazionale sarebbe in grado di dare un'informazione veritiera sul reddito, fornendo la misura di quanto una nazione possa consumare senza diventare più povera.

Attualmente, invece, il parametro maggiormente usato per misurare la ricchezza di una nazione è il Pil. Questa è un'ulteriore dimostrazione di

9. Ivi, pp. 7-8.

10. Hicks J.R., *Value and Capital*, Oxford University Press, London, 1946 (ed. it., *Valore e capitale*, Utet, Torino, 1959), p. 172.

quanto l'approccio economico odierno non sia rispondente alle nuove esigenze della contemporaneità. Serve insomma un nuovo approccio economico che tenga conto del *mondo pieno* di Daly, del linear throughput, della sua dipendenza dai sistemi naturali, e della limitatezza delle risorse naturali. Serve una economia che sappia fare a meno della crescita e che impari a svilupparsi qualitativamente.

L'economista e matematico Georgescu-Roegen (1906-1994) esprime con forza l'esigenza di una tale conversione, sottolineando l'urgenza di mettere un freno alla crescita economica. "L'attività industriale in cui oggi è impiegata larga parte dell'umanità accelera sempre di più l'esaurimento delle risorse terrestri, fino ad arrivare inevitabilmente alla crisi. Prima o poi la *crescita*, la grande ossessione degli economisti standard e marxisti, deve per forza finire. La sola questione aperta è quando"¹¹.

Il momento preciso non è determinabile, ma c'è generale consenso tra gli scienziati della sostenibilità che prima si attua la conversione meglio sarà per tutti. Più tardi si realizzerà il cambio di rotta, più alto sarà il prezzo da pagare, poiché il deterioramento delle risorse naturali aumenta sempre più e rappresenta un costo che bisognerà comunque pagare.

Le critiche al mito della crescita senza limiti sono comparse in letteratura sin dai primi anni settanta. Già nel 1971 il rapporto del MIT (Massachusetts Institute of Technology) *Study of Critical Environmental Problems* ha denunciato che la crescita del sistema economico comporta un aumento dell'impatto antropico con un tasso del 5% annuo¹².

Anche l'ecologo George Woodwell¹³, solo qualche anno più tardi, sottolinea come non sia più possibile seguire la strada della crescita illimitata e dichiara che l'attuale civiltà ha raggiunto un punto di sviluppo per cui ulteriori incrementi nei flussi di energia tramite la tecnologia provocheranno notevoli riduzioni nella capacità della Terra di sostenere l'umanità.

Ora apparirà più chiaro che il grande errore dell'economia neoclassica di matrice smithiana alberga proprio in quella che Daly definisce la *mania della crescita*. L'origine di un tale errore va rintracciata nella mancanza nella filosofia del *laissez faire* della consapevolezza che il sistema economico non è che un sottosistema aperto del sistema naturale e nella malposta convinzione della sostituibilità infinita dei fattori di produzione.

11. Georgescu-Roegen N., "Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomic Viewpoint", in *Review of Social Economy*, XXXV, 1977, 361-75 (ed. it., in *Bioeconomia*, a cura di M. Bonaiuti, Bollati Boringhieri, Torino, 2003).

12. SCEP (Study of Critical Environmental Problems), *Man's Impact on the Global Environment*, MIT Press, 1971.

13. Cfr. Woodwell G., "Short-circuiting the Cheap Power Fantasy", *Natural History*, October, 1974.

3. Il problema dell'esternalità

Secondo i teorici dell'economia ecologica non è sufficiente modificare la contabilità nazionale internalizzando i costi *esterni* del processo economico, come sostengono i sostenitori dell'economia ambientale e della *weak sustainability*. È necessario al contrario un netto cambio di rotta che conduca all'arresto della crescita. Secondo Jacques Grinevald¹⁴, l'errore fatale della società industriale è fondamentalmente il dogma meccanicistico, le cui conseguenze economiche e tecnologiche la lanciano nel vicolo cieco (ecologico e sociale) della crescita illimitata. È necessario, quindi, a livello intellettuale, non una semplice riforma che sostituirebbe, per esempio, la contabilità energetica alla contabilità monetaria, ma un capovolgimento radicale nella nostra visione del processo economico. Così si potrebbe integrare il metabolismo globale dell'umanità nell'ambiente biosferico limitato del pianeta Terra.

L'economia standard farebbe comunque un grande passo avanti nella direzione della sostenibilità dello sviluppo se tenesse conto dei costi ambientali legati alla produzione ed al consumo. Secondo l'approccio economico neoclassico gli scambi commerciali sono governati dal principio della transizione volontaria. Essa reca benefici ad entrambi le parti coinvolte nello scambio e può funzionare solo a tale condizione. Infatti se un fruttivendolo vendesse un pomodoro a 100 euro difficilmente riuscirebbe a trovare clienti, allo stesso modo un acquirente che volesse spendere solo 1 centesimo per acquistare un chilogrammo di pomodori rimarrebbe a stomaco vuoto. Nella dottrina economica neoclassica i costi ed i benefici del libero scambio sono accettati e sostenuti da tutte le parti che prendono parte alla transizione. I problemi sorgono nel momento in cui alcuni costi vengono sostenuti ed alcuni benefici vengono goduti da soggetti che non partecipano allo scambio. Si definiscono *esternalità* i costi ed i benefici che sfuggono ai soggetti attuatori dello scambio. È qui che fallisce il libero mercato. Non contabilizzando le esternalità il mercato non conduce ad un globale aumento della ricchezza, al contrario distorce il processo di allocazione delle risorse. E l'errata allocazione delle risorse determina che molti costi vengano sostenuti dall'intera società e che molti benefici siano goduti soltanto da un numero ristretto di individui. Questo ennesimo errore dell'approccio economico neoclassico è particolarmente grave dal punto di vista etico. Nel caso in cui le esternalità riguardino dei danni ambientali ci si troverà di fronte la paradossale situazione che vede alcuni adulti di oggi

14. Cfr. Grinevald J., "Georgescu-Roegen, bioeconomia e biosfera", in Bonaiuti M. (a cura di), *Obiettivo decrescita*, EMI, Bologna, 2004.

arricchirsi alle spalle di tutti i membri della società e dei bambini di domani. È come se si perpetrasse un continuo furto (supponendo che la Terra appartenga all'umanità!) nei confronti della società umana e delle generazioni future. Hardin¹⁵ definisce tale fallimento del mercato come la *tragedia dei beni comuni*. Le risorse di proprietà comune infatti non vengono considerate nel processo economico e i danni che quest'ultimo genera alle prime non vengono contabilizzati. L'aria pulita, l'acqua di buona qualità, i suoli produttivi, i cicli biogeochimici, i bei paesaggi, la regolazione del clima non meritano nella visione economica standard di avere assegnati dei valori economici e rimangono esterni ai meccanismi che regolano gli scambi commerciali.

4. Il valore economico della natura

Al fine di fare entrare la natura nei conti economici è comunque indispensabile valutarne il valore in termini monetari. Operazione per nulla semplice ha impegnato e continua ad impegnare numerosi ecologi ed economisti. Uno dei modelli maggiormente affermati per quantificare il valore economico delle risorse naturali è quello di McNeely¹⁶ e Barbier¹⁷. Secondo gli autori il valore della natura va differenziato in due tipologie: il valore diretto e il valore indiretto. Il primo corrisponde in economia ai beni privati e riguarda tutti quei beni che l'uomo ottiene direttamente dalla natura (cibo, legna, piante medicinali, acqua...), il secondo invece corrisponde in economia ai beni pubblici ed è relativo ai benefici che l'uomo trae dalle risorse naturali senza bisogno di raccogliere o distruggere direttamente la risorsa stessa (regolazione del clima, mantenimento della buona qualità dell'acqua, dell'aria e del suolo, valori ricreativi e culturali). Tra i valori indiretti ricadono anche il valore d'opzione e il valore di esistenza. Il valore d'opzione riguarda i nuovi servizi e beni che la natura sarà in grado di fornire nel futuro. Il valore d'esistenza è invece legato a quanto la società sia disposta a pagare per proteggere le risorse naturali. Al fine di rendere più comprensibile e concreta una tale classificazione delle varie tipologie di valore relative alle risorse naturali, riportiamo un esempio applicato ad una zona umida tropicale. Barbier ha qui rinvenuto che il valore

15. Hardin G., *Filters Against Folly: How to Survive Despite Economists, Ecologists and the Merely Eloquent*, Viking Press, New York, 1985.

16. McNeely J.A. et al., *Conservation the World's Biological Biodiversity*, Iucn, World Resources Institute, CI, Wwf-US, the World Bank, Washington, 1990.

17. Barbier E.B., Burgess J.C., Folke C., *Paradise Lost? The Ecological Economics of Biodiversity*, Earthscan Publications, London, 1994.

d'uso diretto è essenzialmente costituito dalle seguenti risorse: pesce e carne, legna da ardere, legname ed altri materiali da costruzione, piante medicinali, vegetali commestibili, foraggio per animali. Mentre il valore d'uso indiretto riguarda: il controllo delle piene, la fertilità del suolo, il controllo dell'inquinamento, l'acqua da bere, le vie di trasporto, la ricreazione e l'ecoturismo, l'educazione ambientale e i servizi biologici (controllo degli animali infestanti, impollinazione...). I valori di opzione che Barbier ha rintracciato in una zona umida tropicale costituiscono i prodotti ed i servizi potenziali come: i principi attivi dei farmaci, le risorse genetiche, la ricerca scientifica, le fonti di cibo, le riserve di materiali da costruzione, e le riserve idriche. Infine il valore di esistenza si riferisce alla protezione della diversità biologica, al mantenimento della cultura delle popolazioni locali, ed alla continuità dei processi ecologici ed evolutivi.

Il valore economico diretto delle risorse naturali può riguardare il consumo o la produzione. Nel primo caso si parlerà di valore d'uso legato al consumo, nel secondo di valore d'uso legato alla produzione.

Il valore d'uso legato al consumo si riferisce a tutti i beni naturali consumati localmente e che non entrano nel mercato nazionale ed internazionale. Concerne fondamentalmente le popolazioni rurali e tribali ed ha comunque un peso economico notevole se si pensa a quanto siano essenziali la legna per ardere, gli animali selvatici e le erbe spontanee per larghe parti della popolazione mondiale. Nella Repubblica Democratica del Congo il 75% delle proteine nella dieta di un individuo provengono dalla selvaggina¹⁸. L'80% della popolazione mondiale consuma prodotti della medicina tradizionale che utilizza direttamente piante e animali. Secondo il World Resources Institute¹⁹ 94 milioni di tonnellate di pesci, molluschi e crostacei vengono annualmente pescate nei mari del mondo e la maggior parte viene consumata localmente. Per stimare il valore economico di così vasti stocks di risorse bisognerebbe considerare il prezzo che la gente sarebbe costretta a pagare se non fossero disponibili in natura. Caldecott²⁰ ha svolto una ricerca al fine di valutare il valore economico dei maiali selvatici nella regione di Sarawak, nella Malaysia Orientale. Ha stimato che il valore d'uso legato al consumo dei maiali selvatici in quella regione si aggira sui quaranta milioni di dollari l'anno. Simili ricerche purtroppo sono piut-

18. Myers N., "Tropical forest: Much more than stocks of wood", *Journal of Tropical Ecology*, 4, 1998, pp. 209-221.

19. World Resources Institute, *World Resources 2005. The Wealth of the Poor: Managing ecosystems to fight poverty.*, Undp, Unep, The World Bank, World Resources Institute, 2005. http://earthtrends.wri.org/pdf_library/data_tables/watcoa1_2005.pdf.

20. Caldecott J., *Hunting and Wildlife Management in Sarawak*, Iucn, Gland, Switzerland, 1988.

tosto rare e la comunità scientifica è anche abbastanza restia a considerarle affidabili. Il problema fondamentale del valore d'uso legato al consumo rimane la stima monetaria dei flussi di consumo in quanto spesso e volentieri si tratta di pratiche non regolamentate. Molto difficile è reperire i dati in un tale settore d'indagine, di conseguenza le ricerche risultano molto complesse. Tuttavia è assolutamente fuori di dubbio che le popolazioni dei paesi in via di sviluppo dipendano in larga misura dal consumo diretto di risorse naturali²¹.

Il valore d'uso legato alla produzione è invece più semplice da calcolare in quanto i dati disponibili sono maggiori. In questo caso le risorse naturali entrano nei circuiti dell'economia nazionale ed internazionale. Il loro valore viene calcolato dal prezzo del primo punto di vendita, sottraendovi i costi sostenuti fino a quel momento. In realtà il bene, una volta entrato nel mercato, può dare vita a profitti assai maggiori. La corteccia dell'arbusto *Rhamnus purshiana*, per esempio frutta alla prima vendita 1 milione di dollari, mentre il valore dei lassativi che vi si ricavano ammonta a 75 milioni di dollari.

In generale il valore economico delle risorse naturali che entrano nei vari mercati nazionali è davvero enorme. Secondo Prescott-Allen²² il 4,5% del Pil degli Stati Uniti dipende dalle specie selvatiche per un valore complessivo di 87 miliardi di dollari annui. E il World Resources Institute²³ ha stimato nel lontano 1998 in 120 miliardi di dollari annui il valore del legname a livello mondiale. Nel 2004 questo valore sfiora i 170 miliardi di dollari²⁴.

La stima del valore economico indiretto delle risorse naturali è molto complessa poiché rappresenta il valore che si attribuisce alle risorse senza che queste vengano prelevate o distrutte. Si riferisce a tutti quei servizi fondamentali per la vita dell'umanità sul pianeta che vengono garantiti dai sistemi naturali. Costanza²⁵ ha svolto una articolata ricerca con lo scopo di stimare il valore economico complessivo di tali servizi naturali. Prendendo in considerazione 16 biomi e 17 tipi di servizi forniti (come ad esempio il controllo dell'erosione, l'assorbimento dei rifiuti e delle emissioni atmosferiche, la regolazione del clima, l'impollinazione, ecc.) giunge ad un valore compreso tra i 16 ed i 54 mila miliardi di dollari annui. Altri ricercatori scegliendo metodologie differenti pervengono a stime differenti. Pi-

21. Myers N., Myers N.J., *The Primary Source: Tropical Forest and Our Future*, W.W. Norton & Company, New York, 1994.

22. Prescott-Allen C., Prescott-Allen R., *The First Resource: Wild Species in the North American Economy*, Yale University Press, New Haven, 1986.

23. World Resources Institute, *World Resources 1998-99*, Oxford University Press, London, 1998.

24. <http://earthtrends.wri.org>.

25. Costanza R., D'Arge R., de Groot R., Farber S. *et al.*, "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature* 387, pp. 253-260, 1997.

mentel²⁶ sostiene che il valore globale della biodiversità si aggiri intorno ai 3 mila miliardi di dollari. Nonostante le grandi differenze nei risultati queste ricerche dimostrano che l'entità del valore economico indiretto delle risorse naturali è dello stesso ordine di grandezza del prodotto interno lordo totale su scala mondiale. Questo risulta (al tempo delle ricerche) pari a 18 mila miliardi di dollari. Sarebbe davvero impossibile, anche dal punto di vista meramente economico, sostituire i servizi offerti dalla natura se questa non fosse più in grado di prestarli.

Nel campo del valore d'uso legato al non consumo rientrano anche i servizi culturali e ricreativi offerti dalla natura. È stato stimato²⁷ che il valore ricreativo dei sistemi naturali su scala globale raggiunge gli 800 miliardi di dollari. In questo settore l'ecoturismo sta diffondendosi notevolmente, sempre più persone preferiscono la vacanza a contatto diretto con la natura in luoghi non eccessivamente antropizzati. Per fare un esempio in Canada l'84% della popolazione svolgeva già nei primi anni ottanta attività ricreative naturalistiche per un giro di affari di circa 800 milioni di dollari annui²⁸. A livello mondiale l'ecoturismo coinvolge circa 200 milioni di persone per un valore complessivo di diversi miliardi di dollari.

Il valore culturale dei servizi offerti dai sistemi naturali è addirittura molto più elevato. Sempre Costanza indica in circa 3000 miliardi di dollari il valore complessivo dei servizi culturali forniti dagli ecosistemi. L'educazione ambientale e l'educazione allo sviluppo sostenibile rappresentano una fetta consistente del settore culturale e coinvolgono moltissimi attori: dagli studenti, agli insegnanti, dai ricercatori alle guide. Al valore economico di tali attività va senza dubbio aggiunto l'importante ruolo di diffusione culturale e di sensibilizzazione ambientale.

5. Dall'economia neoclassica all'economia ecologica

Riassumendo vi è oggi l'urgenza di passare dal modello dell'economia neoclassica al modello dell'economia ecologica sostituendo:

- alla visione del sistema economico come mondo indipendente e privo di limiti, la concezione dell'economia come sistema aperto che è compreso in un sistema, quello naturale, più ampio e chiuso, che ne costituisce il limite;

26. Pimental D., Wilson C., McCullum C. *et al.*, "Economic and environmental benefits of diversity", *BioScience* 47, pp. 747-757, 1997.

27. Costanza *et al.*, op. cit., 1997.

28. Fillon F.L., Jacquemot A., Reid R., *The Importance of Wildlife to Canadians*, Canadian Wildlife Service, Ottawa, 1985.

- alla convinzione della sostituibilità dei fattori di produzione, la coscienza della loro complementarietà;
- alla visione circolare della creazione del reddito attraverso la produzione, la concezione che vede un flusso lineare di materia ed energia provenire dai sistemi naturali e ritornarvi sotto forma di rifiuti, sempre nel rispetto delle leggi della termodinamica;
- alla mancata considerazione dei costi ambientali, la loro internalizzazione nei bilanci economici.

In termini applicativi una tale transizione richiede, secondo Daly, quattro passi fondamentali:

- smettere di contabilizzare il consumo di capitale naturale come produzione di reddito;
- ridurre le tasse sul lavoro e sul reddito, e aumentare quelle sul consumo di risorse naturali;
- massimizzare la produttività del capitale naturale nel breve periodo, e investire per aumentare l'offerta nel lungo periodo;
- allontanarsi dall'ideologia dell'integrazione economica globale guidata dal libero scambio, dalla libera mobilità dei capitali e della crescita trainata dalle esportazioni, e muoversi invece verso un'ottica più nazionalista che tenti di sviluppare la produzione interna per il mercato interno come prima opzione, lasciando il ricorso al commercio internazionale solo per i casi in cui è davvero molto più efficiente.

Il primo punto a prima vista sembra una provocazione, infatti il capitale naturale non viene contabilizzato e questa è una delle maggiori richieste portate avanti dall'economia ambientale. In realtà ciò che vuole dire Daly è che si deve smettere di non dare un valore economico al capitale naturale, il cui consumo nel sistema economico attuale genera reddito proprio perché non è considerato come un costo e viene ammesso come gratuito. Per chiarificare il concetto torna utile rivolgere l'attenzione, con le stesse parole di Daly, alla nozione di reddito: "Il reddito non è un concetto teorico preciso, ma piuttosto un'indicazione pratica della quantità massima che può essere consumata da una nazione senza che essa si impoverisca. [...] La caratteristica centrale che definisce il reddito è proprio la sostenibilità"²⁹. Secondo Daly, la nozione di reddito non è stata concepita in modo corretto dall'economia neoclassica proprio perché il capitale naturale è stato considerato solitamente un bene gratuito. Questo era possibile nel

29. Daly H., op. cit., 1996, p. 138.

“mondo vuoto” di un tempo, oggi, nel “mondo pieno” (che ha raggiunto la capacità di carico massima della biosfera) è diventato assolutamente antieconomico.

L'altro punto che necessita di una chiarificazione è l'ultimo. Infatti oggi appare a prima vista anacronistico affermare che si debba tornare a dare la priorità all'economie nazionali. Ma se si guarda allo strapotere che le multinazionali hanno ottenuto grazie al recente avvio del processo di globalizzazione economica³⁰ e ai risultati pessimi che quest'ultima ha conseguito sia sul piano sociale sia su quello ambientale, si capiscono bene le perplessità di Daly. Il suo invito a riportare centralità all'economia nazionale va inteso come passo necessario a garantire la forza democratica dei governi nazionali di fronte al crescente potere delle multinazionali e delle istituzioni finanziarie internazionali (Fmi e Bm). “Il globalismo cosmopolita indebolisce i confini nazionali e sub-nazionali, mentre rafforza il potere relativo delle multinazionali. Poiché non vi è alcuna forma di governo mondiale in grado di regolamentare il capitale globale nell'interesse di tutti, e poiché sia la desiderabilità che la fattibilità di un governo mondiale sono altamente incerti, sarà necessario rendere il capitale meno globale e più nazionale. [...] La ‘competitività globale’ riflette non tanto un aumento reale nella produttività delle risorse quanto una concorrenza verso il basso alla riduzione dei salari, all'esternalizzazione dei costi sociali e ambientali, e all'esportazione di capitale naturale a basso prezzo che viene contabilizzata come reddito”³¹.

6. Gli indicatori economici per la sostenibilità

È chiaro che la conversione in chiave sostenibile dell'economia richiede degli strumenti nuovi per misurare il benessere e la ricchezza delle comunità. Abbiamo già accennato che il Pil non si può considerare un indicatore affidabile della ricchezza di una nazione. Troppi sono gli aspetti che non considera: il capitale naturale ed il suo deterioramento, la qualità dello sviluppo e la ricaduta sociale della ricchezza. La definizione del Prodotto Nazionale Netto presentata prima risolve le prime due *mancanze* del Pil, ma non le ultime due. È necessario quindi elaborare ulteriori indicatori, che siano in grado di rendere il più realisticamente possibile il livello qualitativo e quantitativo della relazione economica tra società ed ambiente. In altre parole indicatori in grado di esprimere il reale benessere generato dal sistema economico.

30. Vedi cap. 5.

31. Daly H.E., op. cit., 1996, pp. 123-131.

In questa direzione sono andati gli sforzi di molti studiosi di economia ecologica ed ambientale. Questi hanno elaborato strumenti utili come: il PiIL verde, il Genuine saving, l'Isew (Indicator of Sustainable Economic Welfare), e il Gpi (Genuine Progress Indicator).

Il problema principale del Pil verde è riuscire a dare un valore contabile al deprezzamento delle risorse naturali. Il Pil è tradizionalmente misurato in funzione del capitale non naturale, del lavoro e del capitale naturale ed è uguale alla somma dei consumi e degli investimenti. Per giungere ad una misura del Pil che tenga conto anche degli effetti negativi che l'ambiente subisce a causa delle produzioni e dei consumi è necessario considerare anche i costi di ammortamento relativi ai beni del produttore, i costi relativi alla riduzione degli effetti dell'inquinamento prodotto (spese difensive), ed il costo del prelievo delle risorse naturali. Questi ultimi fattori vanno ovviamente conteggiati in detrazione. Per cui avremo:

$$Pnnv = C + I - d - r(R - h) - p(w - a)$$

Dove C indica i consumi, I gli investimenti, d il deprezzamento dei beni del produttore, r il tasso netto di rendita delle risorse naturali, R la quantità di stock di risorse naturali, h la crescita degli stock di risorse naturali nel periodo considerato, p il costo marginale sociale dei rifiuti, w il livello dei rifiuti generati e a la capacità ambientale di assimilazione degli stessi. La nozione di Pil verde può ancora essere ampliata se viene presa in considerazione anche la variazione del valore dei servizi ambientali dovuta alla azione antropica. In questo caso bisognerà prendere in esame anche il prezzo che i consumatori sono disposti a pagare per una unità di servizi ambientali. La formula che ne risulterà vedrà in aggiunta al Pnnv il prodotto tra la variazione dei servizi ambientali ed il prezzo che i consumatori sono disposti a pagare per unità di servizi ambientali.

Il Pil verde ha dimostrato comunque una scarsa valenza applicativa a causa dei risultati equivoci forniti dai calcoli sulla base della formula di cui sopra. Il *Genuine saving* sembra mostrare una maggiore funzionalità sul piano applicato. Concetto elaborato da Hamilton, mira a misurare il risparmio che può o meno bilanciare i costi relativi allo sfruttamento del capitale naturale con quelli relativi alla produzione di rifiuti. Un valore negativo del *Genuine saving* indica l'insostenibilità dell'azione economica considerata.

$$Pnnv = I - d - r(R - h) - p(w - a)$$

Nella direzione di costruire un indice capace di rendere il generale benessere prodotto dallo sviluppo economico sono andate le ricerche di Daly

e Cobb³², che a tal fine hanno elaborato l'*Isew* (indicatore di benessere economico). L'indicatore considera i consumi, tenendo conto della distribuzione dei redditi, la spesa pubblica, gli investimenti netti, i benefici non monetizzabili ed in detrazione contabilizza le spese private difensive, il costo dell'inquinamento e la perdita di capitale naturale.

$$Isew = C + PE + NI + Nmb - DE - E - Dnc$$

Dove C sono i consumi, modificati tenendo in considerazione la distribuzione del reddito, PE la spesa pubblica, NI gli investimenti netti, Nmb i benefici non direttamente monetizzabili, DE le spese private difensive, E il costo dell'inquinamento, e Dnc la perdita di capitale naturale.

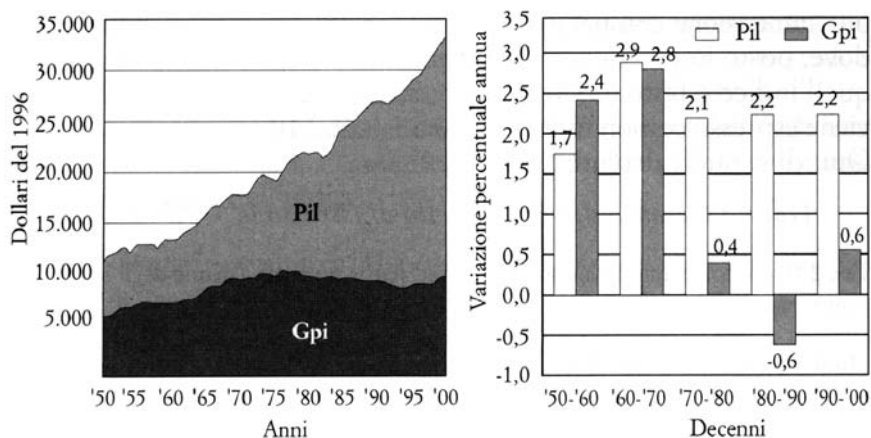
Gli autori stessi ammettono che l'indicatore presenta dei limiti soprattutto nel calcolo delle componenti ambientali ciò nonostante mostra evidenti vantaggi operativi. Il suo andamento confrontato con quello del Pil degli Stati Uniti a partire dal 1950 ha indicato che dal 1970 l'aumento del Pil non ha comportato un corrispondente aumento di benessere economico. Daly ritiene utilizzando una metafora che se il Pil fosse come la dipendenza dal tabacco, l'*Isew* non potrebbe essere paragonato alla perdita del vizio, ma senza dubbio all'applicazione di un filtro per sigarette.

In Italia l'*Isew* è stato *importato* dal Wwf che, grazie ad uno studio condotto in collaborazione con la Fondazione Eni Enrico Mattei, introducendo delle parziali modifiche lo ha ribattezzato RIBES (Ricostruzione dell'Indice di Benessere Economico Sostenibile). Questo indicatore prende in considerazione 21 variabili, di cui 14 economiche e 7 ambientali, e mostra un andamento simile all'*Isew*. Presenta un tasso di crescita positivo sul lungo periodo, ma diverge progressivamente dal Pil, a causa di un tasso di crescita inferiore. È stato calcolato che nel 1990 un milione di lire italiane valeva soltanto 620.000 lire in termini di benessere economico sostenibile.

Un altro indicatore di benessere economico è stato elaborato da *Redefining Progress*, organizzazione no profit che mira ad elaborare strumenti e politiche capaci di orientare l'economia verso il benessere dell'umanità e dei sistemi naturali. Il *Genuine Progress Indicator* (Gpi) applicato all'economia degli Stati Uniti mostra un andamento che si discosta sempre di più dal profilo del Pil. Nell'ultimo rapporto del *Redefining Progress* si nota come negli ultimi 15 anni il Gpi si sia mantenuto costante ed addirittura in leggero declino.

32. Daly H.E., Cobb John B. jr., *For the Common Good - Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*, Beacon Press, Boston, 1994.

Fig. 8.2 - I grafici illustrano le differenze nei trend di crescita tra Pil e Gpi tra il 1950 e il 2002 (Fonte: La Camera F., op. cit., 2005)



7. La contabilità ambientale

Accanto a questi indicatori che si pongono come alternativi al Pil e permettono grazie ai confronti di mostrarne la limitatezza, sono stati elaborati molti sistemi di contabilità ambientale che mirano ad integrare le contabilità nazionali. Entriamo così nel campo dell'economia ambientale, che, come abbiamo già visto, applica un approccio "debole" alla sostenibilità. È il modello seguito dalle istituzioni pubbliche sia su scala nazionale che a livello sovranazionale. Per fare un esempio, gli Stati Uniti hanno integrato solo nel 1993 il loro SNA (System of National Account) con dei conti satelliti che mirano a misurare i costi ambientali tradizionalmente esclusi dalla contabilità nazionale³³.

Le organizzazioni internazionali si sono molto impegnate nel campo della contabilità ambientale nel tentativo di elaborare conti satelliti in grado di ampliare i limiti dei SNA. Finalmente nel 2003 si è giunti, grazie allo sforzo congiunto delle Nazioni Unite, della Commissione Europea, dell'Ocse, del Fondo Monetario Internazionale (Fmi), e della Banca Mondiale, ad elaborare un sistema integrato di contabilità ambientale ed economica. Chiamato *SEEA* (System of Integrated Environmental and Economic Accounting), rappresenta un punto di riferimento unitario per l'intera co-

33. United Nations, *Integrated Environmental and Economic Accounting*, United Nations, New York, 1993.

munità internazionale e fornisce un quadro completo dei vari strumenti di contabilità ambientale.

Il conto satellite maggiormente diffuso a livello europeo è il *NAMEA* (National Accounts Matrix including Environmental Accounts). Viene definito come “una matrice di conti economici nazionali comprensiva dei conti ambientali”. Risponde all’esigenza di contabilizzare i costi ambientali in modo confrontabile ed unificabile ai bilanci economici tradizionali. Ciò è reso possibile dal fatto che i dati socio-economici e quelli ambientali sono riferiti di volta in volta a uguali settori (raggruppamenti di attività economiche omogenee). I risultati dei calcoli riferiti alla tradizionale contabilità nazionale sono riferiti in unità monetarie, mentre i conti ambientali vengono espressi da adeguate unità fisiche.

Per quel che concerne le spese connesse all’ambiente il conto satellite più applicato a livello europeo è l’*EPEA* (Environmental Protection Expenditure Account). Il conto satellite per la protezione dell’ambiente si pone l’obiettivo di misurare le spese affrontate a vari livelli (le famiglie, le imprese, la pubblica amministrazione) per la protezione dell’ambiente. Nello specifico l’*EPEA* valuta i costi sostenuti per le attività tradizionali nel campo della protezione dell’ambiente, come lo smaltimento dei rifiuti e la depurazione delle acque reflue; le spese sostenute per l’acquisto di prodotti e servizi che contribuiscono alla salvaguardia ambientale; i trasferimenti economici finalizzati a sostenere le spese per l’ambiente, come ad esempio i sussidi e le tasse ambientali. L’*EPEA* fa parte del più ampio sistema di conti ambientali predisposto a livello europeo: il *SERIEE* (Système Européen de Rassemblement de l’Information Economique sur l’Environnement), che costituisce un sistema di conti ambientali che riguardano i vari campi dell’economia.

In Italia il dibattito sulla contabilità ambientale ha ricevuto un forte impulso grazie anche ad un disegno di legge presentato al Senato nel luglio del 1999 dal senatore Fausto Giovanelli. Gli studi e le ricerche che ne sono scaturiti hanno condotto alla pubblicazione di uno dei primi testi di contabilità ambientale italiana: *La natura nel conto*³⁴.

8. Gli strumenti economici

Gli indicatori economici e la contabilità ambientale rappresentano i mezzi, più o meno adeguati, per comprendere gli andamenti dell’economia e del benessere in relazione allo stato sociale ed alle condizioni ambientali.

34. Giovanelli F., Di Bella I., Coizet R., Edizioni Ambiente, Milano, 2000.

Una volta analizzata la situazione e scoperta la sostanziale insostenibilità degli andamenti economici tradizionali è necessario intervenire con strumenti correttivi capaci di orientare le aziende ed il mercato verso modalità sostenibili dell'operare e in grado di internalizzare almeno parzialmente i costi relativi al degrado ambientale.

Molte solo le tipologie di strumenti economici utilizzabili ed attualmente già in uso. Forniamo qui di seguito una lista degli strumenti utilizzati al fine di agire economicamente verso il perseguimento dello sviluppo sostenibile.

- Tariffe e tasse su emissioni – si tratta di strumenti command and controll che si esplicano nella definizione di tariffe da applicare alle quantità e qualità di emissioni inquinanti. Si pensi ad esempio alla carbon tax o alle tariffe sugli scarichi idrici.
- Tariffe e tasse su prodotti – anche in questo caso siamo di fronte alla tipologia command and controll, ma l'intervento è orientato a colpire i prodotti che possono lungo il loro ciclo di vita determinare impatti rilevanti nell'ambiente. Le tasse su fertilizzanti e pesticidi, sulle batterie, sui carburanti, sugli autoveicoli, sugli imballaggi appartengono a questa tipologia di strumenti.
- Tariffe e tasse sugli utilizzatori – siamo sempre nel campo degli strumenti command and controll. In questo caso l'intervento riguarda il pagamento dei costi dei servizi collettivi. Ne costituiscono un chiaro esempio le tasse sulla raccolta e sullo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, o anche quelle sulla depurazione delle acque.
- Permessi negoziabili – sono considerati strumenti versatili e funzionali in quanto stimolerebbero il miglioramento continuo delle performance ambientali. Secondo altri studiosi sarebbero controproducenti e distorti in quanto permetterebbero alle nazioni ricche di continuare ad inquinare. Consistono in quote di autorizzazione all'inquinamento o di diritto di sfruttamento di risorse naturali. Una volta fissate le quote è possibile scambiare autorizzazioni e diritti tra soggetti diversi. Un esempio famoso è fornito dai permessi negoziabili riguardanti le autorizzazioni all'emissioni di gas serra nell'ambito del protocollo di Kyoto.
- Obblighi negoziabili – fissano le quote minime di produzione di energia da fonti rinnovabili e di risparmio energetico. Le certificazioni che attestano il rispetto delle quote minime sono commercializzabili. Un esempio è fornito dalla commercializzazione dei certificati bianchi e verdi.
- Depositi rimborsabili – i pagamenti in questo caso vengono effettuati al momento dell'acquisto del prodotto, ma è previsto un rimborso nel caso in cui il prodotto una volta utilizzato viene restituito al venditore o viene avviato in processi di smaltimento controllato. È il caso del vuoto a rendere.

- Contravvenzioni e ammende – tipico strumento command and controll, viene applicato nel caso in cui non vengano rispettate le norme fissate dal diritto ambientale. Solitamente i pagamenti sono proporzionali al danno prodotto o al profitto illegalmente ricavato.
- Obbligazioni o fideiussioni rimborsabili – si tratta del pagamento di depositi che vengono rimborsati nel caso in cui si attesti un corretto uso delle risorse naturali concesse in sfruttamento o il corretto svolgimento dei lavori sotto il profilo ambientale. Funzionano così le autorizzazioni per discariche o le concessioni minerarie.
- Pagamento per danno ambientale – il diritto civile prevede delle sanzioni per chi operi dei danni ambientali. Sono ad esempio previste delle compensazioni o dei rimborsi nei casi di versamenti accidentali di sostanze inquinanti.
- Interventi sul mercato pubblicitario – si interviene sul mercato pubblicitario al fine di evitare distorsioni nelle preferenze tra i beni. Per esempio è possibile informare circa gli effetti negativi di un bene o, al contrario, riservare degli spazi pubblicitari a prodotti ambientali.
- Sussidi ambientali – si tratta di contributi economici forniti a inquinatori o utilizzatori di risorse naturali, nel caso si vogliano migliorare le prestazioni ambientali. Si tratta anche di riduzioni di tasse o sussidi a favore di attività economiche che producono effetti positivi nell'ambiente.
- Crediti agevolati – vengono resi disponibili risorse finanziarie a tassi agevolati quando ci si rivolge a modalità di produzione e consumo rispettosi dell'ambiente. È il caso delle concessioni di crediti per l'acquisto di impianti per la produzione di energia rinnovabile.
- Politiche internazionali – spesso si esplicano nella fornitura di sussidi a privati che operano al fine di preservare l'ambiente, oppure possono consistere nel trasferimento diretto al paese interessato di risorse finanziarie affinché faccia rispettare le soglie di sfruttamento degli stock naturali. Possono anche realizzarsi con la creazione di un fondo internazionale per finanziare i paesi che meglio proteggono le risorse ambientali.

Parte terza

L'educazione al cambiamento

9. *Dall'educazione ambientale all'educazione allo sviluppo sostenibile*

Ben fa il padre saggio astrologo nel mostrare che l'educazione da sé sola è un gran tesoro.

Jacques Delors

Non si tratta soltanto di dare delle norme di comportamento, ma di far acquistare una 'mentalità ecologica' che implica sia l'aspetto razionale che quello emotivo, sia il modo di pensare che quello di agire. L'educazione ambientale è dunque un'educazione globale: scientifica, morale, estetica, civica... È globale perché è globale l'ambiente.

Claudio Longo

1. **Verso una definizione di educazione ambientale**

Non appare per nulla semplice definire l'educazione ambientale in modo univoco e definitivo in quanto il modo di intenderla è cambiato nel corso del tempo più di quanto si possa immaginare. Basta sfogliare le pagine di una buona storia della pedagogia per rendersi facilmente conto che l'ambiente ha da sempre avuto un posto di rilievo in campo educativo. Scrive a tal proposito Stefano Beccastrini¹, nel poderoso volume *Tutto è connesso*, edito da Arpa Sicilia nel 2005: "I 'padri fondatori' dell'educazione europea, da Comenio a Locke, da Rousseau a Pestalozzi, hanno considerato l'ambiente, inteso come la complessa e variegata realtà naturale e culturale che sta fuori dall'aula scolastica, una preziosa fonte di esperienze, di risorse, di scoperte educative. Anche per tutti i loro migliori e più re-

1. Beccastrini S., Cipparone M. (a cura di), *Tutto è connesso. Voci, idee, esperienze per l'educazione, l'ambiente, la sostenibilità*, ARPA Sicilia, Palermo, 2005, p. 36; opera realizzata all'interno del Progetto Interregionale Formazione, Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome, Ministero dell'Ambiente.

centi successori (fino, nel XX secolo, a John Dewey e oltre) il rinnovamento pedagogico si è sempre identificato con la capacità della scuola di uscire fuori dalle proprie mura, verso la comunità, verso il territorio, giustappunto verso l'ambiente, inteso come fecondo 'parco educativo' e inesauribile sistema di biodiversità naturali, di stratificazioni storico-antropologiche, di relazioni socio-culturali". Ambiente ed educazione sono legati insieme da un lungo sodalizio. Probabilmente se guardassimo al più vasto panorama della storia delle religioni e dell'antropologia culturale troveremmo un'infinità di connessioni tra ciò che l'uomo ha inteso come ambiente e ciò che ha inteso come educazione. Se pensiamo alla cultura degli indiani del nord america o a quella degli indigeni delle isole Samoa o degli aborigeni australiani, possiamo immediatamente riconoscere questo profondo legame nelle radici delle loro stesse culture. Le società ecologiche non possono far altro che elaborare sistemi sociali di trasmissione della conoscenza che mettano al centro la relazione con l'ambiente naturale. La natura per questo genere di società è tutto: dimora, divinità, fonte di risorse alimentari e di rimedi medici, maestra, fonte di morte e madre. In un simile contesto l'educazione all'ambiente, se così la si può chiamare, permea tutte le fasi di sviluppo dell'individuo. Non è più identificabile come un settore specifico dell'educazione, ma si connota come centro culturale/spirituale delle comunità. D'altronde dalla trasmissione delle informazioni riguardanti la relazione con l'ambiente dipende la stessa sopravvivenza della comunità.

Anche le società tecnologizzate del moderno occidente dipendono dall'ambiente per il loro sostentamento. Tuttavia in esse l'alto livello delle conoscenze e della tecnica ha determinato un "arroccamento" culturale dalla natura. Per cui, se anche ritroviamo nella storia culturale e scientifica dei paesi sviluppati diversi "ponti pedagogici" orientati alla natura, tuttavia l'asse culturale portante si è andato progressivamente spostando verso l'uomo e la tecnologia a tutto sfavore dell'ambiente. Oggi esiste senza dubbio una certa ritrosia nella cultura occidentale ad ammettere la propria dipendenza dalla natura. Lo sviluppo della tecnica e le numerose conquiste della scienza hanno diffuso un generale senso di onnipotenza che ha fatto quasi completamente dimenticare che l'uomo è parte di sistemi più ampi da cui dipende. Solo quando la crescita economica e il flusso di materia ed energia è divenuto talmente elevato da mettere a repentaglio la stessa incolumità dell'uomo occidentale qualcosa è cambiato. Solo con la sfrenata crescita della produzione dei paesi occidentali si è paradossalmente aperta una maglia nel senso di onnipotenza. Le evidenti manifestazioni del degrado ambientale prodotte dalla corsa alla produzione e ai profitti hanno a poco a poco riportato alla memoria dell'uomo il suo far parte della natura. È in un tale contesto che è nata l'educazione ambientale in quanto tale. Ne è

stata la culla la frenetica industrializzazione che ha caratterizzato gli anni successivi alla seconda guerra mondiale. I movimenti che si battono per la conservazione della natura nascono negli anni '50 e incominciano ad avere un reale peso politico intorno agli anni '70. È proprio in questo periodo che va ricercata la nascita dell'educazione ambientale come qualcosa di codificato e definito. Ed è quindi in questo periodo che andremo a ricercarne le definizioni originarie.

Come ci ricorda Maurilio Cipparone²: “Se proviamo a guardare, e vedere, attraverso la lente delle definizioni, l'educazione ambientale così come viene oggi intesa, scopriamo che lo sguardo non deve limitarsi agli orizzonti di questi anni, ma deve spaziare attraverso secoli e deve leggere frasi, che potremmo definire aforismi, che qualcuno ha iniziato a scrivere migliaia di anni fa”. L'interrelazione tra uomo e ambiente è sempre stata un tema a cui lo spirito umano si è dimostrato sensibile. Anche le culture originarie ne sono state interessate, anzi vi hanno costruito sopra le loro fondamenta. Tutta la storia dell'umanità è costellata di uomini che si sono interrogati circa il senso della relazione uomo-natura. Intere filosofie e religioni dedicano ampio spazio a questo tema fondamentale. Eraclito, San Francesco, Leonardo da Vinci e molti altri uomini eccelsi hanno praticato e diffuso educazione ambientale prima ancora che questa nascesse. Alla radice della cultura europea ricordiamo la *physis* presocratica, concetto ecologico ante litteram, che descrive il reale come *un'armonia visibile tra gli insiemi di enti materiali*. Ciò che più conviene a un grande uomo è *il partecipare intorno alla realtà...*, afferma Eraclito, mostrando così un'intuizione ecologica. La relazione uomo-natura è in quest'ottica una relazione di appartenenza, ma non nel senso che il mondo appartiene all'uomo. Al contrario, la saggezza presocratica sottolinea l'importanza per l'uomo di sentirsi parte del mondo. Lo stesso Aristotele aveva un'elevata concezione della natura, anche se dall'alto della sua *piramide*, era infatti convinto che “se un modo di fare le cose è migliore di un altro, si può essere sicuri che è il modo naturale”. Più di mille anni dopo, un'altra mente eccezionale – Albert Einstein – pare avere un'opinione simile: “Guardare in fondo alla natura significa capire meglio tutte le cose”. Se poi ci spostiamo all'altro capo del mondo, scopriamo che l'oriente pullula di coscienza ecologica. La massima di Confucio – “Sento e dimentico. Vedo e ricordo. Faccio e comprendo” – potrebbe essere scambiata per un aforisma riferito agli approcci esperienziali dell'educazione ambientale.

La coscienza ambientale, o meglio ecologica, è sempre esistita. È universale. È parte del bagaglio esperienziale e genetico di ogni organismo vi-

2. Ibidem, p. 31.

vente. È il frutto di milioni di anni di interazioni tra forme di vita ed ambiente.

L'educazione ambientale è ovviamente qualcosa di molto diverso. In un mondo in cui l'umanità avesse seguito la saggezza ecologica non servirebbe. È nata come rimedio con cui contrastare un danno. Come abbiamo visto prima, è sorta dalle macerie del rapporto uomo-ambiente con lo scopo di ricostruirne un ponte. Una delle prime definizioni la dobbiamo alla Iucn (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura) ed è datata 1970: "L'educazione ambientale è il processo di riconoscimento dei valori e di chiarimento dei concetti in ordine allo sviluppo di capacità ed attitudini necessarie per capire ed apprezzare le interrelazioni tra l'uomo, la sua cultura e l'ambiente biofisico che lo circonda. L'educazione ambientale coinvolge i processi decisionali e la formazione di un codice di comportamento per il raggiungimento degli obiettivi della qualità ambientale"³. Sette anni più tardi arriva anche la visione dell'Unesco, l'agenzia delle Nazioni Unite per l'Educazione e la Cultura, secondo la quale il compito dell'educazione ambientale è: "Promuovere una chiara consapevolezza nonché l'interesse sull'interdipendenza economica, sociale, politica ed ecologica nelle aree urbane e rurali. Fornire a tutti l'opportunità di acquisire le conoscenze, i valori, le attitudini, l'impegno e le capacità necessarie per proteggere e migliorare l'ambiente. Creare nuovi schemi di comportamento verso l'ambiente nei singoli, nei gruppi e nella società in generale"⁴. Se si osservano le due definizioni non sarà difficile riconoscere delle affinità: entrambe sottolineano l'importanza di prendere coscienza dell'interdipendenza che lega i sistemi umani (cultura, economia e società) a quelli naturali ed invitano ad un conseguente cambiamento di comportamenti. L'elaborazione teorica comunque continua, la ricerca anche e dopo un ventennio di attività la Commissione Educazione della Iucn così prova a ridefinire l'educazione ambientale sulla base dell'esperienza maturata: "L'educazione ambientale è un processo per mezzo del quale gli individui acquisiscono consapevolezza ed attenzione verso il loro ambiente; acquisiscono e scambiano conoscenze, valori, attitudini, esperienze, come anche la determinazione e la motivazione che li metterà in grado di agire, individualmente o collettivamente, per risolvere i problemi attuali e futuri dell'ambiente"⁵. C'è uno sguardo maggiormente orientato al futuro e viene dato massimo risalto agli attori del processo. L'educazione ambientale in questa rinnovata visione dell'Iucn risalente al 1993 è presentata come uno stru-

3. Cipparone M., "L'educazione ambientale. Definizioni in divenire", in *Tutto è connesso*, op. cit., 2005, p. 33.

4. Ibidem, p. 34.

5. Ibidem, p. 34.

mento in mano agli uomini, che con la loro partecipazione possono contribuire alla risoluzione della crisi ambientale. È proprio la partecipazione la chiave di volta della concezione Iucn.

Secondo Cipparone, senza la partecipazione non è possibile raggiungere gli obiettivi di tutela e conservazione delle risorse naturali. Viene in mente la partecipazione, certamente di carattere più contemplativo ed epistemologico, ma non meno attuale, di cui parlava Eraclito centinaia di secoli fa.

2. L'evoluzione del modo di intendere l'educazione ambientale

L'educazione ambientale in quanto tale è nata negli anni settanta del secolo scorso. Da allora sono stati sperimentati molti modi di praticarla da diversi attori ed in differenti contesti. In circa trent'anni si è assistito ad un enorme proliferare di esperienze. Gli stessi attori col tempo si sono moltiplicati: le scuole di ogni ordine e grado, il terzo settore con le Associazioni ambientaliste e le Ong, alcuni movimenti politici, gli Enti locali, i Parchi e le Aree Protette, le agenzie internazionali (Unesco, Unep, Undp, OCDE, Ocse, Fao, OMS, UNCTAD...), le Università... Ne è emerso un panorama altamente differenziato del modo di intendere l'educazione ambientale.

In ambito nazionale Giovanni Borgarello⁶ descrive questo quadro poliedrico riconducendo le differenze di approcci e metodi a 6 modelli principali: la ricerca d'ambiente, la didattica naturalistica, l'educazione ecologica, il modello etico-normativo, il modello disciplinarista e infine quello dialogico.

2.1. Il modello ricerca d'ambiente

Si afferma e si diffonde soprattutto all'inizio della storia dell'EA in Italia. Rappresenta il tentativo portato avanti soprattutto da alcuni insegnanti impegnati nella ricerca di un'educazione meno teorica ed isolata. Si cerca un contatto diretto con la realtà, che è intesa in prima istanza come territorio. Si lavora sulla ricerca e la lettura critica dei "segni" di cui è costellata la realtà territoriale. Il quartiere diviene la nuova aula. L'uscita sul territorio rappresenta un modo alternativo di fare scuola. L'attenzione non viene focalizzata sugli ambienti naturali, ma sulle diverse dimensioni del territo-

6. Borgarello G., "Il senso di fare educazione ambientale oggi", in *Condibidemdere mondi possibili. Formazione, management di rete e sviluppo sostenibile* (a cura di Borgarello), Regione Umbria, Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Provincie Autonome, Ministero dell'Ambiente, Perugia 2005, pp. 51-52.

rio urbano. Scienze sociali e naturali, economiche ed ecologiche, storiche e geografiche si intrecciano in percorsi più o meno interdisciplinari, in cui l'accento è posto sulle procedure di indagine. Si affermano il lavoro di gruppo e le tecniche di "animazione". I "materiali" (testi, rappresentazioni grafiche, manufatti, spettacoli, mostre, video...) prodotti durante i percorsi vengono considerati molto importanti: a loro è affidato il compito di comunicare all'esterno della classe o della scuola gli esiti della ricerca d'ambiente. In generale l'obiettivo è quello di favorire i processi formativi e cognitivi che possano aiutare gli studenti nella lettura dell'ambiente.

2.2. La didattica naturalistica

Anche questo modello, come il precedente è caratteristico di tutti gli anni '70. Pone al centro l'ambiente inteso come natura e non più come quartiere. Viene portato avanti quasi esclusivamente dagli insegnanti di scienza che si pongono l'obiettivo di far conoscere gli organismi e gli ambienti naturali. La convinzione più diffusa è che sia sufficiente far conoscere la natura per orientare i comportamenti verso la sua difesa e la sua conservazione. L'approccio rimane nella maggior parte dei casi piuttosto nozionistico, in altre parole basato quasi esclusivamente sulla trasmissione di informazioni riguardanti la biologia, la zoologia, la botanica e l'ecologia (intesa come studio degli habitat).

2.3. L'educazione ecologica

È la versione sistemica e complessa della didattica naturalistica. Si sviluppa solo successivamente e grazie ad una progressiva presa di coscienza dei valori ecologici. Incomincia a diffondersi una concezione che vede l'uomo parte di sistemi più complessi e l'ambiente non viene più inteso solo dal punto di vista naturalistico, ma anche gli aspetti sociali, economici, storici, geografici ed ecologici divengono prioritari nella composizione del quadro. Sembra quasi che gli approcci caratteristici della ricerca d'ambiente abbiano in qualche modo contaminato la didattica naturalistica, trasformandola in un approccio interdisciplinare basato sul pensiero sistemico. Senza dubbio eventi della portata del disastro di Seveso (10 luglio 1976) e della Conferenza Intergovernativa di Tblisi (1977) hanno contribuito ad ampliare il modo di intendere l'EA in questa direzione. Ma ci vorranno ancora parecchi anni prima che i grandi disastri ambientali vengano compresi nel loro valore complessivo. Regna ancora la cultura che vede l'uomo separato dal mondo naturale. L'educazione ecologica da un

grande impulso nella direzione di rivedere la posizione che l'uomo occupa nell'ambiente. Si incomincia a diffondere la convinzione dell'importanza di un approccio empatico e di una visione che ponga l'uomo come parte di una rete di relazioni complesse di cui egli non è che una parte. Comunque nell'arco degli anni '70 permane un approccio prettamente tradizionale che dà centralità essenzialmente agli effetti delle attività antropiche sugli ambienti naturali, all'inquinamento ed alla nocività delle fabbriche senza prestare molta attenzione ai processi ecologici. È soltanto negli anni '90 che si svilupperà ed affermerà la concezione sistemica dell'ambiente e dell'educazione, solo allora la massima di Delattre (*Teoria dei sistemi ed epistemologia*, 1984): “*il tutto è più della somma delle singole parti*” diverrà centrale nel modo di intendere l'educazione ambientale.

2.4. *Il modello etico-normativo*

L'educazione ambientale viene interpretata come strumento di promozione di comportamenti rispettosi nei riguardi degli ambienti naturali ed antropizzati. La mission è divulgare le pratiche virtuose per l'ambiente. Ciò vale per quasi tutti gli anni '80. Il rischio di un tale approccio è quello di cadere nella demagogia, o di rimanere superficialmente ancorati alle norme da tenere senza preoccuparsi troppo che alla base vi sia una maturata comprensione delle problematiche. Probabilmente all'interno di un tale modello vi sono tante differenti correnti e certamente non tutte affrontano superficialmente le criticità del problema ambientale. Come le correnti “solidaristiche”, che fanno leva sull'importanza delle altre specie viventi e sulle future generazioni per suscitare il bisogno di cambiamento dei comportamenti; o come quelle “ideologiche” che fanno appello alle appartenenze ed alle opposizioni politiche per motivare al cambiamento. Comunque rimane la tendenza di volere dirigere gli altri, in una parola di volere “manipolare” le coscienze. È questo il limite maggiore di tale approccio. Un limite che può essere superato attraverso pratiche di riflessione partecipata e metodologie basate sull'empatia e l'esperienza.

2.5. *Il modello disciplinarista*

Alla base di un tale modello vi è la convinzione che le diverse discipline, viste come punti di vista specifici sulla realtà, intrecciandosi e interagendo tra loro, possano strutturare i modi di vedere la realtà da parte del soggetto. Acquisiti i saperi il soggetto li interiorizzerà e inizierà ad agire di conseguenza. Così le discipline diventano lo strumento principale di cui

avvalersi per determinare il cambiamento dei comportamenti. L'approccio è principalmente trasmissivo e contenutistico, anche se si avvale di didattiche attive ed esperienziali come: i lavori di gruppo, le raccolte dati sul campo, i giochi di ruolo e di simulazione e i confronti dialogici collettivi. Prendono spazio anche le innovazioni tecnologiche come gli ipertesti e l'uso di internet.

2.6. Il modello dialogico

Questo è il modello che si afferma nel corso degli anni '90 e che attualmente è considerato un punto di riferimento per la maggior parte degli attori nel campo dell'EA. Si tratta di un'applicazione strutturale del modello dell'educazione ecologica con una attenzione particolare agli aspetti etico-sociali. Ora l'ottica sistemica acquista un'importanza centrale e l'approccio metodologico è di ricerca ed ecologico. Il soggetto assurge a ruolo centrale e la riflessione educativa si intreccia profondamente con quella ambientale nella direzione della spinta ai cambiamenti comportamentali sia a livello individuale sia a livello sociale. L'approccio contenutistico è assolutamente sorpassato. L'accento ora è sulle modalità di svolgimento dei processi educativi, sulla loro qualità. Non interessa più la quantità di informazioni trasmesse, ma la qualità del processo di apprendimento. La stessa trasmissione di conoscenza appare alla luce di questo nuovo modello sorpassata. Poiché in un'ottica sistemica le relazioni hanno la caratteristica di essere interdipendenti, sembra più opportuno parlare di processi di apprendimento.

Secondo Giovanni Borgarello: "ciò che importa non è tanto e non solo conoscere gli ambienti, sviluppare progetti e azioni, quanto come si conosce, si progetta e si agisce ovvero la qualità dei processi di trasformazione del soggetto. Assumono rilevanza l'integrazione e il dialogo continuo tra agenzie formative e territorio, in una ricerca continua di risonanza e di coerenza, il lavoro di rete, le organizzazioni che apprendono...".

È questo il modello che attualmente guida la riflessione sull'EA a livello non solo nazionale, ma anche internazionale. Dalla Conferenza nazionale dell'Educazione Ambientale di Genova nel 2000 è emerso con forza questo modo di intendere l'EA, così come è avvenuto in occasione del più recente 3WEEC (Terzo Congresso Internazionale di Educazione Ambientale), svoltosi a Torino dal 2 al 6 ottobre 2005. Inoltre il modello dialogico ha rappresentato un punto di riferimento comune per l'Accordo di programma in materia IN.F.E.A. tra Stato, Regioni e Province autonome (Conferenza Stato-Regioni, 2000). Se poi si pensa che una tale concezione dell'EA è alla base del Documento Unesco per il decennio dedicato all'educazione allo sviluppo sostenibile, si comprende immediatamente la

sua importanza a livello globale. È questo oggi il punto di riferimento condiviso a livello mondiale sull'EA.

Secondo il nuovo modello interpretativo della EA è fondamentale la promozione di “un approccio conoscitivo (il pensiero ecologico) che metta in evidenza le relazioni di profonda e complessa interdipendenza esistenti tra i fenomeni su scala globale e le relazioni di interdipendenza tra i vari soggetti (persone, istituzioni, associazioni...) che su scala locale concorrono nel generarli (intreccio locale-globale)”. È cambiato quindi il modo di intendere la EA. Sono cambiati i soggetti: non sono più soltanto bambini e ragazzi, ma anche adulti. I semplici cittadini vanno coinvolti nei processi di EA e accanto a loro anche coloro che amministrano, coloro che governano e come tali prendono le decisioni, e coloro che hanno le competenze tecniche per intervenire. Sono cambiati i contesti: non si opera più soltanto a scuola o nell'università, nei centri di formazione o nei CEA (centri di educazione ambientale), ma la sfida è portare avanti i processi di sviluppo sostenibile territoriale. Sono cambiati i modi: non più, non solo, unità didattiche o percorsi educativi e formativi, ma processi di apprendimento in contesti complessi.

Ecco come Borgarello definisce l'EA così declinata: “la capacità di porre ed esplorare problemi relativi a questioni strategiche per la nostra società, in cui è coinvolta la dimensione educativa, per costruire un presente ed un futuro sostenibili”.

In questa prospettiva i nuovi obiettivi dell'EA dovrebbero essere i seguenti⁷:

- Comprendere sempre più e sempre meglio le dinamiche di costruzione della conoscenza connesse ai tentativi di sostenibilità territoriale, le condizioni che le favoriscono e sostengono, gli ostacoli che incontrano.
- Inserire gli interventi educativi in una logica di *longlife learning*.
- Sviluppare metodologie e saperi congruenti rispetto agli esiti scientifici ed epistemologici e, in particolare, delle scienze della complessità.
- Ricercare coerenze tra contenuti e modalità delle agenzie educative e – dei percorsi educativi ovunque essi si sviluppino – con i tentativi di costruzione di una società sostenibile.
- Costruire un sistema educativo/formativo diffuso ed integrato, in cui la scuola mantiene una forte ma non esclusiva importanza.
- L'integrazione strategica delle azioni educative in tutte le politiche settoriali, che a loro volta dovrebbero essere concepite e trattate in modo integrato.

7. Ibidem, p. 53.

- Sviluppare una ricerca su come mettere in rete in modo sempre più effettivo ed efficace i soggetti e le esperienze di ricerca educativa, e su come sviluppare una comunità di pratica e di ricerca.

3. Il percorso dell'EA a livello internazionale

La data di nascita dell'EA a livello internazionale è senza dubbio il 1972, anno della nota Conferenza di Stoccolma. L'inizio degli anni settanta sono caratterizzati dal diffondersi di preoccupazioni relative allo stato dell'ambiente, sono di questi anni infatti le pubblicazioni del Club di Roma e il celeberrimo rapporto sui "Limiti dello Sviluppo" (Meadows, 1972). La particolarità di questo momento è dovuta al fatto che la super crescita economica e tecnologica che ha avuto inizio nel dopoguerra incomincia a far vedere i suoi frutti in termini di degrado ambientale. Dall'altro lato lo smantellamento del sistema coloniale porta alla luce l'enorme divario di sviluppo che separa i paesi occidentali dal sud del pianeta. Il problema che si affaccia per la prima volta sullo schermo della politica internazionale è come fermare il degrado ambientale causato dalle superpotenze mondiali e come portare lo sviluppo economico nei paesi in cui la gente rischia di morire di fame. Gli obiettivi che vengono proclamati a Stoccolma⁸ parlano di "pace e sviluppo economico e sociale in tutto il mondo" e di "difesa e miglioramento dell'ambiente umano per le generazioni presenti e future". Viene redatto un Piano di Azione che si prefigge di raggiungere gli obiettivi di cui sopra avvalendosi dell'educazione ambientale come strumento *rivolto a giovani ed adulti, essenziale per ampliare la base di un'opinione informativa e per inculcare negli individui, nelle società e nelle collettività il senso di responsabilità*. Il documento esprime fiducia nell'umanità. È diffusa la convinzione che tramite le conoscenze e le tecnologie acquisite, la forza del mercato e della società, sia possibile risolvere il problema e determinare un cambiamento dei comportamenti nella direzione della protezione della natura e dell'ambiente.

L'educazione ambientale nasce nel panorama internazionale come educazione alla conservazione. È questo il primo gradino: rendersi conto delle conseguenze negative dello sviluppo economico incontrollato e dell'uso indiscriminato delle risorse e lanciare l'allarme per la conservazione. Non viene messo minimamente in dubbio il modello di sviluppo o gli elevati livelli della crescita. Il problema ambientale è una questione di gestione ra-

8. United Nations, *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environmental*, Stockholm, 1972.

zionale delle risorse. Basterà gestire oculatamente le risorse e alfabetizzare le masse ai problemi ambientali per mettere un freno al degrado ed alla distruzione della natura.

Nel 1975 l'Unesco e l'Unep avviano un Programma Internazionale di Educazione Ambientale decennale, ottemperando alle indicazioni espresse nel Piano di Azione. L'obiettivo è lo scambio di esperienze, di idee e di programmi educativi, e l'implementazione della ricerca e della formazione nel campo dell'EA a livello internazionale. A tal fine vengono organizzate due iniziative fondamentali: il Seminario di Belgrado nel 1975 e la Conferenza di Tblisi nel 1977.

3.1. *L'EA come strumento di presa di coscienza degli effetti della crisi ambientale*

Nel Seminario di Belgrado viene affermata la assoluta necessità di una presa di coscienza diffusa intorno ai problemi ambientali, il bisogno di diffondere valori capaci di sorreggere comportamenti responsabili e soprattutto l'importanza centrale della partecipazione, intesa sia in senso individuale che collettivo, quale strumento principale per il raggiungimento degli obiettivi. E la partecipazione stessa è raggiungibile solo tramite l'EA. Questa è vista come "un processo continuo, esteso alla vita intera, tanto scolastica quanto extrascolastica", che deve condurre, tramite "la partecipazione attiva alla prevenzione e alla soluzione dei problemi posti dall'ambiente"⁹. In sostanza il Seminario di Belgrado conferisce all'EA un posto centrale nel quadro del cambiamento che viene auspicato. Non si tratta più di uno strumento volto alla diffusione della coscienza ambientale nella direzione della conservazione. Da Belgrado in poi l'EA oltre ad occuparsi dello sviluppo delle conoscenze ecologiche e della sensibilizzazione sui problemi ambientali dovrà far proprie le tematiche della pace, dei diritti umani e dell'equità. In questo clima, c'è chi avverte il rischio che l'estrema importanza conferita all'EA sia in un certo qual modo uno stratagemma per lasciare che le cose restino come sono. Si diffonde, infatti, a seguito di Belgrado la convinzione che per potere modificare lo stato delle cose ci sia la necessità di aspettare che almeno una generazione venga educata all'ambiente. Come se potessero bastare le virtuose pratiche educative dell'EA attuate fuori e dentro la scuola a cambiare il modello di sviluppo e il livello di crescita su cui la società è basata¹⁰. In realtà sviluppo e crescita non

9. Cfr. Unesco, *Trends in environmental education*, Paris, 1977.

10. Spesso e volentieri si attribuiscono grandi responsabilità al mondo della scuola. È vero che a volte soffre di disfunzioni organizzative, gestionali e di mancanza di adeguati

sono messi in discussione a Belgrado, la posizione politica delle parti non è molto cambiata da Stoccolma. Regna la generale convinzione che sia sufficiente un approccio razionale alla crescita economica e all'uso delle risorse per risolvere definitivamente il problema ambientale.

3.2. *Si passa all'azione: dagli effetti alle cause della crisi ambientale*

Nel 1977 la Conferenza di Tblisi segna un grande passo avanti nel modo di intendere l'EA a livello internazionale. Cambiano gli approcci e in parte anche gli obiettivi. Si parla di apprendimento *attraverso l'ambiente* e non solo *sull'ambiente*, ed incominciano ad affacciarsi parole come “olistico” e *complessità*. L'idea di educazione ambientale è profondamente cambiata. Il nuovo modo di intenderla vuole rappresentare il quadro di riferimento comune affinché si passi all'azione. Vengono approvate una dichiarazione e 41 raccomandazioni per stimolare e guidare i paesi partecipanti nella realizzazione di iniziative, programmi e progetti di EA. C'è ormai una base teorica comune, una visione condivisa e moderna dell'EA che permette di passare all'azione. Ecco come a Tblisi viene espressa la nuova visione: “L'obiettivo principale dell'educazione ambientale è quello di mettere in grado la gente di comprendere la complessità dell'ambiente e la necessità per le nazioni di adattare le proprie attività e di indirizzare il proprio sviluppo verso modalità che siano in armonia con l'ambiente. L'educazione ambientale deve adottare un punto di vista olistico che esamini tutti gli aspetti ecologici, sociali, culturali, o altro, che si riferiscano allo specifico problema affrontato. Essa è quindi intrinsecamente interdisciplinare. Tuttavia i problemi che essa affronta dovranno essere familiari a coloro che apprendono, riguardare la loro casa, comunità o nazione, e questo dovrebbe aiutare ad acquisire e sviluppare le conoscenze, i valori e le capacità necessari per risolverli. Questo significa che l'educazione ambientale comprende un apprendimento *attraverso l'ambiente* oltre a quello *sull'ambiente*, e che in diverse situazioni questo richiederà di cambiare strategie di insegnamento molto diffuse, specialmente nell'educazione formale. Adottando un approccio *orientato ai problemi* e un approccio “orientato all'azione” l'educazione ambientale diventa così un'educazione per tutta la vita, rivolta in avanti. Per la sua natura interdisciplinare, e perché porta l'educa-

piani di formazione ed aggiornamento, ma non si può certo pensare che da sola riesca a salvare il pianeta intero e l'umanità. I macrostrumenti dello sviluppo sostenibile dovrebbero agire in sinergia per rilevarsi davvero efficaci. Un adeguato supporto legislativo ed una efficiente governance dovrebbero sorreggere insieme la conservazione della natura, l'economia ecologica e l'educazione allo sviluppo sostenibile.

zione più vicina all'ambiente e alla vita, l'educazione ambientale può giocare un ruolo notevole nel rinnovamento dei sistemi educativi"¹¹.

L'approccio educativo appare in questa nuova visione talmente centrale da travalicare i confini stessi del tradizionale campo d'azione dell'EA, che viene innovativamente considerata un possibile strumento di aggiornamento della didattica scolastica. La posizione dell'Unesco è assolutamente premonitrice di futuri scenari, ma alla fine degli anni '70 si è solo all'inizio del percorso e la realizzazione di quanto è stato scritto è ben lungi dal concretizzarsi. Grande merito va comunque attribuito alla Conferenza di Tblisi, per l'aver posto così precocemente le basi per una condivisione metodologica fondamentale. Se la riflessione su i metodi e gli approcci educativi pare essere all'avanguardia, tuttavia lo stato degli studi e delle convinzioni in materia di politica ambientale rimane fermo agli approcci di Stoccolma. Permane la focalizzazione sugli obiettivi comportamentali dell'educazione ambientale senza mettere in discussione le culture e le economie che sostengono a determinate pratiche ed abitudini che si vorrebbero cambiare. Permane la prospettiva essenzialmente conservazionista che non rende grazia al nuovo approccio olistico annunciato.

Gli anni ottanta sono segnati da un ulteriore passo in avanti. È di quegli anni la *Strategia mondiale per la conservazione*, documento formulato grazie allo sforzo sinergico di Iucn, Unep e Wwf ed orientato a definire i passi da intraprendere per agire concretamente al fine di conservare il patrimonio naturale mondiale. Il testo della Strategia per la conservazione della natura rappresenta una pietra miliare nella storia della politica ambientale internazionale. Il modello di sviluppo viene preso in considerazione come causa della crisi ambientale. Per la prima volta la riflessione passa dagli effetti alle cause del problema che si vuole superare. Ora, finalmente, lo sviluppo viene concepito come un processo che "modifica la biosfera e l'impiego di risorse umane, finanziarie, viventi e non viventi, per soddisfare i bisogni dell'umanità e migliorare la qualità di vita (rispondendo ai bisogni attuali senza limitare la soddisfazione dei bisogni delle generazioni future)"¹².

Le Nazioni Unite nel 1987 pubblicano il rapporto conclusivo della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo, meglio noto come Rapporto Brundtland. È la data di nascita del concetto di *sviluppo sostenibile*, inteso come sistema economico, sociale e culturale capace di "soddisfare i bisogni attuali degli uomini, e di migliorare la qualità della

11. Unesco, *Final Report*, Tblisi Conference, 1977. Vedi anche: Unesco, *Intergovernmental Conference on Environmental Education*, Tblisi, Georgia, 1977, p. 12.

12. Iucn, Unep, Wwf, *World Conservation Strategy: Linking Resources Conservation for Sustainable Development*, Iucn, Gland, Switzerland, 1980, p. 3.

loro vita, senza compromettere le necessità delle generazioni future". I grandi disastri ambientali degli anni '80 (Seveso, Bhopal, Tchernobil) avevano portato alla luce le conseguenze negative della ricerca della crescita economica *a tutti i costi*, su cui spesso e volentieri si basavano i modelli di sviluppo occidentali. I temi dell'equità nell'accesso alle risorse, della salvaguardia dei diritti umani fondamentali e dell'enorme divario economico tra Nord e Sud del mondo vengono alla ribalta. Ma la soluzione prospettata è ancora una volta lo sviluppo economico stesso. Si crede, infatti, che sia la povertà la causa principale del degrado ambientale e che questa possa essere combattuta solo attraverso un aumento della crescita economica.

Il 1987 è anche l'anno della *Conferenza intergovernativa sull'educazione ambientale*. Convocata a Mosca da Unesco ed Unep, la conferenza rappresenta un momento importante per la storia dell'EA¹³. Viene tracciato un bilancio di ciò che è stato realizzato nel campo dell'EA nel corso dei dieci anni che separano dalla precedente Conferenza di Tblisi. La valutazione dell'operato non è eccessivamente positiva: viene riconosciuta una generale diffusione della coscienza della crisi ambientale, a cui purtroppo non fa riscontro una corrispondente inversione di tendenza sul piano economico e sociale.

3.3. *La ricerca su teorie e pratiche dell'EA: verso una educazione di qualità*

Da Tblisi a Mosca viene percorsa molta strada, soprattutto si diffonde su scala internazionale la pratica dell'educazione ambientale. Sono anni di intense sperimentazioni, e man mano che i progetti e le iniziative si susseguono si sente sempre più il bisogno di ricercare intorno agli approcci ed alle metodologie. C'è la preoccupazione, a volte la convinzione, che alcuni modi di procedere siano poco efficaci. Gli approcci e le scuole di pensiero si delineano sempre più, le linee di demarcazione tra le diverse concezioni di educazione ambientale si fanno sempre più nette. Sulla scorta dell'urgenza di massimizzare l'efficacia degli interventi vengono teorizzate visioni educative che prendono in considerazione sia le metodologie, sia i contenuti, sia le strategie e le posizioni politiche e culturali. È degli anni '80 la distinzione di Lucas tra educazione *sull'ambiente*, *nell'ambiente* e *per l'ambiente*. Sono queste le tre *scuole* di pensiero principali in cui si divide l'educazione ambientale a livello internazionale. La prima visione, *sull'ambiente*, è incentrata su un approccio contenutistico in cui la premi-

13. Unesco, *International Strategy for action in the field of Environmental Education and Training for the 1990s*, Mosca, 1987.

nenza viene data alle informazioni ed ai contenuti piuttosto che ai processi ed alle ricadute comportamentali. La seconda concezione, *nell'ambiente*, insiste sull'importanza dell'immersione in natura e dà grande valore alla relazione empatica con l'ambiente. Il terzo approccio, *per l'ambiente*, si concentra invece sugli aspetti etici e socio-politici e si pone come obiettivo principale la modificazione degli stili di vita e l'incidenza sui contesti locali.

La nascita di queste correnti di pensiero stimola notevolmente l'interesse per le problematiche epistemologiche e metodologiche relative all'EA. Nell'86, una grande organizzazione internazionale, l'Ocse (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), scende in campo su questo tema con determinazione. Lancia il progetto ENSI, Environment and School Initiatives, tramite il suo Centro per la Ricerca Educativa e l'Innovazione (CERI)¹⁴. Si tratta di una ricerca-progetto-azione che si pone l'obiettivo di indagare su quale possa essere l'approccio metodologico più efficace e più profondo per l'EA. In altre parole si vorrebbero enucleare le caratteristiche di una educazione ambientale di "buona qualità". I punti di partenza dell'ENSI sono: la necessità di inquadrare il rapporto uomo-ambiente in una visione olistica e complessa che superi l'approccio utilitaristico nei confronti della natura; l'importanza di motivare profondamente i giovani sia a conoscere le problematiche ambientali che ad agire per la difesa e la conservazione della natura; l'urgenza di preparare i giovani al dinamismo contemporaneo, fornendoli degli strumenti necessari ad affrontare tutte le incertezze, i rischi e la complessità del reale. Il progetto coinvolge 24 nazioni con la partecipazione di numerosissimi insegnanti e di diverse migliaia di alunni e dura fino al 1994. Certo i risultati di una ricerca di tale portata non possono non essere presi in considerazione dagli operatori del settore e l'ENSI per quasi un decennio catalizza l'attenzione degli stakeholders. La *scuola* dell'educazione *sull'ambiente* viene senza dubbio indebolita, se non sconfitta, dai risultati del mega progetto-ricerca-azione ENSI. Infatti, la concezione di educazione ambientale avallata dai risultati della ricerca si basa sull'importanza del soggetto, visto come centro del processo di apprendimento, e sulla centralità del contesto di apprendimento. Le informazioni ed i contenuti vanno in secondo piano rispetto al processo determinato dall'interazione tra soggetto e contesto. È

14. OECD-CERI, *Environment, school and active learning*, OECD, Paris, 1991. Vedi anche OECD-CERI, *Environmental Learning for the 21st Century*, OECD, Paris, 1995; Kelley-Lainé K., "Environmental Education and Sustainable Development: trends in member countries", in OECD, *Sustainable Development. OECD Policy approaches for the 21st Century*, OECD, Paris, 1997; Elliot J., *Environmental Education: on the way to a sustainable future. Report on International Conference*, ENSI, Linz (Austria), 1998.

una visione che affonda le sue radici nella scienza della complessità e nella Teoria Generale dei Sistemi. Non ci sono quindi ricette preconfezionate, al contrario bisognerà di volta in volta partire dall'attenta analisi critica della interrelazione tra contesto e soggetto per l'elaborazione dei percorsi di educazione ambientali. Non più quindi unità didattiche o programmi, niente di statico, solo percorsi dinamici capaci di calarsi nella complessità della realtà locale e di dar voce alle diversità di cui essa si compone. Ecco come Michela Mayer descrive questo importante passaggio nel modo di intendere l'EA a livello internazionale: "Il cambiamento rispetto alle metodologie tradizionali è profondo e non riguarda solo l'educazione ambientale, ma la mentalità di concepire l'educazione. Visto che non ci sono ricette o regole magiche il progetto ENSI assume come modalità di formazione degli insegnanti la *ricerca azione* la riflessione cioè continua sui presupposti e sulle modalità di conduzione del proprio lavoro. I risultati, sia nazionali sia internazionali, non sono espressi in termini di programmi o di unità didattiche ma, coerentemente, in termini di indicazioni, proposte, riflessioni, basate su studi di caso e buone pratiche. Il messaggio è che l'educazione ambientale è innanzi tutto una *buona educazione*, nella quale i contenuti ambientali sono importanti perché permettono a chi apprende di costruire *conoscenze locali* utilizzabili per scopi concreti e al tempo stesso ricche di complessità e incertezza, e di riflettere sull'intreccio tra valori, emozioni, e informazioni che caratterizza ogni conoscenza"¹⁵.

3.4. *L'Unesco vede nell'educazione un tesoro: un primo passo verso l'educazione allo sviluppo sostenibile*

Gli anni '90 sono davvero fortunati nel campo dell'educazione. Nel 1996 viene pubblicato il famoso rapporto Delors. Voluto dall'Unesco, sintetizza gli esiti di una ricerca portata avanti dalla Commissione internazionale per l'educazione nel ventunesimo secolo, presieduta da Jacques Delors. La visione dell'educazione si avvicina molto a quella emersa nello studio ENSI. La centralità del soggetto e del contesto vengono riaffermati. E fa tanto pensare che una ricerca sullo stato e gli indirizzi dell'educazione dia tanto spazio ai temi dei diritti umani e dell'ambiente, al punto che *Nell'educazione un tesoro* può essere considerato uno dei primi testi di educazione allo sviluppo sostenibile. La visione dell'educazione è talmente all'avanguardia ed a passo con i tempi che il rapporto Delors è tuttora, a

15. Mayer M., "L'educazione ambientale nelle proposte delle Nazioni Unite e dell'Ocse", in *Tutto è connesso*, op. cit., p. 126.

dieci anni di distanza, un punto di riferimento importante per gli addetti al settore. Il fatto poi che una parte notevole della riflessione della Commissione internazionale sia imperniata sull'esigenza di un nuovo modello di sviluppo capace di armonizzare la crescita economica con i diritti umani, l'equità e la difesa dell'ambiente è un segnale importante. Le disparità economiche e le ingiustizie sociali a livello globale entrano nel *discorso educativo* con grande forza, perché sono intese come il contesto socio-economico in cui la pratica educativa deve operare. Sin dalla prima pagina del rapporto, Delors sottolinea la connessione tra educazione, giustizia sociale ed equità economica: "Di fronte alle molte sfide che ci riserva il futuro, l'educazione ci appare come un mezzo prezioso e indispensabile che potrà consentirci di raggiungere i nostri ideali di pace, libertà e giustizia sociale. Nel concludere i suoi lavori, la Commissione si dichiara convinta che l'educazione dovrà svolgere un ruolo fondamentale nello sviluppo personale e sociale. La Commissione non vede l'educazione come rimedio miracoloso o una formula magica che possa aprire la porta verso un mondo in cui tutti gli ideali diventeranno realtà, ma come uno dei mezzi principali a disposizione per promuovere una forma più profonda ed armoniosa dello sviluppo umano, e quindi per ridurre la povertà, l'esclusione, l'ignoranza e la guerra"¹⁶. L'Educazione è vista e presentata come *utopia necessaria*, capace di contribuire alla salvaguardia dell'umanità e del pianeta. Viene riconosciuto il valore del progresso in termini di scoperte scientifiche e innovazioni tecnologiche, ma la critica dell'attuale modello di sviluppo mondiale è severissima: in esso vengono identificate le cause delle maggiori tensioni attuali (sociali, economiche, ambientali). "Si può... affermare che, in termini economici e sociali, il progresso ha portato con sé la disillusione. Ciò si rende evidente nella crescente disoccupazione e nell'esclusione di un numero sempre crescente di persone nei paesi ricchi, e viene messo in risalto dal permanere delle disuguaglianze nello sviluppo di tutto il mondo (secondo l'UNCTAD il reddito medio dei paesi meno sviluppati è in ribasso). Se è vero che l'umanità è sempre più cosciente delle minacce che incombono nel suo ambiente naturale, è anche vero che le risorse necessarie non sono state ancora stanziare, malgrado una serie di incontri internazionali, come la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (UNCED), svoltasi a Rio de Janeiro nel 1992, e malgrado i seri motivi rappresentati dai disastri naturali e da certi incidenti industriali di più grave portata. La verità è che la crescita economica a tutti i costi non può essere più considerata come il mezzo ideale per conciliare il progresso materiale con l'equità, con il rispetto per la condizione umana e per il patri-

16. Unesco, *Nell'educazione un tesoro. Rapporto all'Unesco della commissione Internazionale sull'Educazione per il Ventunesimo Secolo*, Armando Editore, Roma, 1996, p. 11.

monio naturale che abbiamo il dovere di trasmettere in buone condizioni alle generazioni future”¹⁷.

I dati sulla disparità economica sono più che evidenti. A fronte di una crescita economica globale enorme (dal 1950 al 1996 il Pil mondiale è passato da 4.000 a 23.000 miliardi di dollari)¹⁸, il 75% della popolazione mondiale vive nel sud e fruisce solo del 16% della ricchezza. Il nord, invece, consuma due terzi dei metalli e del legname, il 70% dell’energia, il 60% del cibo a livello mondiale. Alla luce di una tale distribuzione della ricchezza, oggi si calcolano nel mondo circa 1300 milioni di poveri assoluti (meno di 365 dollari annui).

Il contesto da cui parte l’indagine sull’educazione del ventunesimo secolo non è comunque caratterizzato solo da questa particolare tensione tra ricchi e poveri, tra Nord e Sud, che rappresenta la contraddizione più acuta, più eticamente inaccettabile della nostra epoca. Il quadro delle contraddizioni globali attuali è il punto di partenza della riflessione di Delors, in quanto uno dei compiti dell’educazione è proprio aiutare ad affrontarle. La tensione tra globale e locale porta in sé la sfida di diventare cittadini del mondo senza perdere le radici. Lo scontro tra universale e individuale, che comporta per l’uomo da un lato la spersonalizzazione insita nel modello della globalizzazione, dall’altro la tendenza all’individualismo più estremo e spesso la caduta nella solitudine. L’opposizione tra tradizione e modernità, che richiede di adattarsi al cambiamento senza perdere il contatto con il passato. La tensione insita nella cultura dell’effimero che priva l’uomo di una prospettiva a lungo termine. La lotta tra competizione ed uguali opportunità, per superare la quale sarebbe necessario riconciliare tre forze: la competizione che fornisce gli incentivi, la collaborazione che rafforza, e la solidarietà che unisce. La tensione tra spirituale e materiale che implica il bisogno di superare l’eccessivo materialismo della cultura capitalistica e valorizzare la moralità. Ed infine l’enorme espansione delle conoscenze, che mette a dura prova la capacità di assimilarle. La soluzione secondo la Commissione va ricercata nel fatto che non esistono solo i contenuti, è importante anche la conoscenza di sé, il benessere fisico e psicologico e la comprensione dell’ambiente.

La velocità dei cambiamenti odierni e l’incredibile matassa delle contraddizioni appena elencate richiedono un’educazione ampia, orientata soprattutto ad affrontare il mondo del lavoro e a condividere le diversità culturali come possibili fonti di arricchimento. Non basta più il periodo della scuola dell’obbligo per affrontare un mondo così complesso, bisognerà formarsi per tutto il periodo della propria esistenza. Il *longlife learning* di-

17. Ibidem, pp. 12-13.

18. Undp, *Human Development Report 1995*, op. cit., 1995.

viene la parola d'ordine in campo educativo-formativo ed oggi viene tanto richiamato da suscitare le critiche dei malpensanti che lo associano ad un fenomeno di *moda*.

Secondo la Commissione internazionale Delors l'educazione riguarda tutti, donne e bambini, giovani e adulti e va declinata su quattro assi portanti: *i quattro pilastri dell'educazione*. Prima di tutto è importante *imparare a conoscere*, da questa prima tappa dipende l'esito di tutto il percorso futuro. Solo un'educazione che infonde il piacere della scoperta e della crescita, il gusto per apprendere, può fornire il *passaporto all'educazione per tutta la vita*. Ecco cosa scrive a proposito il presidente della Commissione: "È di vitale importanza che tutti i bambini siano capaci di acquisire una conoscenza del metodo scientifico in una forma adeguata e diventino 'amici della scienza' per tutta la vita"¹⁹.

Il secondo pilastro è *imparare a fare*. È un principio legato all'imparare a conoscere, in quanto l'esperienza nelle sue più svariate forme ne rappresenta lo strumento principale. Ma il tema fondamentale dell'imparare a fare è la formazione professionale. È ingiusto accusare il mondo della scuola del problema della disoccupazione, non è certamente né la sola né la principale responsabile. D'altronde l'offerta formativa va riformulata nella direzione della diversificazione curriculare, garantendo anche la possibilità di compiere passaggi tra vari tipi di istruzione e tra la vita lavorativa e ulteriori corsi di formazione, come è stato sperimentato in Germania con il *modello sandwich*. Il mondo del lavoro è cambiato: oggi i servizi hanno la preminenza rispetto all'agricoltura ed all'industria. Di conseguenza l'idea di abilità professionale risulta superata e sostituita da quella di competenza personale: misto di abilità tecniche professionali, di comportamento sociale, di attitudine al lavoro di gruppo, di disponibilità ad affrontare i rischi. In questa ottica informazione e comunicazione, intuizione, sensibilità, giudizio, capacità di tenere insieme un gruppo sono della massima importanza.

Il terzo pilastro riguarda *l'imparare a vivere insieme*. In una società in cui la mobilità tra le diverse nazioni è sempre crescente, in cui i conflitti e le guerre non sembrano voler cessare, in cui l'individuo è continuamente spronato alla competizione, in cui solitudine e tv si fanno alleati, in cui si perde continuamente il senso della partecipazione democratica alla vita della società è di estrema importanza ricercare una forma di educazione che possa consentire di evitare i conflitti (educare alla pace e alla nonviolenza) o di risolverli pacificamente; andare oltre il generale clima di competizione; insegnare la diversità delle razze umane e la consapevolezza del-

19. Ibidem, p. 80.

le somiglianze e delle interdipendenze fra tutti gli esseri umani; coinvolgere gli alunni nella vita scolastica quotidiana, educando alla partecipazione democratica. Tutto ciò può essere attuato tramite numerosi strumenti come i progetti cooperativi, le attività sociali, la riqualificazione territoriale, l'aiuto a svantaggiati, le azioni umanitarie e la solidarietà intergenerazionale.

L'imparare ad essere definisce il quarto ed ultimo pilastro dell'educazione. Il sistema educativo a livello mondiale non può limitarsi a trasmettere conoscenze ed informazioni. L'uomo non è solo razionalità ed intelletto. Bisogna educare a pensare in modo critico, bisogna educare a saper vagliare con cura le informazioni trasmesse dai mass media e soprattutto dalla tv, ma è altrettanto necessario dare spazio all'espressione artistica, a nuovi metodi basati sull'esperienza, ad una visione dell'educazione come "viaggio interiore, le cui tappe corrispondono a quelle della continua maturazione della personalità"²⁰ a cui bisogna fornire i punti di riferimento necessari per comprendere il mondo, risolvere i problemi, prendere decisioni e assumersi le proprie responsabilità. In altre parole

"l'educazione deve contribuire allo sviluppo totale di ciascun individuo: spirito e corpo, intelligenza, sensibilità, senso estetico, responsabilità personale e valori spirituali [...] e dare libertà di pensiero, giudizio, sentimento, immaginazione per permettere di sviluppare i propri talenti"²¹.

È estremamente innovativa la concezione dell'educazione proposta dall'Unesco nel 1996 e numerosi appaiono i punti di contatto con le più avanguardistiche visioni dell'educazione allo sviluppo sostenibile, a cui per altro il rapporto dedica ampio spazio. Delors pone tre punti alla base di quello che può essere definito il contesto non sostenibile.

1. Squilibrio tra paesi ricchi e poveri.
2. Frattura sociale tra classi abbienti e i reietti.
3. Uso sconsiderato delle risorse naturali e degrado ambientale.

C'è il pericolo del diffondersi del senso di incertezza e di confusione di fronte alle tensioni del nostro tempo, per questo è necessario "educare al rispetto della diversità (Educazione Interculturale); educare alla solidarietà intellettuale e morale; educare alla partecipazione democratica". Ma soprattutto bisogna far comprendere le relazioni che legano gli esseri umani all'ambiente in cui vivono (EA) – non come nuova materia, ma come riorganizzazione delle materie attorno ad una visione globale ed interdiscipli-

20. Ibidem, p. 89.

21. Ibidem, pp. 87-88.

nare²². Ecco che la commissione tocca direttamente il punto centrale dell'educazione ambientale. Viene espressa la convinzione che a fronte dell'esauribilità delle risorse non rinnovabili, delle emissioni dei sistemi di produzione industriali, delle condizioni di vita minacciate (scarsità d'acqua, deforestazione, cambiamento climatico, inquinamento e rifiuti, perdita della biodiversità...) sia necessario affermare un "nuovo concetto di sviluppo che trascende la sfera economica e abbraccia anche le sue dimensioni etiche, culturali ed ecologiche"²³. Si tratta dello sviluppo sostenibile inteso come sviluppo umano attuabile a lungo termine, che mira al miglioramento del livello di vita delle future generazioni rispettando gli ambienti naturali²⁴. Uno sviluppo, in altre parole, al servizio dell'uomo. Uno sviluppo che supera i conflitti, che non ammette che i fondamentali diritti dell'uomo siano calpestati, e che pone al centro la qualità della vita e dell'ambiente. Così nasce a livello internazionale il concetto di educazione allo sviluppo sostenibile, come un'educazione che "deve servire a rendere gli esseri umani non il mezzo, ma il fine che giustifica lo sviluppo"²⁵.

3.5. Rio: un passo indietro?

La Conferenza di Rio del 1992 sull'Ambiente e sullo Sviluppo voluta dalle Nazioni Unite è passata alla storia come uno dei momenti più importanti nella storia della politica ambientale. Vengono ratificati importanti trattati internazionali come quello sulla Biodiversità e quello relativo al Cambiamento climatico. Vede la luce *Agenda 21*, primo atto esplicito della volontà di riformare l'attuale modello di sviluppo e di diffondere le pratiche e le politiche economiche e sociali della sostenibilità. È questa la spinta più decisiva che il cambiamento di rotta nella direzione della sostenibilità abbia mai ricevuto. Si tratta di un vero e proprio piano d'azione per l'attuazione dello sviluppo sostenibile nel 21 secolo, tramite processi di coinvolgimento e di partecipazione sociale ed economica.

A questo enorme passo in avanti nel campo della politica ambientale fa riscontro un altrettanto grande passo, ma questa volta indietro, nel campo dell'educazione ambientale. Il capitolo 36 dell'*Agenda 21*, quello appunto dedicato all'educazione ambientale, riporta la visione dell'EA indietro di vent'anni. Viene conferita centralità nuovamente ad i contenuti ed alle informazioni. L'approccio a cui si dà maggiore peso è quello etico-com-

22. Ibidem, p. 41.

23. Ibidem, p. 70.

24. Ibidem, p. 71.

25. Ibidem, p. 72.

portamentale. Insomma sembra che non vi sia molto interesse a stimolare l'evoluzione dell'EA verso pratiche di buona qualità. Né tanto meno si approfondisce la riflessione su metodologie ed approcci. "Il Capitolo 36 – scrive M. Mayer – costituisce un passo indietro rispetto al percorso svolto dall'educazione ambientale: non si riconosce la valenza educativa di ogni processo di trasformazione sociale, e il ruolo riconosciuto si limita ad un ruolo informativo, di formazione di *esperti*, e ad obiettivi di stampo comportamentista (modificare valori e modi di vivere) invece che ispirati a proposte pedagogiche costruttiviste e socio-critiche"²⁶. Rimane da comprendere il perché di questa *anacronistica* visione dell'EA. Forse non c'era l'interesse politico di sottolineare il valore dell'EA, o forse semplicemente non si è dato abbastanza peso alla questione. Certo è improbabile che una visione così superficiale degli approcci metodologici necessari ad un'educazione ambientale di qualità sia stata frutto di semplice distrazione.

Fortunatamente nel '93 viene pubblicato il Trattato sull'educazione ambientale del Global Forum²⁷ che oppone alla concezione riduzionista delle Nazioni Unite una visione dell'EA imperniata sulla complessità, sui valori ed i diritti. L'assise di ONG propone un'educazione ambientale i cui approcci e la cui metodologia siano basate su un concezione sistemica del reale. Abbracciare l'approccio olistico e sistemico significa rendere l'EA interdisciplinare e riconoscerne il valore in termini di presa sulla realtà. Vengono sottolineati i nessi imprescindibili che l'educazione ambientale ha con le tematiche dei diritti umani, dell'equità sociale, della pace e della salute. Insomma, secondo il mondo dell'associazionismo no profit, il campo di intervento dell'EA va ampliato, perché è necessaria un'educazione "globale" se si vuole che la sostenibilità diventi una pratica condivisa.

Se da un lato ci sono delle importanti differenze metodologiche tra la visione del Global Forum e quella dell'*Agenda 21*, tuttavia molti punti di contatto si ritrovano nella strategia di azione. Da questo punto di vista bisogna dare atto del valore del capitolo 36 dell'*Agenda 21* per l'educazione ambientale. Infatti l'obiettivo generale che viene dichiarato è quello di orientare l'educazione verso lo sviluppo sostenibile, a tal fine vengono definiti strumenti e fasi. In primo luogo bisogna introdurre in tutti i programmi di istruzione i concetti di ambiente e sviluppo. Il secondo passo consiste nel ristrutturare profondamente tutti i curricula per rendere possibile un approccio autenticamente interdisciplinare. La terza fase prevede la diffusione della conoscenza delle condizioni di salute dell'ambiente a livello locale e regionale. Infine è necessario secondo i paesi firmatari investire ri-

26. Mayer M., op. cit. in *Tutto è connesso*, p. 127, 2005.

27. Global Forum di Rio, *La Carta della Terra. Il manifesto dell'ambientalismo planetario*, ISEDI, Utet, Torino, 1993.

sorse ed energie nel campo dell'innovazione didattica e diffondere i metodi che si dimostrano efficaci. Sembra che l'ottica del capitolo 36 dell'*Agenda 21* sia quella di porre le basi fondamentali per il processo di orientamento dell'educazione verso lo Sviluppo Sostenibile. Le metodologie e gli approcci andranno ricercati nel processo che il documento di Rio avvia. Ma c'è di più. Il capitolo dedicato alla "Promozione dell'istruzione, della consapevolezza pubblica e della formazione professionale", si rivolge a tutti gli ambiti dell'istruzione, fino al livello universitario, e coinvolge nella sua strategia non solo gli studenti ed i privati cittadini, ma anche gli enti pubblici. Si chiede, infatti, ai Governi la collaborazione tramite l'uso dei mezzi di comunicazione di massa, come la tv, la radio, il teatro e l'industria pubblicitaria. Inoltre altri capitoli del documento di Rio dedicano attenzione al problema dell'educazione. Nel capitolo 25 viene sottolineata l'importanza del coinvolgimento dei giovani e della loro partecipazione attiva ai processi decisionali. Nel capitolo 27 si indica nel rafforzamento del ruolo delle ONG nel campo dell'educazione sia informale, che formale, uno dei passi strategici da compiere per agevolare e stimolare il processo di orientamento dell'educazione nella direzione dello sviluppo sostenibile. Il capitolo 31 dedica attenzione al mondo della ricerca. Non basta sostenerla maggiormente e potenziarla con approcci interdisciplinari, bisogna farla addirittura nascere nel campo della promozione dello sviluppo sostenibile.

L'evoluzione dell'idea di educazione ambientale continua quindi la sua strada nella direzione della complessità e dello sviluppo sostenibile. Gli anni '90 vedono l'affermarsi della visione dell'educazione ambientale come educazione allo sviluppo sostenibile. A dir la verità siamo ancora all'inizio del giro di boa. La distinzione tra educazione ambientale e educazione allo sviluppo sostenibile non è ancora definita e netta. Anzi sempre di più sembra che l'educazione ambientale si orienti nella direzione della sostenibilità, in un processo di "fusione" o di "annessione" che ne rende confusi i confini. Neanche le istituzioni internazionali impegnate nel campo educativo, come l'Unesco, sembrano avere le idee chiare. Mentre alla Conferenza internazionale di Tessalonica (1997) si usa già soltanto il termine di educazione allo sviluppo sostenibile, a Santiago di Campostela nel 2000 si riprende il termine di educazione ambientale, e lo si integra con un meno convinto "orientata allo sviluppo sostenibile". Ma ciò che appare davvero importante, al di là delle sottili differenze terminologiche, è che si diffonde sempre più l'idea di un'educazione ambientale legata ai cambiamenti sociali ed economici sostenibili. Viene dato sempre maggiore valore alla funzione riformatrice dell'educazione ambientale. Il ruolo di attore sociale avvicina sempre più l'educazione ambientale allo sviluppo sostenibile e si moltiplicano le pratiche ed i progetti, che accanto ad azioni di sensibilizzazione ed a processi di apprendimento danno avvio a reali cam-

biamenti nel tessuto sociale ed economico in cui operano. Certo, bisogna comunque fare molta attenzione a non lasciare alla sola scuola il compito titanico di riformare il modello di sviluppo basato sulla crescita senza limiti. Non potrebbe mai farcela senza il contributo di altre parti importanti della società e del mondo dell'economia. E poi non deve certo, la scuola, dimenticare il proprio mandato che in primo luogo è educativo. La stessa Unesco pone un limite alla scuola nel momento in cui la orienta con maggiore forza verso lo sviluppo sostenibile. Non deve essere compito della scuola risolvere i problemi politici della società. Non bisogna ambire a migliorare il mondo attraverso le attività degli alunni. Una scuola non diventa *verde* risparmiando energia, raccogliendo pile usate o facendo la raccolta differenziata, ma facendo sì che gli studenti imparino partecipando a queste attività²⁸.

Nel 1997 si svolge a Salonicco la Conferenza Internazionale su *Ambiente e Società: educazione e sensibilizzazione per la sostenibilità*. Altro momento importante del percorso internazionale che ha portato dall'educazione ambientale all'educazione allo sviluppo sostenibile. È un altro passo in avanti, dopo Rio. L'innovazione sta nel fatto che nella Dichiarazione viene riconosciuto che "il concetto di sostenibilità comprende non solo l'ambiente, ma povertà, popolazione, salute, sicurezza alimentare, democrazia, diritti umani e pace. La sostenibilità è in ultima analisi un imperativo morale ed etico in cui devono essere rispettate diversità culturale e conoscenze tradizionali". Ecco che l'approccio si presenta ancora più interdisciplinare e globale. I settori della conoscenza e dell'agire umano intersecanti con lo sviluppo sostenibile diventano sempre più integrati. Da adesso in poi l'EA ambientale diventa uno strumento di coinvolgimento e di partecipazione per una grande riforma della società, della cultura e dell'economia che vuole rendere attuale e concreto il modello dello sviluppo sostenibile.

4. L'educazione allo sviluppo sostenibile

Abbiamo visto come si sia sviluppata nel corso degli anni un'idea sempre nuova di educazione ambientale. Il concetto di sviluppo sostenibile è nato nel momento in cui è stato riconosciuto istituzionalmente anche a livello internazionale la necessità di intervenire sul modello di sviluppo vigente al fine di affrontare alla base la crisi ambientale. In una prospettiva diacronica, l'educazione allo sviluppo sostenibile nasce proprio dall'incon-

28. Schnack K., "Internationalism, democracy and environmental education", in Breiting S., Nielsen K., *Environmental Education Research in the Nordic Countries*, The Royal Danish School of Educational Studies, Copenhagen, 1996.

tro tra l'educazione ambientale e lo sviluppo sostenibile. Ma le opinioni a riguardo sono contrastanti. Non tutti credono che l'educazione allo sviluppo sostenibile sia un erede dell'educazione ambientale. Molti sono convinti dell'intramontabilità dell'EA. Altri pensano che l'educazione allo sviluppo sostenibile non sia che un aspetto dell'educazione ambientale, quello connotato più con aspetti sociali ed economici. Altri ancora vedono nella ricetta "più sociologia nell'ecologia" l'origine che ha dato vita all'educazione allo sviluppo sostenibile.

Non potendo qui ed ora risolvere un dibattito tanto complesso, ci limiteremo a tracciare per quanto è possibile, una distinzione tra educazione ambientale e educazione allo sviluppo sostenibile che possa aiutare a comprendere meglio. Un grande contributo è giunto in questa direzione dall'Iucn. Alla fine degli anni '90, l'Unione Mondiale per la Natura, lancia un dibattito internazionale su questo tema (International debate on education for sustainable development), in quanto, come scrive Cipparone²⁹, "si riscontra ancora una scarsa chiarezza sul concetto stesso di sviluppo sostenibile, cui si associa una visione incompleta dell'educazione ad esso orientata, che dovrebbe integrare di più la dimensione sociale ed economica con quella più strettamente ambientale e della conservazione della natura e delle sue risorse". Il dibattito coinvolge circa 6.500 persone da 104 paesi diversi, che seguono il forum interattivo in cui vengono lanciate domande o affermazioni sul tema del rapporto tra EE (Environmental Education) e ESD (Education for Sustainable Development) a 50 esperti provenienti da 25 paesi del mondo. Ne scaturisce un quadro abbastanza chiaro delle differenze principali tra EE e ESD, a partire comunque da una visione che pone l'ESD come erede dell'EE. Ecco i punti distintivi principali, secondo la visione di Cipparone. In primo luogo l'ESD è maggiormente orientata al futuro, nel senso che pone un'attenzione più viva e partecipe per le possibili evoluzioni degli scenari in cui impegna la propria azione. In secondo luogo la posizione politica dell'ESD è certamente più marcata di quella dell'EE. Per la prima infatti non si può eludere la responsabilità dell'attuale modello di sviluppo, basato sulla crescita senza limiti.

In terzo luogo l'ESD sembra dare maggiore rilievo alla diversità dei contesti locali e alla necessità di utilizzare uno sguardo d'indagine basato su una visione complessa e sistemica della realtà. Si riconosce, inoltre, la grande importanza e il rilevante ruolo dei sistemi, per cui l'ESD sceglie di orientare i suoi interventi non solo ai singoli individui, ma soprattutto alle organizzazioni ed alle istituzioni. Il tradizionale target degli interventi cambia, si espande: ora comprende anche chi amministra la *cosa pubblica*

29. Cipparone M., "L'Iucn", in *Tutto è connesso*, op. cit., p. 134, 2005.

e chi governa. A queste componenti del target l'ESD dedica sempre maggiore spazio ed attenzione, con un approccio che si orienta con determinazione al coinvolgimento ed alla compartecipazione. Lo stesso approccio viene rivolto alle comunità ed ai gruppi di solidarietà. Gli interventi rivolti ai singoli individui diminuiscono notevolmente e la tendenza più affermata è quella di considerare l'individuo sempre come parte di contesti e sistemi più ampi.

In quarto luogo dal dibattito internazionale voluto dall'Iucn scaturisce una visione dell'educazione che conferisce centralità ai processi dell'apprendimento. L'ESD incentra il proprio interesse sulle modalità di svolgimento dei percorsi formativi. È sorretta in questo orientamento dalla convinzione che le modalità educative siano fondamentali per creare condizioni favorevoli di apprendimento nei contesti sociali. In questo quadro di riferimento si sviluppa una grande attenzione al pensiero che sostiene il *longlife learning*, come nuovo approccio di qualità al problema generale dell'educazione e della formazione. Ovviamente la grande importanza conferita ai processi determina uno slittamento dell'attenzione dai prodotti materiali ad i comportamenti. Per valutare l'efficacia degli interventi viene sempre più preso in considerazione l'eventuale cambiamento determinato nei comportamenti dei soggetti coinvolti e sempre meno i materiali prodotti dagli stessi. Si passa dalla qualità dei prodotti a quella dei processi, a partire dalla convinzione che solo i secondi siano in grado di determinare la diffusione di cambiamenti comportamentali in modo efficace e duraturo.

Infine l'ESD appare "più aperta a nuove forme di pensiero e di azione", in uno spirito che stimola continuamente la ricerca e la sperimentazione di modelli innovativi. È cambiata la *filosofia* che sta alla base dell'azione, è cambiato profondamente l'approccio. Con la nuova visione sistemica e la nuova posizione politica, critica nei confronti dell'attuale modello di crescita, l'ESD non può più esimersi dal prendere in considerazione accanto alle problematiche ambientali i temi dell'equità economica e della giustizia sociale. Anzi, è proprio da questo allargamento ed approfondimento di visione che nasce l'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile.

5. Il Decennio dell'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile

Nei primi anni del 2000 l'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile ha un notevole successo, nel senso che si moltiplicano le iniziative ed i progetti del settore. Cresce notevolmente anche l'attenzione dei governi e delle agenzie internazionali. L'interesse che suscita l'ESD è tale che nel 2002 a Bali il Governo del Giappone, in occasione del IV incontro preparatorio del Vertice mondiale per lo sviluppo sostenibile, propone di promuovere

un intero decennio sull'educazione per lo sviluppo sostenibile. A Johannesburg la proposta giapponese trova il consenso di tutti i governi e così viene inserita nel Piano d'Azione del vertice del 2002. Le Nazioni Unite la recepiscono poco dopo nella Dichiarazione della 78° Assemblea Generale. Nel 2003 a Parigi i Ministri dell'ambiente degli otto paesi più ricchi del mondo (G8) accolgono con favore la proposta Onu in quanto ritengono che l'educazione sia uno strumento fondamentale per portare avanti le politiche di sviluppo sostenibile. E poco dopo a Kiev si impegnano con una dichiarazione formale a promuovere l'iniziativa Onu del decennio dedicato alla educazione per lo sviluppo sostenibile e a collaborare con l'Unesco per l'elaborazione di una strategia d'azione. È l'UNECE (United Nation Economic Commission for Europe) che porta avanti l'iniziativa e il 18 marzo 2005 viene formalmente adottata la *Strategia sull'educazione allo sviluppo sostenibile*. È un documento flessibile, che non obbliga in alcun modo i paesi firmatari, ma costituisce un quadro comune di riferimento su come portare avanti il processo di innovazione culturale necessario a rendere lo sviluppo sostenibile uno scenario concreto e reale. Soprattutto il documento indica una via da seguire per far sì che il concetto di sviluppo sostenibile possa entrare nei percorsi formativi di qualsiasi tipologia (formale, informale e non formale) e propone l'elaborazione e la diffusione di metodologie e strumenti finalizzati a creare competenze nel campo. Nel testo del documento, consultabile sul sito: www.unece.org/env, l'ESD viene vista come un *erede* dell'educazione ambientale e viene definita come *un processo permanente che interessa l'individuo lungo l'intero arco della vita*. Ciò che contraddistingue l'ESD, secondo il documento UNECE sulla *Strategia*, è la sua apertura a tanti settori, che vengono affrontati con un'ottica integrata in cui il livello locale e quello globale non si escludono. La protezione e la conservazione dei patrimoni ambientali e la gestione sostenibile delle risorse, vengono affiancati da temi ritenuti essenziali quali i diritti umani, l'equità sociale ed economica, la solidarietà, la pace, la democrazia e la salute. L'approccio è quello sistemico, che vede tutti questi temi come aspetti diversi di un'unica complessa realtà. La trasversalità politica della ESD è centrale nella visione dell'UNECE e probabilmente ne costituisce anche un elemento di forza e di innovazione. Ecco cosa scrive a tal proposito Monica Giansanti³⁰, collaboratrice del Ministero dell'Ambiente: "La strategia dà forte valore al ruolo che l'educazione per lo sviluppo sostenibile deve avere nelle politiche di settore, come elemento trasversale, promuovendo l'integrazione tra tutte le aree di governo, nello spirito di far convergere l'azione di ciascuno verso obiettivi comuni, favorendo il coin-

30. Giansanti M., "Orientamenti internazionali. La strategia UNECE per l'educazione per lo sviluppo sostenibile", in *Tutto è connesso*, op. cit., p. 140, 2005.

volgimento di tutti gli *stakeholders*, incoraggiando la partecipazione consapevole e attiva ai processi decisionali e la cooperazione. In questo contesto, particolare attenzione è riservata al ruolo delle ONG, dei media e del settore privato, come soggetti che devono accrescere il proprio peso e la propria funzione per favorire la trasformazione dei comportamenti e dei modelli di produzione e consumo verso gli obiettivi dello sviluppo sostenibile". L'educazione per lo sviluppo sostenibile non agisce quindi solo in ambito educativo (nelle sue più varie forme e tipologie), ma anche e soprattutto nella realtà politico-sociale. Il modello di sviluppo della crescita illimitata si è mostrato definitivamente inadeguato ad affrontare le sfide che aspettano l'umanità nel 21° secolo. L'ESD si configura come uno strumento non solo culturale ed educativo, ma anche politico, che può agevolare e sostenere il passaggio ad un modello economico più equo e lungimirante.

L'1 marzo 2005 a New York avviene il lancio ufficiale del Decennio delle Nazioni Unite per L'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile. È il segno nella storia dell'importanza che i governi di tutto il mondo, tramite l'Onu, attribuiscono all'ESD come strumento di cambiamento non solo ecologico e sociale, ma anche economico e politico verso il modello di sviluppo sostenibile.

Il cambiamento che si attua con l'avvio del Decennio per l'ESD riguarda anche gli approcci educativi, le metodologie, oltre ai contenuti che "si allargano" agli aspetti economici e sociali. Nella Conferenza Internazionale *Educazione per un futuro Sostenibile*, svoltasi nel gennaio del 2005 ad Ahmadabad (India), sono state poste le basi per una condivisione metodologica internazionale. Dalla stessa Dichiarazione prodotta dalla Conferenza è possibile evincere una visione dell'educazione ambientale più complessa e attenta alle questioni metodologiche. Non si tratta di insegnare, nel senso restrittivo di trasferire contenuti, ma di educare nel senso più ampio del termine. L'allievo deve trovare con le sue forze la sua strada, il maestro stimola, orienta, guida le esperienze dell'allievo, ma non impartisce nulla. Inoltre la relazione tra maestro ed allievo è vista in un'ottica autenticamente reciproca, secondo la quale siamo tutti allo stesso tempo maestri ed allievi, e lo siamo per tutta la vita. La centralità del *longlife learning* viene riaffermata. L'educazione deve essere accessibile per tutto l'arco della vita e le sue *offerte* devono essere molto diversificate. Deve essere interdisciplinare e soprattutto partecipativa, cioè essere basata sulla partecipazione ed indurre alla partecipazione alla vita democratica e sociale. È attenta al globale, ma agisce localmente, con il fine di dare gli strumenti per la responsabilizzazione delle coscienze. Riportiamo integralmente il testo della Dichiarazione di Ahmadabad (città in cui visse ed operò Gandhi), perché con chiarezza e concisione riesce a far comprendere il pensiero che sorregge

l'educazione allo sviluppo sostenibile. Eccolo, introdotto da una considerazione di Maurilio Cipparone³¹: “Educazione come elemento fondamentale: nella vita, per la vita e durante tutta la vita, seguendo la visione e il sentimento di Gandhi: per una *caring society*, una società che è capace di *avere cura* e di pensare al futuro, piuttosto che una società egoista, del superficiale e dell'immediato; per una società giusta, rispetto ad una società ingiusta e discriminante. Forse è questa l'utopia più affascinante (e al tempo stesso preoccupante per la dimensione dell'impegno) proposta dalla nuova *via degli educatori* al Decennio delle Nazioni Unite per l'Educazione allo Sviluppo Sostenibile”.

5.1. La Dichiarazione di Ahmedabad

In occasione del primo incontro internazionale del Decennio delle Nazioni Unite per l'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile, esprimiamo la nostra soddisfazione, accogliendo di buon grado questa iniziativa, che evidenzia il potenziale dell'educazione per indirizzare le persone verso politiche e stili di vita sostenibili.

Se i popoli della Terra vogliono godere di un'alta qualità della vita, dobbiamo rapidamente muoverci verso un futuro sostenibile. Sebbene siano ancora molti gli elementi che indicano che si sta andando verso direzioni lontane dalla sostenibilità, registriamo crescenti sforzi dei movimenti di opinione di base che, a livello mondiale, si stanno accollando il compito gravoso di cambiare questa tendenza. Noi accettiamo le nostre responsabilità, e sollecitiamo tutte le persone ad unirsi a noi nel fare tutto il possibile per portare avanti i principi della Decade: con umiltà, senza discriminazioni, con un forte senso di umanità. Invitiamo alla più ampia partecipazione, attraverso le istituzioni, con la creazione di reti, con il partenariato. Riuniti nella Città dove è vissuto ed ha operato Mahatma Gandhi, ricordiamo le sue parole: *Educazione per vivere; educazione per mezzo della vita; educazione per tutta la vita*.

Queste parole sottolineano il nostro impegno per gli ideali dell'educazione, che è partecipazione e che dura tutta la vita. Crediamo fermamente che la chiave per lo sviluppo sostenibile sia mettere in grado tutti gli esseri umani di godere di giustizia sociale e di uguali diritti, e che questa chiave può essere a sua volta attivata dall'educazione orientata all'azione. L'Educazione allo Sviluppo Sostenibile (ESD) comporta non vedere l'educazione come qualcosa che si impartisce, ed il riconoscimento che siamo tutti

31. Cipparone M., “Visioni dall'India. La Dichiarazione di Ahmedabad sull'educazione alla sostenibilità”, in, op. cit., pp. 89-91, 2005.

allo stesso tempo allievi e docenti. L'ESD deve svilupparsi nei villaggi e nelle città, nelle scuole e nelle università, negli uffici e nelle officine delle aziende, negli uffici dei ministeri e delle pubbliche amministrazioni. Tutti dobbiamo impegnarci a vivere e lavorare in modo da tutelare l'ambiente, accrescere la giustizia sociale e promuovere il benessere economico per le generazioni attuali e per quelle future. Dobbiamo imparare come risolvere i conflitti, come creare una società caritatevole, ed a vivere in pace.

L'Educazione allo Sviluppo Sostenibile deve iniziare dall'esaminare i nostri stili di vita, per modellare ed accrescere la sostenibilità nelle nostre comunità. Noi ci impegniamo a mettere in comune le nostre diverse esperienze e le nostre conoscenze per migliorare la "visione" della sostenibilità, al contempo mettendola sempre più in pratica. Aggiungeremo, con le nostre azioni, concretezza e vigore ai processi della Decade delle NU sullo Sviluppo Sostenibile. Siamo fiduciosi che gli obiettivi della Decade saranno raggiunti, e da Ahmedabad andremo avanti con spirito di urgenza, di impegno, di speranza e di entusiasmo.

Appendice

CARTA DEI PRINCIPI PER L'EDUCAZIONE AMBIENTALE ORIENTATA ALLO SVILUPPO SOSTENIBILE E CONSAPEVOLE (Fiuggi 24 Aprile 1997)

Premessa

I Ministeri italiani della Pubblica Istruzione e dell'Ambiente hanno promosso dal 1987 intese, protocolli, circolari, accordi per il coordinamento delle iniziative nel campo dell'educazione ambientale. Dall'ottobre 1996 è attivo il comitato interministeriale di indirizzo e coordinamento. Il Comitato si è insediato il 31 ottobre, decidendo tra l'altro di dedicare le iniziative del 1997 alla memoria di Antonio Cederna, ed ha promosso il Seminario di aggiornamento "A scuola d'ambiente" svoltosi a Fiuggi dal 21 al 24 aprile 1997, primo atto di un'azione programmatica di coordinamento e di indirizzo finalizzata a dare vita ad un efficace ed organico Sistema Nazionale per l'educazione ambientale.

Dopo le conclusioni dei lavori del Seminario, il Comitato propone una Carta dei principi rivolta agli operatori, all'opinione pubblica, ai cittadini italiani sulla quale apre una vasta consultazione in vista della convocazione della prima settimana nazionale dell'educazione ambientale.

Articoli

1. L'umanità è posta di fronte ad una grande sfida educativa: rendere praticabile lo sviluppo sostenibile, garantendo il soddisfacimento dei bisogni attuali senza compromettere le possibilità delle generazioni future.

L'educazione può rendere le persone più sensibili rispetto alle questioni etiche e ambientali, ai valori e alle attitudini, alle abilità e ai comportamenti nella prospettiva dello sviluppo sostenibile.

2. La Carta dei principi dell'educazione ambientale in Italia si rivolge ai cittadini di ogni età come alla Pubblica Amministrazione, alle imprese come ai lavoratori, alle scuole come alle agenzie educative del territorio. La Carta orienta la ricerca, la riflessione, il confronto, la diffusione, la qualificazione, la socializzazione delle scelte pubbliche volte allo sviluppo sostenibile e si integra con il processo di rinnovamento delle strutture educative del sistema formativo.

3. La Carta si rivolge alle bambine ed ai bambini, i soggetti in età evolutiva, che sono cittadini di oggi e di domani. Le bambine e i bambini hanno il diritto di formarsi una propria opinione, di esprimerla liberamente, di essere coinvolti nelle decisioni che riguardano le risorse e lo sviluppo.

Le istituzioni pubbliche devono garantire tale diritto contribuendo a prepararli ad assumere le responsabilità della vita in una società libera, in uno spirito di comprensione, di pace, di tolleranza, di equità, di opportunità, fra i sessi e fra tutti i popoli, i gruppi etnici, nazionali e religiosi.

4. L'educazione allo sviluppo sostenibile deve divenire un elemento strategico per la promozione di comportamenti critici e propositivi dei cittadini verso il proprio contesto ambientale.

L'educazione ambientale forma alla cittadinanza attiva e consente di comprendere la complessità delle relazioni tra natura e attività umane, tra risorse ereditate, da risparmiare e da trasmettere, e dinamiche della produzione, del consumo e della solidarietà. L'educazione ambientale è globale e comprende l'istruzione formale, la sensibilizzazione e la formazione.

L'educazione ambientale si protrae per tutta la durata dell'esistenza, prepara l'individuo alla vita e coinvolge, direttamente e continuamente, tutte le generazioni sulla base del principio che ognuna ha qualcosa da imparare dalle altre.

5. L'educazione ambientale deve divenire componente organica di tutte le politiche pubbliche, quelle formative ed ambientali innanzitutto.

La tutela e la valorizzazione delle risorse naturali e umane implicano norme e scelte semplici che definiscono una nuova cittadinanza e convivenza delle specie viventi.

L'educazione ambientale deve orientare l'intervento delle istituzioni e il ruolo delle comunicazioni di massa.

6. L'educazione ambientale interloquisce con il funzionamento e l'evoluzione degli ecosistemi naturali, con le modificazioni indotte dalle attività umane con i contributi della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica.

In ambito scolastico l'educazione ambientale non è circoscrivibile entro i confini di una nuova materia, né si può identificare con qualche contenuto preferenziale; l'educazione ambientale è interdisciplinare e trasversale, lavora sui tempi lunghi.

7. L'educazione ambientale contribuisce a ricostruire il senso di identità e le radici di appartenenza, dei singoli e dei gruppi, a sviluppare il senso civico e di responsabilità verso la res pubblica, a diffondere la cultura della partecipazione e della cura per la qualità del proprio ambiente, creando anche un rapporto affettivo tra le persone, la comunità ed il territorio.

8. Le attività ed iniziative di educazione ambientale, pur nella varietà di forme e stili organizzativi, pur senza pretese di esaustività:

- coinvolgono conoscenze, valori, comportamenti, esperienze dirette per il rispetto e l'interazione tra la pluralità delle forme di vita presenti nell'ambiente;
- hanno la possibilità di costruire e diffondere una cultura moderna "capace di futuro", capace cioè di andare oltre la dimensione dell'usa e getta e di ispirare le proprie azioni al "senso del limite";
- promuovono opportunità e contesti per favorire lo sviluppo di qualità dinamiche, per costruire la capacità di prendere decisioni in condizioni di incertezza, per far crescere la consapevolezza che la capacità di prevedere non si può disgiungere dalla disponibilità ad affrontare l'imprevedibile, per educare al confronto e alla gestione dei conflitti, tra punti di vista diversi;
- rafforzano coerenze tra l'agire e il sapere, tra l'enunciazione ed il comportamento.

9. L'educazione ambientale si esprime attraverso l'agire educativo e l'educare agendo. Richiede:

- percorsi in cui capire, osservare, fare, curare, che coinvolgono valori, saperi, conoscenze, opinioni, emozioni, operatività, relazioni, sui quali si costituiscono proposte ed elementi di un futuro possibile;
- spirito esplorativo e processi di costruzione delle conoscenze (piuttosto che la trasmissione dei saperi);
- innovazione metodologica, didattica e organizzativa, coinvolgendo tutte le agenzie della formazione, lavorando per progetti, in una dimensione di ricerca vera e aperta, lungo percorsi trasversali, creando i presupposti per un diverso rapporto con le discipline e tra le discipline;
- modificazione dei ruoli tradizionali di insegnamento/apprendimento;
- cooperazione fra la scuola, le altre agenzie formative e i cittadini.

10. Ogni individuo ha un ruolo importante e insostituibile per l'educazione ambientale e per il mantenere, salvaguardare e migliorare la qualità dell'ambiente,
- quale cittadino singolo e protagonista di movimenti collettivi ed associazioni;
 - quale produttore di beni e di servizi, di rischi, inquinamenti e rifiuti;
 - quale consumatore di beni e servizi, di risorse esauribili in forme diseguali.

È compito delle amministrazioni pubbliche centrali e periferiche, organizzare, promuovere e favorire attività di educazione ambientale, che è anche una competenza istituzionale propria e specifica, da coordinare e integrare in una rete costituita dai soggetti pubblici e privati che svolgono attività di educazione ambientale sul territorio.

L'Italia ribadisce gli impegni internazionali per la qualificazione e il rafforzamento delle attività di educazione ambientale.

LA CONFERENZA INTERNAZIONALE DI SALONICCO (8/12 dicembre 1997)

DICHIARAZIONE DI SALONICCO

1. Noi partecipanti in rappresentanza di organizzazioni governative intergovernative e non governative (ONG), della società civile, provenienti da 90 paesi presenti alla Conferenza Internazionale "Ambiente e Società: educazione e sensibilizzazione per la sostenibilità", organizzata a Salonicco dall'Unesco e dal Governo Greco dall'8 al 12 dicembre 1997, all'unanimità adottiamo la seguente Dichiarazione:

prendiamo atto che:

2. Le raccomandazioni e i piani d'azione delle Conferenze di Belgrado sull'educazione ambientale (1975), della Conferenza intergovernativa sull'educazione ambientale di Tbilisi (1977), della Conferenza di Mosca sull'educazione ambientale (1987), del Congresso mondiale di Toronto per l'educazione ambientale e la comunicazione su ambiente e sviluppo (1992), sono tuttora valide e non pienamente approfondite.

3. La Comunità internazionale concorda che nessun rilevante progresso è stato fatto 5 anni dopo l'*Earth Summit* di Rio.

4. La Conferenza di Salonicco ha beneficiato dei contributi di numerosi incontri internazionali, nazionali e regionali svolti durante il 1997 in India, Tailandia, Canada, Messico, Cuba, Brasile, Grecia e nei paesi del Mediterraneo.

5. Il concetto di educazione e sensibilizzazione pubblica è stato ulteriormente sviluppato, arricchito e rinforzato nelle maggiori Conferenze delle Nazioni Unite: su Ambiente e Sviluppo (Rio 1992); Diritti Umani (Vienna 1993); Popolazione e Sviluppo (Cairo 1994); Sviluppo Sociale (Copenaghen 1995); Donne (Pechino 1995) e Insediamenti Umani (Istanbul 1996), come nella XIX sessione speciale della Assemblea Generale delle Nazioni Unite (1997). I Piani di azione di queste Conferenze, come lo speciale programma di lavoro della Commissione sullo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, adottato nel 1996, devono essere implementati dai governi nazionali, dalla società civile (incluse organizzazioni non governative, giovani, imprese e comunità educative), dal sistema delle nazioni unite e dalle altre organizzazioni internazionali.

riafferriamo che:

6. Per il raggiungimento della sostenibilità è necessario un forte coordinamento ed un'integrazione delle iniziative in un numero di settori cruciali nonché un rapido e radicale cambiamento di comportamenti e stili di vita, che includano cambiamenti di consumi e modelli di produzione.

Per questo, un'adeguata educazione e sensibilizzazione dovrà essere riconosciuta come uno dei pilastri della sostenibilità insieme con interventi di carattere legislativo, economico e tecnologico.

7. La povertà rende difficile la diffusione dell'educazione e degli altri servizi sociali e comporta aumento della popolazione e degrado ambientale. La riduzione della povertà è così un obiettivo essenziale e un presupposto indispensabile per la sostenibilità.

8. È necessario un processo di apprendimento collettivo, collaborazioni, uguali opportunità ed un continuo dialogo tra governi, autorità locali, università, imprese, consumatori, ONG, mezzi di informazioni e altri soggetti per creare consapevolezza, ricerca di alternative e cambiamenti in comportamenti e stili di vita, inclusi consumi e modelli di produzione orientati alla sostenibilità.

9. L'educazione è uno strumento indispensabile per dare a tutte le donne e gli uomini nel mondo la capacità di essere protagonisti della propria esistenza, per esercitare scelte personali e responsabili, per apprendere nel corso di tutta la vita senza frontiere, siano esse geografiche, politiche, culturali, religiose, linguistiche e di genere.

10. Il riorientamento dell'educazione nel suo complesso verso la sostenibilità coinvolge tutti i livelli dell'educazione formale, non formale ed informale in tutti i paesi.

Il concetto di sostenibilità comprende non solo l'ambiente ma povertà, popolazione, salute, sicurezza alimentare, democrazia, diritti umani e pace. La sostenibilità è in ultima analisi, un imperativo morale ed etico in cui devono essere rispettate diversità culturale e conoscenze tradizionali.

11. L'educazione ambientale, così come concepita sulla base delle raccomandazioni di Tbilisi e come si è evoluta fino a permeare l'intero campo di azione delle indicazioni contenute nell'Agenda 21 ed enunciate dalle maggiori Conferenze delle Nazioni Unite, deve anche esser intesa come educazione verso la sostenibilità. Ciò comporta che può essere considerata come educazione per l'ambiente e la sostenibilità.

12. È necessario che tutte le discipline, incluse quelle classiche e le scienze sociali, siano indirizzate verso obiettivi riferibili all'ambiente e allo sviluppo sostenibile. Parlare di sostenibilità richiede un approccio olistico e interdisciplinare, che metta insieme istituzioni e discipline differenti e pur conservandone distinte identità.

13. Mentre il concetto ed il campo di azione di ambiente e sostenibilità sono stati largamente definiti, la traduzione di questi parametri in azioni avrà bisogno di assumere i diversi contesti locali, regionali e nazionali. Il riorientamento dell'educazione nel suo complesso così come enunciato nel capitolo 36 dell'Agenda 21 non può essere raggiunto dalla sola Comunità scolastica.

raccomandiamo che:

14. I governi e i governanti di tutto il mondo rispettino gli impegni presi durante tutte le Conferenze delle Nazioni Unite, e diano all'educazione strumenti idonei per il raggiungimento di un futuro sostenibile.

15. Siano elaborati piani di azione per l'educazione formale per l'ambiente e la sostenibilità con obiettivi concreti e strategie per l'educazione non formale ed informale sia a livello nazionale che locale. L'educazione dovrà essere una parte integrante delle iniziative delle Agende 21 locali.

16. I Comitati nazionali per lo sviluppo sostenibile e gli altri organismi competenti riconoscano all'educazione, alla sensibilizzazione e alla formazione un ruolo centrale per la realizzazione di interventi che includano un migliore coordinamento tra tutti i ministeri competenti nazionali e gli altri enti incluse le maggiori imprese.

17. I governi e le istituzioni finanziarie internazionali, regionali e nazionali, così come i settori produttivi, devono essere incoraggiate a destinare risorse aggiuntive e incrementare investimenti nel campo dell'educazione e della sensibilizzazione. L'istituzione di uno speciale fondo per l'educazione per lo sviluppo sostenibile potrebbe essere considerato come uno specifico strumento per garantire supporto e visibilità.

18. Tutti i soggetti reinvestano una porzione dei risparmi provenienti da attività ecocompatibili nel rafforzare l'educazione ambientale, l'informazione, la sensibilizzazione e i programmi di formazione.

19. La Comunità scientifica abbia un ruolo attivo nell'assicurare che i contenuti dell'educazione e dei programmi di sensibilizzazione siano basati su dati certi ed aggiornati.

20. I mezzi di comunicazione siano sensibilizzati ed invitati ad impegnare le proprie tecnologie, e i canali di distribuzione per diffondere messaggi chiave, contribuendo a tradurre la complessità degli impegni in una significativa e comprensibile informazione al pubblico. L'intero potenziale dell'attuale sistema dell'informazione deve essere usato opportunamente per questo scopo.

21. Le scuole siano incoraggiate e sostenute a riformare i propri curricula per venire incontro agli impegni per un futuro sostenibile.

22. Le organizzazioni non governative abbiano un sostegno istituzionale e finanziario adeguato per mobilitare ulteriormente le persone sui temi dell'ambiente e della sostenibilità, nell'ambito delle comunità nazionali, regionali e internazionali.

23. Tutti i soggetti, i governi, i gruppi imprenditoriali, il sistema delle Nazioni Unite e le altre organizzazioni internazionali, tra cui le istituzioni finanziarie internazionali, contribuiscano all'implementazione del capitolo 36 dell'Agenda 21, ed in particolare del programma di lavoro sull'educazione, la sensibilizzazione e la formazione della Commissione delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile.

24. Una speciale rilevanza sia data al rafforzamento e all'eventuale riorientamento dei programmi per la formazione degli insegnanti e all'identificazione e selezione di pratiche innovative. Sia sostenuta la ricerca di metodologie di insegnamento basate sull'interdisciplinarietà e la valutazione dell'impatto di programmi educativi rilevanti.

25. Il sistema delle nazioni unite, incluso l'Unesco e l'Unep, in cooperazione con le maggiori ONG internazionali, continui a dare priorità all'educazione, alla sensibilizzazione e alla formazione, in particolare modo al livello nazionale e locale.

26. Si istituisca un premio internazionale di Salonicco sotto il patronato dell'Unesco da attribuire ogni due anni a progetti educativi esemplari per l'ambiente e la sostenibilità.

27. Sia organizzata una Conferenza internazionale nel 2007, tra 10 anni, per verificare l'implementazione e i progressi dei processi educativi suggeriti.

ringraziamo

28. Il Governo della Grecia per aver collaborato con l'Unesco ad organizzare la Conferenza Internazionale di Salonicco.

richiediamo

29. che il Governo della Grecia presenti i risultati di questa Conferenza alla Commissione sullo Sviluppo Sostenibile nel corso della sesta sessione nell'Aprile 1998.

10. *Verso un'ecologia del conoscere e dell'apprendere*

Per pensare ci serviamo della nostra struttura di pensiero. Dovremo servirci anche del nostro pensiero per ripensare la nostra struttura di pensiero. Il nostro pensiero deve ritornare alla sua origine secondo un anello interrogativo e critico (...) Ciò che oggi è vitale non è soltanto apprendere, non è soltanto riapprendere, non è soltanto disapprendere: è riorganizzare il nostro sistema mentale per riapprendere ad apprendere.

Edgar Morin¹

1. Dalle parti al tutto

Per centinaia di anni la nostra cultura è stata dominata da una visione meccanicistica dell'universo e della realtà fisica e biologica. Si è creduto che si potesse conoscere il tutto dallo studio delle singole parti componenti, il corpo era visto come una macchina, la vita sociale come lotta e competizione per l'esistenza, il progresso materiale come qualcosa di illimitato, la conoscenza come un processo asettico e oggettivo in cui l'osservatore e l'osservato stavano su piani nettamente divisi. Insomma una cultura della separazione, della dissezione, della macchina, che poggia le sue basi sull'approccio atomistico del pensiero cartesiano. Questa cultura ha costruito le fondamenta per un agire finalistico in cui qualsiasi uso indiscriminato delle risorse naturali fosse giustificato, ha creato una visione dell'uomo separato, superiore alla natura, ha creato una frattura profonda tra uomo e natura.

Oggi la crisi ambientale e le nuove scoperte scientifiche pongono l'urgenza di una nuova visione, di un nuovo approccio epistemologico ed eti-

1. Morin E., *La Methode. Tomo I. La Nature de la Nature* – Editions du Seuil, Paris (ed. it., parziale, 1983 – *Il metodo* – (prima parte del I volume), Feltrinelli, Milano; ed. it., dell'intero volume, 2001 – *Metodo. La natura della natura* – Raffaello Cortina, Milano).

co, in cui si riconosca la fondamentale interdipendenza di tutti i fenomeni, in un quadro sistemico e complesso.

Secondo la Teoria Generale dei Sistemi, i sistemi viventi sono totalità integrate, le cui proprietà non possono essere ricondotte a quelle di parti più piccole. Le loro proprietà essenziali, o *sistemiche*, sono proprietà del tutto, che nessuna delle parti possiede, e vengono definite proprietà emergenti. I sistemi sono inseriti in altri sistemi, il reale si compone proprio di reti di sistemi interconnessi che si compongono di sistemi e che compongono sistemi, creando tra l'altro differenti livelli di interazione. In questo quadro ogni cosa assume un significato in relazione al contesto in cui è inserita. Questo nuovo approccio scientifico pone la centralità delle relazioni piuttosto che degli oggetti.

Si prospettano così due slittamenti di paradigma: dalle parti al tutto, dagli oggetti alle relazioni. Lo stesso Bateson afferma che il reale è composto da interconnessioni, (relazioni ricorsive), Maturana e Varela² parlano di *accoppiamento strutturale* come forma principale e generatrice nei sistemi organici, in cui gli elementi si modificano reciprocamente. Anche l'indagine sulle origini dell'universo ha portato a riconoscere che le interconnessioni sono l'elemento fondamentale nella creazione di ogni tipo di organizzazione. Edgar Morin³ sottolinea l'importanza delle interazioni come momento centrale nella formazione della physis. La storia stessa del nostro pianeta, la nascita della vita e la storia evolutiva affermano nel loro dipanarsi la centralità dell'interazione ricorsiva. Oggi non si può più parlare di evoluzione ma di coevoluzione, in quanto l'unità evolutiva non è più la singola specie, ma la specie e l'ambiente di cui fa parte. È superata la visione secondo cui le specie si sono adattate agli ambienti, oggi sappiamo che è vero anche il

2. Secondo i due scienziati cileni i sistemi biologici sono in grado di autogenerarsi in quanto sono costituiti da reti di componenti le cui interazioni consentono l'autoorganizzazione e l'autoregolazione. Un sistema autopoietico è capace di modificarsi mantenendo la propria struttura reticolare di organizzazione. Può attuare sia cambiamenti di rinnovamento, che in genere sono ciclici, come avviene nel caso della sostituzione delle cellule di un organismo, sia cambiamenti evolutivi che comportano modifiche strutturali. Questi ultimi sono innescati dalla relazione con l'ambiente, che si connota come *accoppiamento strutturale*, cioè come serie continua di interazioni che generano modifiche strutturali. È questa la caratteristica distintiva dei sistemi viventi. Questi, infatti, a differenza dei sistemi non viventi reagiscono alle sollecitazioni ambientali secondo schemi non lineari, non seguono la corrispondenza di causa e di effetto che governa i fenomeni fisici risultando così imprevedibili. Inoltre l'accoppiamento strutturale tra organismo ed ambiente fa sì che i sistemi biologici siano capaci di apprendere. Ogni sistema vivente porta con sé una storia, la storia dei cambiamenti strutturali che hanno caratterizzato la sua interazione con l'ambiente. Vedi Maturana H., Varela F., op. cit., 1980 (ed. it., *Autopoiesi e cognizione*, Marsilio, Venezia, 1985); vedi anche Maturana H., Varela F., op. cit., 1987 (ed. it., *L'albero della conoscenza*, Garzanti, Milano, 1987).

3. Morin E., op. cit., 2001.

contrario. Il primo esempio appare nella storia della vita con la costituzione dell'atmosfera ossidante in seguito alla diffusione di batteri con metabolismi fotosintetici, l'ultimo lo abbiamo oggi con le enormi perturbazioni ambientali create da una sola specie vivente: l'*homo sapiens sapiens*.

La visione del dispiegarsi della vita è molto importante per una civiltà, poiché crea le fondamenta culturali su cui vengono costruite le modalità abitative. Nella visione darwiniana e nelle teorie neosintetiche viene conferita centralità alla selezione naturale, alla tendenza ad una perfezione funzionalistica, ad un optimum, in un processo di miglioramento continuo. Nella nuova visione della scienza sistemica i cardini del processo evolutivo sono le mutazioni genetiche casuali, gli scambi genetici e la simbiosi e questi tendono alla ricerca della *varietà*. La teoria evolutiva si arricchisce di una nuova ottica che pone la simbiosi come forza evolutiva altrettanto importante, se non più importante dal punto di vista qualitativo, della competizione. La teoria della simbiogenesi della Margulis dimostra come le alleanze simbiotiche possano divenire permanenti e costituire così la principale strada evolutiva. Secondo la nuova visione sistemica dell'evoluzione biologica il processo evolutivo non è basato su cambiamenti continui, bensì su salti imprevedibili tra periodi di stabilità e improvvisi cambiamenti. Inoltre l'idea secondo cui il cambiamento evolutivo sia graduale e spinto essenzialmente dalla selezione naturale, viene arricchita dalla convinzione che alla base del processo evolutivo vi sia la "tendenza intrinseca della vita a creare novità"⁴. Lynn Margulis esplorando le interrelazioni tra comunità microbiche e ambiente ha "svelato la fallacia della riduttiva concezione darwiniana dell'adattamento. In tutto il mondo vivente l'evoluzione non può limitarsi all'adattamento degli organismi al proprio ambiente, dato che l'ambiente stesso è foggato da una rete di sistemi viventi capaci di adattamento e di creatività. Ma allora, che cosa si adatta a cosa? In realtà l'adattamento è reciproco: ambiente e organismi viventi coevolvono"⁵.

In quest'ottica anche il *primo confine*⁶ rappresenta il momento propeudeutico di relazioni e di scambi, non una divisione che crea distanza, separazione, ma solo una differenza tra un ambiente interno ed uno esterno. Le differenze sono dal punto di vista epistemologico gli *atomi costitutivi* della conoscenza⁷, e dal punto di vista biologico costituiscono le basi delle relazioni.

4. Capra F., op. cit., 2001, p. 250.

5. Ibidem, p. 251.

6. Tutte le teorie sull'origine della vita concordano sul fatto che la sintesi delle molecole organiche (proteine e DNA) sia avvenuta in delle *sacche lipidiche* che delimitavano dei microambienti privi di acqua. La polarità delle molecole dell'acqua avrebbe infatti impedito la sintesi proteica.

7. Bateson G., op. cit., Adelphi, 1977.

Anche su un piano etico-epistemologico la relazione ricorsiva, o reciproca, assume un ruolo centrale e fondamentale. Maturana e Varela affermano che “ogni conoscenza è azione ogni azione è conoscenza”⁸, sottolineando in questo modo l’indissolubile legame tra l’agire e il conoscere. E si spingono anche più in là, sostenendo che l’interrelazione tra organismi ed ambiente è strutturale e generatrice. I sistemi viventi apprendono e si evolvono proprio a partire dal loro accoppiamento strutturale con l’ambiente. In epistemologia la *doppia descrizione*⁹, in natura l’*accoppiamento strutturale* sono in un’ottica sistemica modelli simili, accostabili per la ricorsività, ma esistenti su livelli differenti. Bateson, Maturana e Varela compiono in questo campo un’operazione culturale fondamentale: la creazione di un ponte tra corpo e mente, ricuciono lo strappo culturale che è all’origine della crisi del rapporto uomo-natura. “I sistemi viventi sono sistemi cognitivi, e il vivere in quanto processo è un processo di cognizione” affermano gli scienziati cileni. Il dualismo cartesiano viene così superato: la mente è natura, la natura mente. La natura pensa e si autoproduce, apprende e si mantiene, tramite continui mutamenti strutturali. La mente non è una sostanza, ma un processo: il processo della cognizione, che si identifica con il processo della vita. L’intera struttura dissipativa dell’organismo partecipa al processo della cognizione, sia che l’organismo possieda un cervello e un sistema nervoso superiore, sia che non li possieda. Un batterio, o un vegetale, non hanno un cervello ma possiedono una mente. Gli organismi più semplici hanno la capacità della percezione e dunque della cognizione. Essi non vedono, ma percepiscono cambiamenti nel loro ambiente: differenze fra luce e ombra, fra caldo e freddo, fra maggiori e minori concentrazioni di alcuni elementi chimici. Il nuovo concetto di cognizione, il processo della conoscenza, è quindi molto più vasto del concetto di pensiero. Ne fanno parte le percezioni, le emozioni e le azioni, cioè l’intero processo della vita.

8. Maturana H., Varela F., op. cit., *Autopoiesi e cognizione*, 1985 e *L'albero della conoscenza*, 1987.

9. Secondo Gregory Bateson ogni essere vivente va studiato considerando il fatto che è capace di autodescriversi. Ogni qualvolta ci accostiamo ad un organismo con l’obiettivo di conoscerlo dovremmo considerare in primo luogo cosa ci dice di lui, come si autodescrive. A questa prima descrizione dovremmo poi fondere la descrizione dal nostro punto di vista. Nei processi di formazione di conoscenza vanno sempre considerati due punti di vista, ed ad essi va data voce: quello di chi descrive e quello di chi viene descritto. Colui che viene descritto mostra il processo, colui che descrive può tentare di rintracciare la struttura. Vedi Bateson G., op. cit., 1984., p. 281.

2. L'interdisciplinarietà: un nuovo imperativo categorico

L'ottica ecologica e sistemica crea ponti tra i vari ambiti della conoscenza, vuole unificare piuttosto che disgiungere, pone al centro le relazioni tra i saperi, l'interdisciplinarietà, e tende ad una rivalutazione del senso etimologico di enciclopedismo, *mettere in circolo i saperi*, ecco perché l'ecologia, la scienza della complessità e la teoria generale dei sistemi, non rappresentano delle discipline a sé stanti, ma un approccio etico-cognitivo che può fornire stimoli importanti a tutte le discipline, favorendone le connessioni.

Secondo il movimento della *deep ecology* (ecologia profonda)¹⁰, la crisi uomo-ambiente va affrontata a partire da un ripensamento profondo dei modelli epistemologici ed etici che stanno alla base dell'odierna modalità abitativa dell'uomo occidentale. A differenza del movimento della *shallow ecology* (ecologia superficiale), la *deep ecology* ritiene che non è quindi sufficiente utilizzare al meglio le risorse e le conoscenze tecnologiche nel tentativo di arginare gli effetti della crisi¹¹, ma che è in primo luogo necessario risalire alle cause remote per rimuoverle, grazie ad un profondo rinnovamento culturale. Per comprendere l'orizzonte valoriale che contraddistingue la *deep ecology* è necessario passare in rassegna i principi su cui si fonda. I lettori sono invitati ad elaborare una propria visione dell'ecologia profonda, chiarendo i concetti chiave e riflettendo sulle conseguenze dell'azione basata sui *principi fondamentali dell'ecologia profonda* che hanno sintetizzato Geoge Session ed Arne Naess¹² nel 1984, e di cui riportiamo qui di seguito la versione integrale.

1. Il benessere e la prosperità della vita umana e non umana sulla terra hanno valore per se stesse. Questi valori sono indipendenti dall'utilità che il mondo non umano può avere per l'uomo.

10. Naess A., "The shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement. A Summary", in *Inquiry*, XVI, 1973, n. 1.

11. Passmore J., *La nostra responsabilità per la natura*, Feltrinelli, Milano, 1986, p. 11. Rappresenta uno dei testi fondamentali della *shallow ecology*, anche se l'autore tiene a distinguersi da questo filone sottolineando che egli non appartiene a quella schiera di ecologi che "si preoccupano solo della conservazione delle risorse e della limitazione dell'inquinamento nella misura in cui questi problemi toccano la salute e le ricchezze degli abitanti dei paesi industrializzati". Le idee di Passmore fanno comunque parte dell'approccio riformista in quanto negano la necessità di un rinnovamento radicale. Tuttavia verso la fine della sua carriera Passmore tende a dare più importanza alla necessità di un ripensamento profondo delle idee che sorreggono la cultura occidentale.

12. Devall B., Sessions G., *Deep Ecology: Living as if Nature Mattered*, Gibbs M. Smith, Salt Lake City, 1985 (ed. it., *Ecologia Profonda. Vivere come se la natura fosse importante*, Edizioni Gruppo Abele, Torino, 1989).

2. La ricchezza e la diversità delle forme di vita contribuiscono alla realizzazione di questi valori e sono inoltre valori in sé.
3. Gli uomini non hanno alcun diritto di impoverire questa ricchezza e diversità a meno che non debbano soddisfare esigenze *vitali*.
4. La prosperità della vita e delle culture umane è compatibile con una sostanziale diminuzione della popolazione umana: la prosperità della vita non umana esige tale diminuzione.
5. L'attuale interferenza dell'uomo nel mondo non umano è eccessiva e la situazione sta peggiorando progressivamente.
6. Di conseguenza le scelte collettive devono essere cambiate. Queste scelte influenzano le strutture ideologiche, tecnologiche ed economiche fondamentali. Lo stato delle cose che ne risulterà sarà profondamente diverso da quello attuale.
7. Il mutamento ideologico consiste principalmente nell'apprezzamento della *qualità della vita* come valore intrinseco piuttosto che nell'adesione a un tenore di vita sempre più alto. Dovrà essere chiara la differenza tra ciò che è grande qualitativamente e ciò che lo è quantitativamente.
8. Chi condivide i punti precedenti è obbligato, direttamente o indirettamente, a tentare di attuare i cambiamenti necessari.

I principi cardine da cui scaturisce questo nuovo orizzonte culturale sono *l'uguaglianza biocentrica* e *l'auto-eco-realizzazione*. Il primo è espresso tramite i primi due punti sintetizzati da Session e Devall, e mira a sottolineare che tutti gli organismi viventi hanno un uguale diritto all'esistere, con un'unica postilla, quella espressa al punto tre: solo nel caso di esigenze vitali l'uomo ha il diritto di sfruttare altre forme di vita. Per esigenza vitale non si intende il miglioramento o il mantenimento dell'elevato tenore di vita che attualmente contraddistingue le società industrializzate, ma si fa riferimento ad una esigenza, che se non soddisfatta conduce alla morte. Il secondo, *l'autoecorealizzazione*, principio molto caro anche ad Edgar Morin, è di fondamentale importanza per comprendere che cosa Session e Devall intendano per qualità della vita. Ogni organismo vivente tende a realizzare se stesso in termini di soddisfacimento dei bisogni¹³ (alimentazione, riproduzione, salute...relazioni sociali, gioco, qualità della vita...amore), ma se tale obiettivo viene perseguito indipendentemente dal contesto di cui si fa parte c'è il rischio di non centrare il bersaglio, in altre parole di non riuscire a realizzarsi. L'unica garanzia di auto realizzazione viene da un approccio che lega la propria realizzazione a quella degli altri esseri a cui si è uniti tramite la rete sistemica. Da ciò il termine *eco*, che si inseri-

13. Vedi cap. 7.

sce nel termine *autorealizzazione*, creando il neologismo *autoecorealizzazione*. Ciò sottolinea l'importanza di ambire al soddisfacimento dei propri bisogni solo all'interno di una visione globale che vede il singolo come parte di un contesto più ampio e complesso.

I due principi, appena delineati, scaturiscono dal centro concettuale della nuova scienza della complessità e della Teoria dei Sistemi: l'*interrelazione di tutte le cose*. Questo fondamentale principio implica in campo epistemologico lo slittamento paradigmatico dall'oggetto alla relazione, dalle parti al tutto. Così, ciò che più interessa nei percorsi d'apprendimento non è più il contenuto in sé del processo di trasmissione ma le relazioni che legano insieme i diversi elementi che lo caratterizzano. Questa fondamentale traslazione di interesse ci conduce all'interdisciplinarietà, che diviene una sorta di imperativo categorico per tutti i processi di costruzione della conoscenza che ambiscono in qualche modo a connotarsi come autenticamente ecologici. La relazione implica l'esistenza di due elementi differenti che possono instaurare tra loro diversi tipi di rapporto (cooperazione, competizione, sottomissione, parassitismo, dipendenza, simbiosi, mutualismo...) al fine comunque di autoecorealizzarsi. È ovvio che un tale quadro è notevolmente più complesso di quello che si avrebbe se ci interessassimo solamente a degli oggetti estrapolati dal loro contesto di appartenenza e se li studiassimo a partire dagli elementi che li compongono e non dalle relazioni che intrecciano con altri elementi. A rendere ancora più complesso il nuovo approccio ecologico all'epistemologia contribuisce il principio dell'uguaglianza biocentrica che ci impone uno sguardo con doppio punto di vista, uno per ogni elemento coinvolto nella relazione. Uno sguardo *binoculare* che sia capace di rendere la natura reciproca della relazione, in cui ogni elemento che la compone influenza e viene a sua volta influenzato. Come spiega bene Rosalba Conserva: "tutti i processi relazionali presentano doppi problemi. La relazione tra A e B può essere riassunta nella doppia domanda: che cos'è uno studente, che un insegnante può conoscerlo; e che cos'è un insegnante, che può conoscere uno studente?"¹⁴.

3. I paradigmi epistemologici di Gregory Bateson

Prima di accostarci alla riflessione sui paradigmi epistemologici è necessario premettere che nessuna modellizzazione teorica della realtà è in grado di esprimerla completamente. Abbiamo ricordato nell'introduzione

14. Conserva R., *La stupidità non è necessaria. Gregory Bateson, la natura e l'educazione*, La Nuova Italia, Scandicci, p. 167, 1996.

che la *mappa non è il territorio*, e questo approccio antiriduzionista è estremamente importante quando si rivolge l'attenzione al mondo delle idee e del conoscere. Le elaborazioni metacognitive possono essere viziate da errori ed illusioni, poiché le idee che concepiamo si possono impadronire di noi al punto da impedire la riflessione critica ed autocritica. Per questa ragione il primo sapere necessario all'educazione del futuro secondo Edgar Morin va orientato alla ricerca delle fonti degli errori e delle illusioni che *parassitano la mente umana*¹⁵. Infatti qualsiasi sistema di idee, qualsiasi teoria o ideologia non solo può celare in sé errori, ma è anche capace di proteggerli, in modo da mantenersi e sfuggire alle critiche. Ciò è particolarmente grave in quanto l'imprinting culturale forgia gli uomini fin dalla nascita e ne condiziona l'orizzonte etico-valoriale. D'altro canto abbiamo bisogno delle idee non solo per orientare il nostro agire, ma anche per affrontare il fondamentale tema della conoscenza della conoscenza. Ci ritroviamo così di fronte ad un paradosso inevitabile: "dobbiamo ingaggiare una lotta decisiva contro le idee, ma possiamo farlo solo con il soccorso delle idee. Non dobbiamo mai dimenticare di mantenere le nostre idee nel loro ruolo *mediatore* e dobbiamo impedire loro di identificarsi con il reale"¹⁶. Ogni teoria andrebbe quindi *relativizzata* e *addomesticata*, proprio per evitare il rischio che venga strumentalizzata e che si trasformi in un dogma.

Raccogliendo l'invito di Morin alla negoziazione ed al controllo reciproco tra la nostra mente e le nostre idee, proponiamo la riflessione epistemologica di Gregory Bateson come modello di riferimento per la costruzione di una ecologia del conoscere. Egli descrive due fondamentali concezioni della conoscenza: l'approccio galileiano-cartesiano caratteristico della cultura *dominante* e quello sistemico e complesso proprio della cultura ecologica. E li definisce come paradigmi, antiestetico il primo, estetico il secondo¹⁷.

Paradigma antiestetico

Cultura dominante con approccio galileiano-cartesiano

1. Pensare atomistico.
2. Prevalere di processi di pensiero che procedono per separazione.

15. Morin E., *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*, Raffaello Cortina, Milano, 2001, p. 17. L'opera è stata originariamente pubblicata in francese con il titolo *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur* dall'Unesco nel 1999.

16. Ibidem, p. 30.

17. Mortari L., *Abitare con saggezza la terra. Forme costitutive dell'educazione ecologica*, FrancoAngeli, Milano, p. 168, 1994.

3. Elezione del criterio della quantità a principio distintivo del fare scienza
4. Dimenticanza di qualsiasi senso estetico che conduca all'apprezzamento della forma
5. Distanza emotivo-affettiva fra soggetto ed oggetto della conoscenza come condizione di un procedere oggettivamente fondato.

Paradigma estetico

Cultura ecologica con approccio sistemico e complesso

1. Principio di contestualizzazione.
2. Ricerca della struttura che connette.
3. Assunzione del criterio della qualità come presupposto del fare scienza.
4. Il processo di costruzione del sapere non disgiunto dalla ricerca della bellezza.
5. Modalità di ricerca che preveda un accostarsi alle cose con empatia e sentendosi affini ad esse.

Il primo ostacolo che si incontra, nel prendere questi modelli come base programmatica per la costruzione di una serie di possibili pedagogie ecologiche, è la loro opposizione. Risulta molto difficile per una persona educata e formatesi completamente nell'ambito della cultura occidentale (galileiano-cartesiano) resistere alla tentazione di operare una sintesi per superare la dicotomia. Eppure non si tratta di fondere insieme i due opposti paradigmi epistemologici, ma di considerarli come punti di vista effettivamente divergenti. Oggi l'ottica cartesiana va superata in quanto non considerando la natura sistemica della realtà ha determinato una profonda crisi della relazione culturale uomo-natura. L'approccio epistemologico dell'ecologia della mente può invece fornire una rotta per la conversione ecologica della cultura. Per costruire una nuova etica della relazione uomo-natura è indispensabile rivedere criticamente i presupposti culturali della società *occidentale*. Il punto di vista ecologico è attualmente estraneo sia ai modelli culturali che a quelli socio-economici dominanti, e come tale può essere d'aiuto nell'analizzare l'attuale modello culturale. Un punto di vista estraneo può infatti permettere di guardare criticamente il sistema cultura, poiché non è da esso condizionato. Per questa ragione nell'educare al cambiamento è di fondamentale importanza la traslazione del punto di vista. Chiedersi, per esempio, cosa direbbe uno extraterrestre, giunto casualmente sulla terra, degli uomini e del loro modo di vivere e di conoscere può rappresentare un buon modo per avviare la riflessione sui presupposti culturali. Ancora di più le testimonianze e le opinioni di uomini provenienti da culture diverse da quella occidentale possono rappresentare degli

strumenti chiave nella direzione di prendere coscienza del proprio modello culturale. Il modo di vedere il mondo degli indiani del nord america, dei taoisti o degli indigeni delle Samoa può aiutare ad identificare le contraddizioni ed i paradossi più insidiosi della cultura in cui si è immersi. In questo senso l'educazione all'intercultura riveste una grande importanza: oltre ad orientare le relazioni sociali alla comprensione, alla convivenza ed alla pace, può aprire importanti finestre di riflessione sul proprio modello culturale.

Se per esempio prendessimo in prestito dalla cultura orientale il concetto di tao ed attraverso di esso guardassimo i due paradigmi epistemologici delineati da Bateson ne verrebbe fuori una nuova concezione. Il *tao del conoscere* potrebbe rappresentare un orizzonte culturale orientato alla continua ricerca di un adeguamento relazionale dei processi del conoscere. L'*unidualità*¹⁸ di cui parla Morin nei *Sette saperi necessari all'educazione del futuro* rappresenta la chiave per comprendere i due paradigmi epistemologici batesoniani. Dovremmo essere in grado di concepire paradigmi complessi in cui gli elementi opposti non si escludono ma fanno parte di un dinamismo ciclico dialogico.

Purtroppo oggi siamo ben lontani da scenari simili: il modello epistemologico ecologico è relegato in piccole e limitate zone franche del sapere mentre la cultura di massa è permeata dall'approccio cartesiano antiecológico che pare radicalizzarsi sempre più. Non c'è alcun equilibrio attualmente tra il paradigma epistemologico antiestetico e quello estetico. L'approccio galileiano-cartesiano è dominante, mentre l'approccio sistemico-complesso proprio della cultura ecologica rimane marginale. Solo quando anche la cultura ecologica diverrà centrale, trainante e di massa sarà possibile immaginare un'inversione di tendenza nella relazione tra uomo e natura. Il paradigma estetico di Bateson, fornendo una rotta per la riconversione ecologica dei modelli culturali, può aiutare l'attuale iperconsumistica società globale a ritrovar una relazione autentica ed essenziale con il mondo naturale e può di conseguenza orientarla ad un'etica della cura, della partecipazione e della convivenza indispensabile per un futuro sicuro sul pianeta.

Fortunatamente la Teoria Generale dei Sistemi e la scienza della complessità hanno già creato l'impianto teorico che può fornire la base per la

18. Morin E., op. cit., p. 25. Ecco cosa scrive Morin a proposito del paradigma umano e di quello naturale: "Entrambi questi paradigmi impediscono di concepire l'*unidualità* (naturale-culturale, cerebrale-psichica) della realtà umana, e impediscono pure di concepire la relazione allo stesso tempo di implicazione e di separazione tra l'uomo e la natura. Solo un paradigma complesso di implicazione/distinzione/congiunzione permetterebbe una tale concezione, ma non è ancora inscritto nella cultura scientifica".

riconversione culturale verso l'ecologia e i tempi sembrano maturi per diffondere e consolidare una nuova etica naturale. Secondo Paolo Tamburini, "si tratta di punti di vista che modificano i rapporti tra scienza e valori, ora non più così distanti e incommunicabili, in quanto lo stimolo che proviene dalle scienze della complessità non è di mutuare principi etici dalle *leggi della natura*, quanto di favorire l'incontro tra scienza ed etica sul terreno del dubbio e dell'interrogazione reciproca, modificando così anche i presupposti che guidano le nostre azioni sull'ambiente. Superate le visioni altrettanto irrealistiche e penalizzanti del *padroneggiare la natura* o del *conformarsi alle leggi della natura*, si giunge (Morin) alla più complessa concezione del *co-pilotaggio*: guidare-seguire la natura"¹⁹.

Se dall'etica passiamo alla pedagogia, possiamo ipotizzare che il principio del co-pilotaggio abbia a che fare con l'ascolto, che rappresenta lo strumento/capacità che permette al maestro di seguire le urgenze del gruppo e dei singoli. Soltanto sulla base dell'ascolto è possibile costruire un *rapporto educativo reciproco*. La reciprocità è un concetto che deriva dalla teoria della infomazione, ed indica la presenza di due versi in ogni relazione. In questo caso avremo da una parte il gruppo, dall'altra la guida, il maestro. Questi se vuole davvero instaurare una relazione educativa, stimolante e profonda dovrà avere la capacità di considerare non solo ciò che egli dice al gruppo, ma anche ciò che il gruppo dice a lui. Sembra quasi una banalizzazione del concetto di reciprocità, ma in fondo questo è il suo senso e può essere applicato a tutte le forme del linguaggio. Nel mondo dell'educazione un bravo maestro è colui che sa apprendere dagli allievi e farsi guidare da loro.

4. Il contesto fissa il significato

A partire da quanto affermato sopra circa i paradigmi epistemologici di G. Bateson e la necessità di interpretarli come una sorta di *tao del conoscere/apprendere*, non ci sarebbe nessuna possibilità di rintracciare delle indicazioni pratiche per l'impostazione di approcci ecologici al fare educativo. D'altronde lo stesso Bateson si definisce un uomo di pensiero (a theorist) e di fronte a scelte di carattere applicativo e pratico preferisce non prendere posizione. Ricordiamo cosa disse nel 1975, in occasione di un incontro con lo psicologo Carl Rogers, presso il College of Marin, Califor-

19. Tamburini P., "L'evoluzione della cultura e dell'educazione ambientale", in *Nuovi educatori ambientali/1, Il concorso dei saperi al Master in Educazione Ambientale* (a cura di Bertolini S.), Quaderni INFEA Emilia-Romagna 3, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2005.

nia. Il tema era quello dei processi educativi, Rogers perorava la causa dell'*apprendimento significativo*, un apprendimento centrato sul soggetto e sul processo, più che sui contenuti, "capace di parlare insieme al cuore e all'intelletto". Bateson rintracciava tra se stesso e il collega una certa differenza: "Rogers sa cosa è bene e cosa è male, io no... Egli comincia, vedete, nei primi due minuti, con il dire che nel mondo c'è del bene e del male, e che sa distinguere fra l'uno e l'altro, e cinque anni dopo produrrà dati per dimostrare che aveva ragione. Io non sono così sicuro sul bene e sul male. Credo che nel mondo ci sia il bene e il male. Ma quanto a dire come siano, questo è difficile"²⁰. Molti studiosi si sono interrogati su questo aspetto assai profondo ed insieme limitante del pensiero di Bateson. Sergio Manghi, sembra darne la visione più critica e lucida: "Mentre Rogers si preoccupa di come fare un contesto di apprendimento significativo, Bateson si limita a interrogarsi su come riflettere intorno al farsi dei contesti di apprendimento". La motivazione che giustificerebbe la scelta di Bateson, secondo Manghi va ricercata nel fatto che "non è in nostro potere determinare il carattere significativo o meno degli apprendimenti, ... perché ogni contesto di apprendimento è matrice di significati, e cioè significativo, per ciascuna delle parti in interazione"²¹. In primo luogo in un'ottica sistemica è il contesto che fissa il significato, per cui avremo significazioni differenti a seconda dei contesti di apprendimento in questione. In secondo luogo la significazione è un processo soggettivo che proviene dall'interazione reciproca che il soggetto con-vive con il contesto di apprendimento. Infine i processi di apprendimento sono la risultante non solo di ciò che è misurabile, computabile e razionalizzabile, ma anche del non pensabile, cioè del pensiero governato dalle forme inconsapevoli della percezione, del giudizio, dell'attribuzione di senso, di quello che con altre parole Bateson chiamava l'*estetica dell'esser vivi*. Questi elementi rendono più chiara la posizione di Bateson e senza dubbio più complesso il tema, e rappresentano le premesse del nostro ragionare sulla possibilità di costruire delle linee guida applicative per l'educazione ecologica.

Certamente uno dei principi che devono essere posti al centro di tali premesse è quello della contestualizzazione, lo troviamo al primo posto tra i paradigmi del conoscere ecologico. In *Mente e Natura* Bateson sostiene

20. In Kirschenbaum H., Henderson V.L., *Carl Rogers: Dialogues. Conversations with Martin Buber, Paul Timmich, B.F. Skinner, Gregory Bateson, Michael Polany, Rollo May and Others*, Boston, Houghton Mifflin Company, 1989. Testo deregistrato di un incontro svoltosi il 28.05.1975, presso il College of Marin, California.

21. Manghi S., "Il bello dell'insegnare. Modi ecologici di pensare l'apprendimento", p. XVI, in Conserva R., *La stupidità non è necessaria. Gregory Bateson, la natura e l'educazione*, La Nuova Italia, Scandicci, 1996, p. XV-XVI.

che è il contesto che fissa il significato, intendendo con ciò sottolineare che le cose vengono definite non per se stesse ma soltanto dalle relazioni che le legano al sistema di cui fanno parte²². Questo rappresenta il cuore dell'ottica sistemica. Lo stesso E. Morin nel *Il pensiero ecologico* afferma che qualsiasi organismo vivente nel suo processo di sviluppo dipende "non soltanto dalla sua determinazione o dalla sua logica specifica, ma anche dalla determinazione o dalla logica del suo ambiente". Il secondo dei sette saperi che egli individua come necessari all'educazione del futuro si basa sulla pertinenza, intesa come una forma di conoscenza "capace di cogliere i problemi globali e fondamentali per inscrivere in essi le conoscenze parziali e locali, [...], capace di cogliere gli oggetti nei loro contesti"²³.

Il contesto è la risultante di tutte le relazioni che legano i vari sistemi che lo compongono, e solo all'interno di esso è possibile definire degli oggetti/soggetti. Questo principio ha una portata davvero rivoluzionaria in campo educativo in quanto:

1. conduce ad un'ottica interdisciplinare;
2. implica l'accostamento della prospettiva diacronica a quella sincronica;
3. richiede una traslazione continua tra il locale ed il globale.

La prospettiva storica e lo sguardo globale permettono di inquadrare al meglio le problematiche ambientali contemporanee, che avulse dalla storia dell'umanità e dell'evoluzione biologica, così come dall'odierno contesto globale non risulterebbero affatto comprensibili.

Se proviamo ad applicare il principio della contestualizzazione alla lettura stessa dei paradigmi batesoniani ci rendiamo conto che non possiamo riferirci ad essi attraverso un'ottica dialogica binoculare²⁴ mantenendo una

22. L'importanza dell'ottica relazionale è particolarmente evidente nel campo della linguistica. Abbiamo già visto a proposito delle origini della Generale Teoria dei Sistemi, quanto sia stato importante il contributo dello studio dei sistemi linguistici (Ferdinand de Saussure). La natura sistemica del linguaggio è molto evidente. Ecco come esprime questa convinzione Gregory Bateson in *Mente e Natura* a pp. 32-33: "Forse oggi i linguisti sanno come stanno le cose, ma a scuola si continuano ad insegnare sciocchezze: i bambini si sentono dire che il *sostantivo* è un nome di persona, di luogo, o di cosa, che il *verbo* è una *parola che indica un'azione* e così via. Imparano, cioè, in tenera età che una cosa la si definisce mediante ciò che, si suppone, essa è in sé, e non mediante le sue relazioni con le altre cose [...] ai bambini si potrebbe dire che un sostantivo è una parola che sta in una certa relazione con un predicato, che un verbo sta in una certa relazione con un sostantivo, il suo soggetto e così via. Alla base della definizione potrebbe stare la relazione, e allora qualunque bambino sarebbe in grado di capire che nella frase *andare è un verbo* c'è qualcosa che non va".

23. Morin E., op. cit., p.12.

24. Ceruti M., "Ecologia dell'contingenza", in Manghi S. (a cura di), *Attraverso Bateson*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 1998, p. 229.

sorta di neutralità circolare (il tao del conoscere). Ciò perché il tempo in cui viviamo è interamente pervaso dai principi che compongono il paradigma antiecológico, ne risulterebbe quindi una lettura certamente *viziata*, di parte, se non considerassimo il dato di fatto del *contesto* culturale attuale. In altre parole oggi la bilancia tra i due paradigmi epistemologici delineati da Bateson pende decisamente a favore di quello cartesiano-newtoniano. Sono molto più diffusi i modi tradizionali di vedere il conoscere e di fare scienza che non l'innovativo e pionieristico approccio della complessità e dell'ecologia. E ciò è particolarmente grave in quanto “la massiccia congerie di minacce all'uomo e ai sistemi ecologici sorge da errori nelle nostre abitudini di pensiero a livelli profondi e in parte inconsci”²⁵. Per liberarci da questi errori è importante e necessario a livello didattico/culturale conoscere i presupposti. In *Mente e Natura* Bateson scrive: “Soprattutto è necessario che il lettore di testi scientifici conosca i presupposti di chi scrive”. Un educatore oggi non può esimersi dal prendere una posizione, deve essere consapevole dei suoi presupposti culturali e ha la responsabilità di prendere una scelta di orientamento precisa. La pretesa neutralità degli approcci educativi è assolutamente sorpassata, e risulta anacronistico trincerarsi dietro ad essa. Vengono ancora una volta in mente le parole illuminanti di Bateson: “... sempre, inevitabilmente, c'è un apprendimento significativo che va oltre qualsiasi cosa venga pensata; che non è una semplice funzione di ciò che viene pensato. E cioè, io posso insegnare l'anatomia comparata dei coleotteri in un modo che susciterà in voi dei piccoli Hitler, oppure posso insegnare l'anatomia comparata dei coleotteri in modo che susciterà in voi, che posso dire, dei danzatori o degli artisti... persino, chissà, dei cittadini democratici. C'è dunque... un intero ordine di apprendimenti, alquanto diversi dai temi pensati, che sono sempre, inevitabilmente, carichi di implicazioni per il carattere: apprendimenti intorno a quale tipo di mondo si pensa di abitare, a proposito di quale sia il tipo di mondo dal quale si pensa scaturire la relazione con l'insegnante – e queste cose andranno poste in connessione, ovviamente”²⁶.

5. Verso delle linee guida per un'educazione ecologica

Per partire con il passo giusto è necessario innanzitutto sottolineare che non esistono *ricette* o metodi che funzionano sempre e comunque, in qualsiasi situazione ed in qualsiasi contesto, e che, inoltre, ogni educatore ha il

25. Bateson G., op. cit., 1977, pp. 507-508.

26. Kirschenbaum H., Henderson V.L., op. cit., 1989.

compito di elaborare un proprio stile ed un proprio approccio. Questa riflessione, che può apparire spiazzante o quanto meno disarmante per chi all'inizio di un percorso di formazione è alla ricerca di punti fermi e certi, è di fondamentale importanza e trova ragione d'essere in due semplici considerazioni.

La pratica educativa ecologica prevede una perfetta aderenza al contesto di svolgimento dell'attività. Ciò equivale a dire che la pianificazione, l'elaborazione e la programmazione delle attività didattiche deve scaturire da un'attenta analisi del contesto in cui verrà svolta. Per contesto si intende non solo il luogo spaziale in cui le attività si svolgono, ma anche la realtà socio relazionale che lo caratterizza. Di conseguenza non esistono contesti identici e ciò non permette di appoggiarsi a metodi preconfezionati, universalmente applicabili. Ci saranno sempre delle differenze da contesto a contesto e l'educatore deve sviluppare una sensibilità atta a percepirle anche qualora esse siano minime ed appena percettibili, perché è proprio sulla base di queste differenze che egli deve iniziare a programmare le proprie proposte di attività. Una tale riflessione, spinta alle sue più estreme conseguenze, potrebbe condurci a considerare qualsiasi percorso formativo teorico come assolutamente inutile e privo di senso. Tuttavia vi sono delle analogie tra i contesti che permettono di fissare delle linee guida, senza farne un metodo dogmatico e statico, stando sempre attenti a non allentare la tensione personale verso la ricerca e la formazione, la sperimentazione e l'innovazione.

La seconda considerazione riguarda personalmente l'educatore e il suo modo di condurre i gruppi e di proporre attività. La riuscita e l'intensità delle proposte didattiche dipende dallo stile del soggetto che le propone, e questo si acquisisce solo a partire dalla valorizzazione della propria soggettività. In altre parole, all'interno delle linee guida l'educatore dovrebbe ricercare la strada che gli è più congeniale, quella che sente più vicina alle proprie esperienze e capacità espressive e comunicative. In questo senso le attività inventate, pensate, elaborate e sperimentate direttamente dall'educatore risulteranno certamente più intense ed efficaci di quelle *preconfezionate*.

Su un piano metacognitivo è senza dubbio essenziale operare nella direzione di *far venire fuori* (exducere) le concezioni iniziali degli allievi. Ciò equivale ad esplicitare il contesto culturale in cui ci si accinge ad operare. L'analisi delle concezioni iniziali è un'operazione indispensabile in quanto permette all'educatore di avere presente quel che è l'universo culturale in cui si muovono le menti degli alunni. In parole povere consente di capire da quale punto si stia partendo e soprattutto consente di scovare le zone confuse e talvolta totalmente distorte su cui concentrare gli sforzi didattici. È ovvio che un tale intervento va sempre posto all'inizio del percorso educa-

tivo e va ripetuto con opportune modifiche lungo il processo ed al termine, in modo da svolgere anche una funzione valutativa. Tanti possono essere gli strumenti da utilizzare a questo scopo e vanno senz'altro differenziati a seconda l'età degli alunni coinvolti. Per le fasce di età più basse (5-10 anni) sono opportuni strumenti basati su i linguaggi dell'arte: il disegno, la manipolazione, la costruzione, la danza, l'espressione corporea, il teatro, la musica, il canto, la poesia... Per le fasce di età più elevate (da 11 anni in su) può risultare proficuo avvalersi anche di strumenti quali la scrittura, il discutere insieme, il brain storming, la costruzione di mappe concettuali, la tecnica del problem posing, ecc.

6. La ricerca della struttura che connette

Il secondo principio del paradigma estetico è la ricerca della struttura che connette. Bateson ha dedicato la sua intera vita a questa ricerca che può essere sintetizzata in una domanda: “Quale struttura connette il granchio con l'aragosta, l'orchidea con la primula e tutti e quattro con me? E me con voi? E tutti e sei noi con l'ameba da una parte e con lo schizofrenico dall'altra?... Qual'è la struttura che connette tutte le creature viventi?”²⁷. È chiaro che questo tipo di approccio epistemologico si oppone fortemente al principio corrispondente del paradigma antiestetico: il prevalere di processi di pensiero che procedono per separazione. Rappresenta uno dei punti più rivoluzionari dell'epistemologia batesoniana, in quanto mette in evidenza l'inadeguatezza del pensiero lineare nell'indagare il reale da solo, ed afferma la preminenza di una logica circolare basata sulla ricerca delle interconnessioni. Notevoli sono le possibili conseguenze che un principio del genere determina sul piano educativo. Secondo Luigina Mortari “questo principio potrebbe costituire il nucleo fondante di una nuova didattica della conoscenza del mondo naturale, che, attraverso la pratica del principio di relazione e del principio di contestualizzazione, consenta di superare la tendenza alla disgiunzione e, quindi, i limiti di un'educazione cognitiva orientata prevalentemente secondo un approccio atomistico”²⁸. Quello che propone Bateson è di superare la logica lineare che applicata “a granchi e farfalle, e in genere a tutto il mondo vivente entra in paradossi”, e di rivolgersi alla logica sistemica. Proprio in apertura del suo testo *Mente e Natura* egli pone questo fondamentale problema e propone una soluzione pratica applicabile proprio ad i contesti educativi: la tecnica del confronto.

27. Bateson G., op. cit., 1984, p. 21.

28. Mortari L., op. cit., 1994, p. 183.

Mettere a confronto elementi differenti diviene uno strumento efficace dal punto di vista didattico in quanto permette di evidenziare differenze ed analogie, e tramite queste consente di definire la rete di relazioni che costituisce il sistema. Più avanti Bateson scrive “in verità, il modo più giusto per cominciare a pensare alla struttura che connette è di pensarla *in primo luogo* come una danza di parti interagenti e solo in secondo luogo vincolata da limitazioni fisiche di vario genere e dai limiti imposti in modo caratteristico dagli organismi”. La logica lineare della cultura cartesiana è inadeguata ad affrontare la sfida di descrivere la danza di parti interagenti. Serve un nuovo modo di pensare e di conoscere. Quello che propone Bateson è il recupero dell’analogia come categoria fondante del pensiero. Ciò risulta più chiaro se rivolgiamo la nostra attenzione a quel procedimento di pensiero che egli ha chiamato *abduzione*. La metafora e l’analogia sono gli strumenti principali della logica abduttiva che appare immediatamente comprensibile se si mette a confronto il famoso sillogismo classico “gli uomini sono mortali, Socrate è un uomo, quindi Socrate è mortale con la meno famosa abduzione batesoniana: gli uomini sono mortali, l’erba è mortale, gli uomini sono erba”²⁹. Su un piano prettamente pedagogico questa *rivoluzione* epistemologica comporta delle conseguenze assai rilevanti. La tecnica del confronto e dell’analogia acquistano centralità e trovano grandi possibilità operative nella pratica del narrare. Bateson considerava le storie dei formidabili strumenti pedagogici, in quanto fondate proprio sulla logica abduttiva, più che su quella lineare: “Una storia è un piccolo nodo o complesso di quella specie di connessioni che chiamiamo *pertinenza*”³⁰. D’altronde le storie, le fiabe sono state per molti secoli degli strumenti utilizzati dall’umanità per la trasmissione della conoscenza. L’oralità è stata la culla di tutte le civiltà. Le storie hanno insegnato agli uomini non solo ad usare le parole ma anche a connettersi con il mondo. Immenso appare il valore didattico del narrare, anche perché, come afferma Rosalba Conserva, rappresenta un’azione intrinsecamente naturale: “Gli esseri viventi pensano per storie, gli esseri umani non si limitano a mostrare la loro storia come fa una conchiglia attraverso le sue ondulazioni, la raccontano *anche* con le parole. Un insegnante che insegna a raccontare, o che dia spa-

29. Vedi Brunello S., *Gregory Bateson. Verso una scienza ecogenetica dei sistemi viventi*, Padova, GB, 1992, pp. 158-159. Il predicato *è mortale* è attaccato a Socrate identificandolo quale membro di una classe i cui membri condividono il medesimo predicato. Questo sillogismo, perciò, riveste la sua utilità solo se si è in possesso di un linguaggio che consenta di identificare delle classi, in modo che soggetto e predicato appaiano distinti. Mentre il sillogismo di Bateson si basa sulla convinzione che l’universo biologico è basato sulle relazioni, non su singoli oggetti. Per questo opera non disgiungendo, ma connettendo l’erba e gli uomini mediante il pattern processuale del morire.

30. Bateson G., *Mente e Natura*, op. cit., p. 28.

zio al racconto, ricorda allo studente la sua *natura biologica*. La forma del racconto, così vicina al pensiero naturale, compensa l'eccesso di *culturalità* e di arroganza del nostro sapere. Il racconto affonda le sue radici non soltanto nella invenzione della parola e nella necessità di non disperdere la memoria di un evento: il racconto nasce anche come *sistema di relazione tra gli eventi*"³¹.

7. Dalla quantità alla qualità

Il terzo principio del paradigma estetico oppone la forza della qualità a quella della quantità. In termini molto generali ciò significa dare maggiore rilievo al processo del conoscere e dell'apprendere. Interrogarsi circa le modalità diviene in questo senso centrale. Di qualità sarà quindi una scienza che si interroghi sul suo modo di operare e che non sarà interessata solo alla quantità delle scoperte effettuate, ma al loro significato e valore.

Per fare della buona educazione è importante partire dall'allievo. La centralità dell'allievo è un principio introdotto da Jean Jacques Rousseau nel settecento. Egli riteneva che fosse l'allievo il cardine del processo educativo e non l'insegnante. Prima di tutto quindi bisogna conoscere l'esigenze dei destinatari/attori del percorso educativo. Essenziale strumento a questo scopo è l'ascolto, inteso ovviamente in senso ampio, come capacità di comprendere le esigenze dell'altro e di non eluderle. Sapere ascoltare significa in primo luogo avere presente che la comunicazione è un processo ricorsivo e sistemico, a cui partecipa quell'universo difficilmente sondabile del non pensabile: le emozioni, le sensazioni, tutto ciò che sfugge in qualche modo allo sguardo cosciente.

Un altro principio essenziale per conferire qualità ai percorsi educativi è quello dell'approccio indiretto. Anche in questo caso dobbiamo molto a Rousseau, che nel suo *Emilio*³², insiste sull'esigenza di rendere gli interventi dell'educatore il più possibile invisibili. Si tratta di una visione per cui l'allievo non apprende da ciò che il maestro direttamente dice, ma da ciò che il maestro fa conoscere indirettamente attraverso situazioni e con-

31. Conserva R., op. cit., 1996, p. 280.

32. Rousseau J.J., *Emilio o Dell'educazione*, Mondadori, Milano, 1997. L'edizione originale risale al 1762. Rousseau era convinto che fosse importante limitarsi ad agevolare il naturale processo di crescita dei fanciulli. Il maestro non deve sforzare il processo naturale di apprendimento. Non bisogna avere fretta. Non bisogna esigere dall'allievo prestazioni od interessi che non gli siano propri. "Se è vero che nulla si deve esigere dai fanciulli per pura obbedienza, ne consegue che nulla possono apprendere di cui non sentano il beneficio immediato e tangibile, sotto forma di diletto o di utilità; altrimenti quali motivi li spingerebbero ad apprendere?", p. 132.

testi. Conosciuto anche come approccio maieutico, capovolge l'ottica tradizionale di pensare l'educazione. Non si tratta di fornire un'enorme quantità di informazioni agli allievi che devono semplicemente memorizzare, ma di far sì che gli allievi si trovino in contesti o condizioni formative, e costruiscano essi stessi a poco a poco il loro bagaglio di conoscenze grazie anche all'azione facilitatrice dell'educatore. Questi fa così un grande lavoro *dietro le quinte*, spesso complesso e che esige certamente inventiva ed immaginazione. Il mestiere dell'educatore appare in questa nuova ottica un po' più creativo e meno accademico. Lo stesso John Locke, un secolo prima di Rousseau, nei suoi *Principi dell'educazione*, afferma che l'educazione non consiste nell'indottrinare bensì nel *ragionare con gli* allievi. La comunità di discorso diviene così fondamentale ed il ruolo principale dell'educatore diviene quello di stimolare la riflessione ponendo domande appropriate, legittime, nel senso che aprano dubbi e costringano l'allievo alla riflessione ed alla ricerca. Il processo appare più chiaro se si legge un brano dell'*Emilio* in cui Rousseau dà delle indicazioni precise su come si debba educare nel campo della geografia: "... dopo aver ben contemplato con lui il sole nascente, dopo avergli fatto notare, dalla stessa parte del sole, le montagne ed altri punti di riferimento più vicini, dopo averlo fatto parlare a suo agio di ciò, restate alcuni istanti in silenzio, come in atto di meditare, poi gli direte: sto pensando che ieri il sole è tramontato laggiù e stamane è spuntato di qua. Com'è possibile? Non aggiungete nulla: se fa domande, non rispondete, parlate d'altro. Lasciatelo a se stesso e state certi che rifletterà"³³. Un approccio di tal genere richiederà tempi molto più lunghi rispetto a quelli richiesti dall'*indottrinamento*. Ed è importante non avere fretta nel processo educativo, altrimenti si rischia di comprometterne l'efficacia. Sentiamo a proposito nuovamente il nostro generoso Rousseau: "Poiché apprendiamo solo idee fondate sull'evidenza dei sensi e procediamo sempre lentamente, sostando a lungo su ognuna per ben assimilarla, prima di passare ad un'altra, poiché inoltre non usiamo costringere il nostro allievo a prestare attenzione, non sarà breve il cammino da questa prima lezione alla conoscenza del corso del sole e della forma della terra"³⁴. Le parole del grande pedagogo illuminista ci portano a ragionare su un altro paradigma dell'educazione ecologica: la centralità dell'esperienza diretta. Piuttosto che imparare dai libri, bisogna imparare a leggere nel grande libro della natura. La vera maestra è l'esperienza, così che la massima della educazione ecologica potrebbe essere scritta così: *fare per conoscere*. Nella storia dell'educazione sono molti gli autori che hanno dato valore preminente all'esperienza diretta, ma colpisce che già nel seicento ci fosse-

33. Ibidem, p. 214.

34. Ibidem.

ro pedagoghi consapevoli dell'immenso valore educativo dell'osservazione diretta del mondo naturale. Jan Komenskij, già quattro secoli fa scriveva: "...bisogna insegnare alla gente non a prendere la scienza soltanto dai libri ma dal cielo e dalla terra, dalle querce e dai faggi, insomma bisogna insegnare a conoscere bene l'intima natura delle cose, direttamente..."³⁵. Nell'ottocento Johann Heinrich Pestalozzi, nel novecento John Dewey daranno nuovo impulso a questo approccio pedagogico, sancendone in qualche modo definitivamente l'autorevolezza.

8. Il bello di apprendere

Conosciamo poco di quel che fa grandi alcuni insegnanti. Diciamo vagamente che queste abilità dipendono dall'arte più che dalla scienza. Forse in questa metafora c'è della verità scientifica.

G. Bateson, 1991

"Non si tratta di preferire l'artistico allo scientifico, ma di pensarli in relazione non dualistica. Di assumere scientificamente che le ragioni dell'estetico non riguardano soltanto gli oggetti socialmente designati come artistici, ma l'insieme della nostra vita di relazione"³⁶. Così Sergio Manghi apre la nostra riflessione sull'importanza dell'arte nei processi conoscitivi e d'apprendimento. L'arte non riguarda solo la conoscenza e l'educazione, ma rappresenta anche un pilastro della vita sociale. L'arte ci riguarda molto da vicino, molto di più di quanto immaginiamo, molto di più di quanto siamo stati abituati a pensare. L'arte fa parte della nostra vita quotidiana e ci caratterizza come soggetti che amano comunicare.

Il IV principio del paradigma estetico è incentrato sulla ricerca della bellezza. Conoscere ed apprendere con modalità che prevedano il piacere dell'incontro con il bello è di importanza fondamentale. La bellezza nei contesti di apprendimento ne garantisce l'efficacia in quanto motiva profondamente il soggetto ad intraprendere e proseguire il percorso. Chiunque è predisposto a fare ciò che gli procura piacere. È una tendenza naturale e spontanea ciò che spinge verso il bello ed il piacere. Anche per questo motivo le pedagogie incentrate sull'esperienza diretta risultano più efficaci. Il contatto diretto con la meravigliosa bellezza della natura procura un piacere capace di stimolare i processi di apprendimento. Ma il piacere estetico può essere suscitato anche all'interno di una scuola o per le strade di una città. Allora si comprende bene come la sfida che lancia Ba-

35. Komenskij J., *Didactica Mgna*, Armando, Roma, 1978.

36. Manghi S., op. cit. in Conserva R., op. cit., 1996, p. XVII.

teson con questo quarto principio del suo paradigma, che non a caso chiama estetico, sia proprio la capacità di portare dentro i processi educativi la ricerca della bellezza.

A molti potrà apparire una cosa da poco conto, comunque di importanza marginale rispetto ai contenuti dei processi educativi. Eppure senza una ricerca estetica i contenuti rischiano di rimanere incompresi, non trasmissibili. Chiunque si occupi di educazione ha avuto modo di sperimentare il *potere della bellezza* che scaturisce da uno sguardo ricolmo di stupore. Il nocciolo della questione non è infatti definire cosa sia bello e cosa non lo sia, ma approcciarsi al reale con uno sguardo ingenuo, con ammirazione e stupore. Questo spesso è ciò che distingue un bravo maestro: la capacità di stimolare un guardare che sia anche un meravigliarsi. Solitamente in questo i bambini sono molto più bravi degli adulti, il guardare ammirato possiamo dire che li caratterizzi. Il maestro quindi dovrebbe limitarsi a non intaccare l'ingenuo senso di meraviglia, dovrebbe operare al fine di renderlo intatto per tutta la vita. A tal fine è indispensabile stimolare un modo di guardare che sia davvero disinteressato, lontano dai ritmi della società occidentale e dall'invasione della logica del consumismo. Lowith a tal proposito parla di una disposizione di tipo contemplativo libera da preoccupazioni di ordine pratico. Ecco come la delinea Luigina Mortari: "Si parla di *contemplazione ex-centrica*, per indicare un modo di guardare alle cose che prescinde da qualsiasi intendimento utilitaristico e dove il soggetto pensante si percepisce come parte, e non al centro, del sistema naturale. È un atteggiamento mentale in cui l'io guarda al mondo accordandogli tutta la sua attenzione per il semplice gusto di essere spettatore di qualcosa"³⁷. Sul piano pedagogico ciò comporta la necessità di *educare a prestare un'attenzione aperta alle cose*. Molte sono le tecniche utilizzabili a tal fine. L'educazione all'ascolto, al silenzio, all'uso dei sensi, rappresentano tutti ottimi strumenti per orientare all'attenzione aperta alle cose. I giochi, le attività e gli esercizi basati sulle percezioni spesso stimolano questo tipo di atteggiamento. Ed un grande valore ha il silenzio, in quanto stimola un'attenzione di qualità. Qui il problema consiste nell'evitare di imporlo, ciò priverebbe l'azione della sua vera forza, la renderebbe in qualche modo superficiale. Il silenzio va ottenuto indirettamente, per gioco, per sperimentare o semplicemente per il piacere di provare qualcosa di nuovo.

La bellezza può essere percepita, ma può anche essere creata. Entriamo così in altri aspetti legati alla ricerca della bellezza. Tutti gli interventi che un educatore conduce sul contesto dovrebbero essere attuati anche alla luce della ricerca del bello. La cura dei particolari, l'arricchimento dello spa-

37. Mortari L., op. cit., 1994, p. 155.

zio educativo tramite dettagli, conferiscono qualità alla proposta educativa non solo perché la rendono bella e piacevole oltre che significativa, ma anche perché trasmettono indirettamente all'alunno il senso della cura. E, come vedremo più avanti, ciò è di importanza fondamentale nella ricaduta relativa agli stili di vita.

Un altro aspetto della questione riguarda la bellezza che può essere creata dagli allievi. È l'arte la grande maestra in questo campo. Attraverso l'arte si ha la possibilità di creare il bello, ma la cosa importante è che nel processo della creazione l'attenzione sia indirizzata al *qui ed ora* e non al risultato finale. Nei processi creativi il prodotto non deve mai assurgere ad un livello di importanza superiore al processo stesso. L'azione creativa è l'azione ecologica per eccellenza perché è fondata sulla bellezza e sul piacere, non è subordinata alla finalità cosciente e sfugge al pensiero lineare. Dare spazio all'arte diviene, alla luce di queste considerazioni, un elemento molto importante dei processi educativi ecologici. L'arte comprende tutti i linguaggi dell'uomo, conferirle centralità sul piano pedagogico significa garantire a tutti il diritto di esprimersi. Sappiamo quanto sia importante avere la possibilità di esprimere le proprie idee ed il proprio sentire. Tutti ne hanno diritto ed ognuno predilige o eccelle in modalità differenti. I linguaggi dell'arte forniscono un'ampia gamma di possibilità che trascendono la mera comunicazione verbale e per questo rappresentano lo strumento più efficace e democratico per dar voce alla molteplicità delle intelligenze. Oggi ormai è superata la visione per cui solo l'intelligenza computante sia pregna di valore, gli attuali paradigmi dell'educazione ecologica danno molto spazio ad altri tipi di intelligenze: l'intelligenza delle mani, l'intelligenza emotiva, l'intelligenza visiva, l'intelligenza uditiva, ecc.³⁸ È possibile rinforzare il naturale processo di crescita dando a tutti la possibilità di sperimentare le proprie inclinazioni e capacità artistiche e prestando attenzione a non *frustrarne* nessuna. Bisognerà stimolare la curiosità e la voglia di sperimentare tutti i linguaggi, per rompere il classico luogo comune che afferma io non sono portato, è inutile che provi. Così si condurrà certamente l'allievo verso un modo più aperto e più sicuro di valutare le proprie capacità ed attitudini.

9. L'emozione d'apprendere

Le ragioni del cuore che la ragione non conosce.

Pascal

38. Goleman D., *Intelligenza Emotiva*, Bur, Milano, 1999.

L'ultimo principio del paradigma estetico porta avanti il valore dell'empatia in contrapposizione all'approccio tradizionale che pone la distanza emotiva tra soggetto e oggetto del conoscere come elemento distintivo del fare scienza. Per secoli fino al giorno d'oggi è stata convinzione comune che l'obiettività fosse condizione necessaria ed indispensabile nella costruzione del sapere e che questa fosse raggiungibile solo tramite la separazione più netta possibile tra soggetto e oggetto della conoscenza. *Abducere mentem ab sensibus* è stata la massima che ha trasmesso e radicato questo approccio di pensiero nella cultura. Ma separare la mente dai sensi è veramente possibile? E poi in cosa consiste l'utilità di rinunciare proprio agli strumenti organicamente preposti alla costruzione della conoscenza? I sensi sono i primi strumenti biologici di cui dispone un organismo per rendersi consapevole della sua relazione con il mondo. Rinunciare ad essi, accusandoli di essere i principali responsabili dell'opinabile e del soggettivo equivale a privare il soggetto degli strumenti conoscitivi primari. Questo paradosso si comprende se si inquadra storicamente la massima in oggetto e se si evidenziano le caratteristiche del contesto culturale da cui esse è scaturita. Le radici del pensiero *antiorganico* sono molto profonde, affondano nella cultura greca post-socratica. Sostenere che per costruire sapere e conoscenza sia necessario escludere l'uso dei sensi significa dar valore solo all'astrazione mentale. Il pensiero astratto d'altronde fonda il proprio valore sulla separazione dall'oggetto del conoscere, riconoscendo importanza solo a ciò che è *libero dalla contingenza*. Si pensi solo per un attimo alla distinzione che opera Platone tra mondo delle idee e mondo della vita. Secondo il celebre mito della caverna (libro VII della *Repubblica*), metafora mediante la quale Platone esprime il suo pensiero relativamente al problema della conoscenza, l'uomo è prigioniero in una caverna. Costretto a voltare la schiena all'apertura da cui viene la luce, vede solo ombre proiettate sulla parete che ha di fronte. Crede che le ombre siano la realtà, le vive come se fossero il vero mondo, che invece è tutto fuori dalla caverna. L'unica possibilità di *salvezza* è nel riconoscere il carattere illusorio delle ombre. Fuori di metafora il mondo esterno alla caverna è il mondo delle idee, le ombre rappresentano invece la realtà sensoriale, quella che l'uomo percepisce quotidianamente. Ecco come interpreta il mito Ludovico Geymonat: "L'uomo, fornito della ragione e dei sensi, è situato tra il mondo delle idee e il mondo delle ombre. I sensi lo legano al fluire delle apparenze, riferendosi alle quali non può ottenere certezza assoluta. La ragione lo porta alla vera realtà, rispetto a cui è possibile raggiungere una conoscenza di valore universale (la scienza)... In questa situazione, ecco il compito di fondamentale importanza che Platone attribuisce al filosofo: infrangere le catene della conoscenza sensibile, portarci al mondo

delle idee”³⁹. L’esperienza concreta è, nel pensiero platonico, illusoria ed opinabile, mentre la verità è immutabile e va ricercata nel mondo metafisico. Un tale pensiero conduce alla svalutazione ontologica della materia, stimola al distacco da essa e induce un sentimento di disamore e di non cura per le cose del mondo.

La svalutazione del mondo sensibile raggiunge il suo acme con il pensiero di Cartesio. Il dualismo cartesiano porta alle estreme conseguenze il principio metafisico di una radicale estraneità dell’uomo rispetto alla natura. *Res cogitans* e *res extensa* rappresentano i due *regni* in cui è possibile dividere il mondo: da un lato gli uomini capaci di pensiero razionale, capaci di progettare l’esistenza in vista di un fine; dall’altro il mondo naturale governato dalla cieca necessità e dalla mera accidentalità. Quest’ultimo non è che un’emanazione imperfetta del primo. Insomma, Cartesio suggella in questo modo definitivamente la svalorizzazione del mondo naturale, ed intendendo per naturale non umano acuisce il senso di estraneità dell’uomo dal mondo. Ecco che il pensiero antiecologico trova in Cartesio una delle sue punte eccellenti. A partire dalla celebre massima cartesiana *cogito ergo sum* è possibile giustificare qualsiasi azione nei confronti della natura. Animali, vegetali e mondo fisico sono privati di valore gnoseologico perché considerati incapaci di pensare razionalmente, sono percepiti come incapaci di soffrire in quanto materia inanimata e priva di coscienza.

È chiaro che nella storia della cultura e della scienza non sono mancati esempi di pensatori capaci di superare la dicotomia cartesiana e di comprendere il valore epistemologico dei sensi. Viene in mente Leonardo da Vinci, la cui stessa personalità eclettica lo pone fuori dal tempo, al di là della cultura in cui è stato allevato. Artista eccelso e fine scienziato ha scritto: “A me pare che quelle scienze siano vane e piene di errori, le quali non sono nate dall’esperienza, cioè che la loro origine, o mezzo, o fine non passa per nessuno dei cinque sensi”.

In realtà oggi sappiamo che il mondo è molto più complesso della descrizione dualistica che ne hanno dato Platone e Cartesio. Nel testo *L’albero della conoscenza*, Maturana e Varela affermano che ogni organismo vivente è capace di pensare, possiede una *mente*. L’evoluzione biologica è basata sulla capacità delle specie viventi, vegetali ed animali, di *memorizzare* nel proprio codice genetico le informazioni utili ad affrontare al meglio le perturbazioni ambientali. E tali informazioni provengono proprio dall’esperire la contingenza della vita. “Ogni conoscenza è azione, ogni azione è conoscenza”, scrive Maturana, e con ciò ci dice che il sapere giunge dall’esperienza e che l’esperienza proviene dal sapere, in un’autentica ottica circolare.

39. Geymonat L., *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, vol. I, Garzanti, Milano, 1970, p. 172.

Ma il pensiero della complessità si spinge oltre a questo riguardo e ritiene che non solo si apprende tramite i sensi, ma che la conoscenza è prettamente soggettiva e che è tanto più potenzialmente profonda e integrata quanto maggiore è il coinvolgimento emotivo del soggetto interessato.

Husserl, nel suo *La crisi delle scienze europee*⁴⁰, parla di una forma di esperienza fondata sull'*intuizione meramente soggettiva*, in cui il soggetto interagisce con l'ambiente come unità dinamica di mente e corpo, di razionalità ed affettività. Questa forma di esperienza rappresenta la dimensione pre ed extra-scientifica dell'esperienza ed è di fondamentale importanza in quanto sta alla radice di qualsiasi processo di conoscenza, ne costituisce la matrice originaria. La mancanza di un rapporto emotivo-intuitivo con le cose del mondo determina la costituzione di una sorta di "scuola dell'astrazione e del microscopio che, mantenendosi lontana dall'esperienza del mondo circostante, si appiattisce in un sapere settoriale che, non avendo radici nel vissuto, rischia di diventare un sapere inautentico, perché precocemente obiettivizzato"⁴¹. Il rischio è davvero grave e reale: le indagini svolte dall'Unione Europea sullo stato dell'educazione tra i giovani ha dato risultati scoraggianti ponendo gli adolescenti italiani agli ultimi posti della classifica. Ciò che è emerso dall'indagine è che mancano le capacità di utilizzo delle conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi di natura pratica. Non c'è da stupirsi di un simile risultato, infatti come può un ragazzo a cui non viene concessa la possibilità di sperimentare direttamente il mondo naturale risalire alle vere radici dei problemi scientifici. A livello pedagogico è necessario recuperare una modalità dell'*experiri* che sia soggettivamente connotata, e che venga solo in un secondo momento accompagnata da una *riflessione che s'innalzi al di sopra di essa* al fine di condurla verso una rielaborazione che possa creare un sapere scientificamente condiviso. Così si sgombra il campo anche da tutti i timori di un eccessivo soggettivismo che genera confusione.

Tra gli strumenti pedagogici che possono essere d'aiuto nella didattica a questo scopo ricordiamo il cooperative learning, l'osservazione diretta della natura nella ricerca di una relazione ingenua, i giochi di ruolo e di simulazione, le esperienze residenziali e le comunità di discorso, in quanto valorizzano le esperienze soggettive pre ed extra scientifiche ed agevolano il processo che conduce alla condivisione del sapere. Il narrare in gruppo le esperienze personali e i ricordi è una pratica utile alla costruzione di un sapere comune, ma non asettico e separato dall'esperienza sensoriale ed emotiva.

40. Husserl E., *La crisi delle scienze europee*, Il Saggiatore, Milano, 1972, p. 88.

41. Mortari L., op. cit., 1994, p. 211.

Un grande aiuto nella direzione di portare equilibrio tra paradigmi in relazione al problema della opposizione tra conoscenza empatica e conoscenza *asettica* ci giunge dagli studi di E. Fox Keller⁴². La studiosa parla di una oggettività dinamica che farebbe interagire il mantenersi distaccati dall'oggetto con l'attenzione partecipata rivolta ad esso. E riporta l'esempio di B. McClintock, biologa che ha ottenuto il Premio Nobel per le sue ricerche svolte secondo una metodologia basata sull'empatia.

Solo un approccio empatico può fare cogliere la straordinaria unitarietà dei sistemi viventi. Il coinvolgimento emozionale favorisce il processo di scoperta della natura relazionale e globale dei sistemi naturali complessi. Nel raccontare la sua personale esperienza conoscitiva in relazione all'albero, Martin Buber riesce magistralmente ad esprimere lo straordinario valore del coinvolgimento emozionale nei processi del conoscere. "Contemplo un albero. Posso farlo entrare in me come immagine...Posso percepirlo come movimento... Posso inserirlo in una specie e considerarlo un esemplare... Posso superare il suo aspetto contingente e la sua forma in un modo talmente duro da vederlo solo come espressione di una legge...Posso volatilizzarlo ed eternarlo come numero, come semplice rapporto tra numeri...

Ma può succedere, per mia volontà e per momento di grazia...che guardando un albero io stesso venga coinvolto nella relazione con lui e allora lui non è più qualcosa di esterno a me. Perché questo accada non c'è bisogno che rinunci a qualcuno dei miei modi di guardare. Non c'è nulla da cui devo prescindere per vedere e nessun sapere che devo dimenticare. No, invece c'è dentro tutto insieme: immagine e movimento, specie ed esemplare, legge e numero – tutto riunito senza più distinzioni.

Tutto quello che fa parte dell'albero vi è contenuto; la sua forma e la sua meccanica, i suoi colori e la sua chimica, il suo dialogare con vento e pioggia e il suo dialogare con gli astri, e tutto in un'unica interezza"⁴³.

L'emozione non può essere esiliata dal processo di costruzione del sapere non solo perché lo renderebbe, come abbiamo già detto, non autentico e superficiale, in generale più debole, ma anche perché ne fa costitutivamente parte. Infatti "ai processi di apprendimento – scrive Manghi – non concorre solo il pensabile, ma anche e innanzitutto il non pensabile. Dove pensabile significa: riconducibile alla trasparente possibilità di progettare e controllare obiettivi, strumenti e conseguenze del fare. E dove *non pensabile* non significa affatto caotico, arbitrario, irrazionale, ma regolato da forme inconsapevoli della percezione, del giudizio, dell'attribuzione di senso. Da forme inconsapevoli dello stesso pensare, potremmo dire: forme di

42. Fox Keller E., *In sintonia con l'organismo*, La Salamandra, Milano, 1987.

43. Cfr. Martin Buber, *L'io e il tu*, 1927.

pensare che attingono a quelle regioni dell'umano che condividiamo con l'insieme del vivente"⁴⁴.

Queste forme inconsapevoli del pensare ecologico hanno natura relazionale, interattiva, transindividuale. Un buon termine di sintesi per designare le forme inconsapevoli del pensare ecologico potrebbe essere sensibilità estetica, termine che Bateson considerò un possibile sinonimo di ecologia della mente.

In conclusione, ciò che preme sottolineare è l'importanza di una impostazione autenticamente interdisciplinare e la necessità di riconferire valore alla missione educatrice delle istituzioni formative che sembrano avere rinunciato a questo loro mandato originario a favore soltanto di una funzione di istruzione che oggi appare inadeguata alle esigenze del contesto sociale. Heidegger riconduce la crisi dell'abitare la terra alla mancanza di "un pensiero che pensa quel senso che domina su tutto ciò che è"⁴⁵, in altre parole alla mancanza della capacità di assumere la responsabilità della progettazione della propria esistenza a partire dalla ricerca del suo senso. Della stessa opinione sembra essere H. Arendt che afferma che "l'obiettivo di ogni progetto formativo deve essere proprio quello di educare il soggetto a riappropriarsi della responsabilità di scoprire il senso originario della vita. Questo non si intuisce, né si apprende attraverso un processo di acquisizione di informazioni, ma prende forma lentamente e attraverso continue trasformazioni, attraverso la pratica paziente del pensare. E pensare non significa porsi con il pensiero lontano dalla realtà concreta quotidiana, ma soffermare l'attenzione sulle cose che abbiamo dappresso, qui ed ora"⁴⁶. L'educare a pensare ecologicamente appare senza dubbio come uno degli obbiettivi più complessi e forse più ambiziosi dell'educazione ecologica. Bisogna stimolare la riflessione sul valore del luogo che abitiamo nella direzione di un superamento del senso di estraneità che la nostra civiltà ha coltivato nei confronti della natura. L'educare a pensare può condurre ad accettare positivamente l'essenza della condizione umana, l'essere cioè creature legate alla terra. Può, inoltre, aprire la riflessione sul senso dell'abitare il pianeta e stimolare le coscienze nella direzione di una soggettiva costruzione di senso. In quest'ottica, l'educare a pensare si connota come un aspetto dell'educazione ecologica strettamente connesso alle problematiche dell'agire e rappresenta l'anello di congiunzione più saldo tra l'educazione ecologica e l'educazione allo sviluppo sostenibile.

Oggi la società sente particolarmente il bisogno di un rinnovamento profondo e di un cambiamento radicale. La disgregazione del tessuto so-

44. Manghi S., in *Conserva R.*, op. cit., p. XVI, 1996.

45. Heidegger M., *L'abbandono*, Il Melangolo, Genova, 1989.

46. Arendt H., *La vita della mente*, Il Mulino, Bologna, 1987.

ziale richiede che anche l'educazione al cambiamento sia in primo luogo un progetto per la ricostruzione delle relazioni sociali, una ricerca continua finalizzata al ridare senso a temi come la giustizia sociale, la pace, la solidarietà. La crisi sociale è strettamente connessa a quella ambientale, per cui per risolvere l'una è necessario affrontare l'altra e viceversa. Poiché come afferma Sauvé (2004), "la rottura tra umani e natura è strettamente legata alla rottura tra uomini all'interno delle società e tra società". Per avviare un processo radicale di cambiamento culturale della società l'EA dovrebbe pervadere tutti i livelli formali, informali e non formali dei sistemi educativi, dovrebbe essere imperniata su un'alfabetizzazione ecologica che metta in evidenza la natura relazionale della vita e della società, dovrebbe, infine, recuperare il valore profondo dei sensi, delle emozioni e della meravigliosa bellezza del mondo.

Bibliografia ragionata

Teoria generale dei sistemi, scienza della complessità ed ecologia

- Aa.Vv., *Lettere & Ecologia*, a cura di Arnaldo Gnisci, Cacucci, Roma, 1990.
- Acot P., *Storia dell'ecologia*, Lucarini, Roma, 1989.
- Alley R., "I ghiacci, all'improvviso", *Le Scienze*, 2005, 382.
- Ashby R., *Introduction to Cybernetics*, John Wiley, New York, 1956 (ed. it., *Introduzione alla cibernetica*, Einaudi, Torino, 1970).
- Atkins P., *The Second Law*, W.H. Freeman and Company, New York, 1984 (ed. it., *Il secondo principio*, Zanichelli, Bologna, 1988).
- Bak P., *How Nature Works*, Oxford University Press, Oxford, 1996.
- Barrow J., *Impossibility. The limits of Science and the Science of Limits*, Oxford University Press, 1998 (ed. it., *Impossibilità. I limiti della scienza e la scienza dei limiti*, Rizzoli, Milano, 1999).
- Bateson G., *Steps to an Ecology of Mind*, Ballantine, New York, 1972 (ed. it., *Verso un'ecologia della mente*, Adelphi Edizioni, Milano, 1976).
- Bateson G., *Mind and Nature: A Necessary Unity*, Dutton, New York, 1979 (ed. it., *Mente e natura*, Adelphi Edizioni, Milano, 1984).
- Bateson G. e Bateson M.C., *Dove gli angeli esitano*, Adelphi Edizioni, Milano, 1989.
- Bateson G., *Una sacra unità*, Adelphi Edizioni, Milano, 1997.
- Bertuglia C.S. e Vaio F., *Non linearità, caos, complessità*, Bollati Boringhieri, Torino, 2003.
- Bocchi G. e Ceruti M., *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, 1985.
- Bottazzini U., "Poincaré, il cervello delle scienze razionali", anno II, n. 7, in *I grandi della scienza*, Edizioni Le Scienze, Milano, 1999.
- Buchanan M., *Ubiquità. The Science of History... or Why the World Is Simpler Than We Think*, 2000 (ed. it., *Ubiquità*, Mondadori, Milano, 2001).
- Capra F., *The Tao of Physics*, Shambhala, Boston, 1975 (ed. it., *Il Tao della fisica*, Adelphi Edizioni, Milano, 1982).
- Capra F., *The Turning Point*, Simon & Schuster, New York, 1982 (ed. it., *Il punto di svolta*, Feltrinelli, Milano, 1984).
- Capra F., *The Web of Life*, Doubleday-Anchor Book, New York, 1996 (ed. it., *La rete della vita. Una nuova visione della natura e della scienza*, Superbur scienza, 2001 (prima edizione italiana RCS Libri S.p.A, Milano, 1997)).

- Carnot S., *Reflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, Editions Jacques Gabay, Paris, 1824 (ed. it., *Riflessioni sulla potenza motrice del fuoco*, Bollati Boringhieri, Torino, 1992).
- Ceruti M., *Il vincolo e la possibilità*, Feltrinelli, Milano, 1990.
- Ceruti M., *Evoluzione senza fondamenti*, Laterza, Roma-Bari, 1995.
- Colin J., *Dizionario della nuova ecologia. Le parole chiave della filosofia ambientalista*, Mondadori, Milano, 1994.
- Crutchfield J.P., Farmer J.D., Packard N.H., e Shaw R.S., "Il caos", in Casati G. (a cura di), *Il caos. Le leggi del disordine*, Le Scienze, Milano, 1991.
- Darwin C., *L'origine della specie per selezione naturale*, Newton Compton, Roma, 1977.
- Deleage J.P., *Storia dell'ecologia*, Cuen, Napoli, 1994.
- Elton C., *Animal Ecology*, Macmillan, New York, 1927.
- Emery F.E. (a cura di), *Systems Thinking: Selected Readings*, Penguin, New York, 1969 (ed. it., *La teoria dei sistemi. Presupposti, caratteristiche e sviluppi del pensiero sistemico*, FrancoAngeli, Milano, 1974).
- Farina A., *Lezioni di ecologia*, UTET, Torino, 2004.
- Ferry L., *Il nuovo ordine ecologico. L'albero, l'animale, l'uomo*, Costa & Nolan, Milano, 1993.
- Foerster H. von e Zopf G.W. (a cura di), *Principles of Self-Organization*, Pergamon, New York, 1962.
- Gleick J., *Chaos*, Viking Penguin, New York, 1987 (ed. it., *Caos*, Muzzio, Padova, 1992).
- Goldsmith E., *Il Tao dell'Ecologia*, Muzzio, Padova, 1997.
- Guattari F., *Le tre ecologie*, Sonda, Torino, 1991.
- Hall N. (a cura di), *The New Scientist Guide to Chaos*, Penguin Books, London, 1991 (ed. it., *Caos*, Muzzio, Padova, 1992).
- Heims S.J., *The Cybernetics Group*, MIT press, Cambridge, 1991 (ed. it., *I ciberneticisti: un gruppo e un'idea*, Editori Riuniti, Roma, 1994).
- Holling C.S., "Paradigmi della funzione e della struttura ecologiche", in Ceruti M. e Laszlo E. (a cura di), *Physis: abitare la terra*, Feltrinelli, Milano, 1988.
- Laughlin R. e Pines D., "The Theory of Everything", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2000, 97.
- Leffler J.W., "Ecosystem responses to stress in aquatic microcosms", in Thorp J.H. e Gibbons J.W., *Energy and Environmental Stress in Aquatic Systems*, US Dept. of Energy, 1978.
- Lilienfeld R., *The Rise of Systems Theory*, John Wiley, New York, 1978.
- Lorenz E., "Deterministic Nonperiodic Flow", in *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20, 1963.
- Lovelock J., *Gaia*, Oxford University Press, New York, 1979 (ed. it., *Gaia. Nuove idee sull'ecologia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1981).
- Lovelock J., *The Ages of Gaia. A Biography of Our Living Earth*, W.W. Norton & Company, 1988 (ed. it., *Le nuove età di Gaia. Una biografia del nostro mondo vivente*, Bollati Boringhieri, Torino, 1991).
- Lovelock J., *Healing Gaia*, Harmony Books, New York, 1991.
- Mandelbrot B., *The Fractal Geometry of Nature*, Freeman, New York, 1983 (ed. it., *La geometria della natura. Sulla teoria dei frattali*, Imago, Guidonia Montecelio (RM), 1987).

- Margulis L. e Sagan D., *Microcosmos*, Summit, New York, 1986 (ed. it., *Microcosmo*, Mondadori, Milano, 1989).
- Margulis L., *Symbiosis in Cell Evolution*, Freeman, San Francisco, 1993.
- Margulis L., "Gaia is a Tough Bitch", in Brockman J., *The Third Culture*, Simon & Schuster, New York, 1995.
- Margulis L. e Sagan D., *What Is Life?*, Simon & Schuster, New York, 1995.
- Marten G., *Human Ecology. Basic Concepts for Sustainable Development*, Earthscan Publications, London, 2001 (ed. it., *Ecologia Umana. Sviluppo sociale e sistemi naturali*, Edizioni Ambiente, Milano, 2002).
- Maturana H. e Varela F., *Autopoiesis and Cognition*, Reidel, Dordrecht, 1980, (ed. it. *Autopoiesi e cognizione*, Marsilio, Venezia, 1985).
- Merchant C., *The Deth of Nature*, Harper & Row, New York, 1980 (ed. it. *La morte della natura, Le donne, l'ecologia e la rivoluzione scientifica*, Garzanti, Milano, 1988).
- Merchant C., *Radical ecology. The Search for a Liveable World*, Routledge, London, 1992.
- Miller G.T., *Scienze Ambientali*, EdISES, Napoli, 2002.
- Monod J., *Il caso e la necessità. Saggio sulla filosofia naturale della biologia contemporanea*, Mondadori, Milano, 1970.
- Morin E., *La Methode. Tomo I. La Natura de la Nature*, Editions du Seuil, Paris, 1977 (ed. it., *Metodo. La natura della natura*, Cortina Editore, Milano, 2001).
- Morin E., *La Méthode 2. La Vie de la Vie*, Editions de Seuil, Paris, 1980 (ed. it., *Il Metodo. 2. La Vita della vita*, Cortina Editore, Milano, 2004).
- Morin E., *Il pensiero ecologico*, Hopeful Monster, Torino, 1988.
- Morin E., *Il Metodo. Ordine, disordine, organizzazione*, Feltrinelli, Milano, 1992.
- Morin E. e Kern A.B., *Terra-Patria*, Quaderni ed. della Battaglia, 1993 (tratto da Terre-Patrie, Editions du Seuil, Paris, 1993).
- Moscovici S., *Essai sur l'histoire humaine de la nature*, Flammarion, Paris 1977.
- Naess A., *Ecosofia. Ecologia, società e stili di vita*, Red, Milano, 1994.
- Nicolis G. e Prigogine I., *Exploring Complexity*, Piper GmbH & Co., Munchen, 1987 (ed. it., *La complessità*, Einaudi, Torino, 1991).
- Odum E.P., *Ecologia*, Zanichelli, Bologna, 1971.
- Odum E.P., *Principi di ecologia*, Piccin, Padova, 1973.
- Odum E.P., *Basic Ecology*, CBS College Publishing, Philadelphia, 1983 (ed. it., *Basi di Ecologia*, Piccin, Padova, 1988).
- Passmore J., *La nostra responsabilità per la natura*, Feltrinelli, Milano, 1992.
- Patten B.C., "Network Ecology", in Higashi M. e Burns T.P., *Theoretical Studies of Ecosystems: The Network Perspective*, Cambridge University Press, New York, 1991.
- Prigogine I., *From Being to Becoming*, Freeman, San Francisco, 1980 (ed. it. *Dall'essere al divenire*, Einaudi, Torino, 1986).
- Prigogine I. e Stengers I., *Order out of Chaos*, Bantam, New York, 1984 (ed. it., *La nuova alleanza*, Einaudi, Torino, 1981).
- Prigogine I., *La fine delle certezze. Il tempo, il caos e le leggi della natura*, Bollati Boringhieri, Torino, 1997.
- Prigogine I., *Le leggi del caos*, Laterza, Roma-Bari, 1993.
- Richardson G., *Feedback Thought in Social Science and Systems Theory*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 1992.

- Ricklefs R.E., *Ecology*, terza edizione, Freeman, New York, 1990 (ed. it., *Ecologia*, Zanichelli, Bologna, 1976).
- Roszak T., *The Voice of the Earth*, Simon & Schuster, New York, 1992.
- Strassoldo R., *Ecologia* in "Enciclopedia delle scienze sociali", Istituto dell'Enciclopedia Italiana Treccani, 1993.
- Strogatz S., *Sync. The Emerging Science of Spontaneous Order*, Pereus Book, London, 2003 (ed. it., *Sincronia. I ritmi della natura, i nostri ritmi*, Rizzoli, Milano, 2003).
- Tansley A.G., "The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms", *Ecology*, 1936, 16.
- Thoreau H.D., *Walden, vita nel bosco*, Donzelli, Roma, 2005.
- Tiezzi E., *Ecologia e..*, Laterza, Roma-Bari, 1995.
- Tiezzi E. et al., *Api o architetti - Quale universo, quale ecologia*, L'Unità, 1990.
- Toraldo di Francia G., *Un Universo troppo semplice. La visione storica e scientifica del mondo*, Feltrinelli, Milano, 1990.
- Trinh Xuan T., *Il caos e l'armonia*, Edizioni Dedalo, Bari, 2000.
- Vernadskij V.I., *La biosfera e la noosfera*, Sellerio editore, Palermo, 1999.
- Von Bertalanffy L., *General System Theory*, Braziller, New York, 1969 (ed. it., *Teoria generale dei sistemi*, ISEDI, Torino, 1971).
- Wiener N., *Cybernetics*, MIT Press, Cambridge, 1948 (ed. it., *La cibernetica*, Mondadori, Milano, 1968).
- Wiener N., *The Use and Abuse of Human Beings*, Houghton Mifflin, Boston, 1950 (ed. it. *Introduzione alla cibernetica*, Bollati Boringhieri, Torino, 1966).
- Worster D., *Nature's economy. A History of Ecological Ideas*, Cambridge University Press, 1985 (ed. it., *Storia delle idee ecologiche*, Il Mulino, Bologna, 1994).

Lo stato del pianeta

- Altschuler D.R., *L'universo e l'origine della vita*, Mondadori, Milano, 2005.
- American Wind Energy Association, *Record Growth for Global Wind Power in 2002*, Washington, 2002.
- Beck U., *Un mondo a rischio*, Einaudi, Torino, 2003.
- Bijur P., *Global Energy Address to the 17th Congress of the World Energy Council*, Houston, 1998.
- "Bolivia Water Management: A Tale of Three Cities", *Precis*, Operations Evaluation Department, World Bank, primavera 2002.
- Brown L.R., *Il 29° giorno. Dimensioni e bisogni della popolazione umana e risorse della Terra*, Sansoni, Firenze, 1980.
- Crawford S., *Mayordomo: Chronicle of an Acequia in Northern New Mexico*, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1988.
- Crutzen P.J. e Stoermer E.F., "IGBP Newsletter n. 41", 2000.
- Crutzen P.J., "Geology of Mankind", *Nature*, 2002, vol. 415.
- Crutzen P.J., *Benvenuti nell'Antropocene!*, Mondadori, Milano, 2005.
- Diamond J., *Armi, acciaio e malattie. Breve storia del mondo negli ultimi tredicimila anni*, Einaudi, Torino, 1998.

- Dolan C., "Collapsing Masculinities and Weak States. A Case Study of Northern Uganda", in Cleaver F. (a cura di), *Masculinities Matter!*, Zed Books, Londra, 2003.
- Eldredge N., *La vita in bilico. Il pianeta sull'orlo dell'estinzione*, Einaudi, Torino, 2000.
- Fagan B., *La rivoluzione del clima*, Sperling & Kupfer, Milano, 2001.
- Fao, *Forest Resource Assessment*, Fao, Roma, 2000, vedi anche: www.fao.org/forestry/index.jsp.
- Fao, *The State of Food Insecurity in the World*, Roma, 2001.
- Fao, *The Global Forest Resources Assessment 2005. Progress towards sustainable forest management*, Fao, Roma, 2005. Vedi anche: www.fao.org/forestry/fra2005.
- Iea, *World Energy Outlook*, Paris, 2004.
- IGBP, *Global Change Newsletter n. 50*, IGBP II, Special Edition. www.igbp.kva.se
- IGBP, *Global Change and the Earth System: a Planet Under Pressure*, IGBP, 2001.
- International Labour Organization (ILO), *Global Employment Trends for Youth 2004*, Ginevra, 2004.
- International Labour Organization (ILO), *Child Labour*, Ginevra, 1995.
- Ipcc Working Group II – Sesta sessione, *Summary for Policy Makers – Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, p. 5, vedi anche: www.ipcc.ch/pub/wg2SPMfinal.pdf.
- Jaenecke H., *L'apocalisse atomica - Da Hiroshima a Chernobyl*, ECP, S. Domenico di Fiesole, 1991.
- Lanza A., *Il cambiamento climatico*, Il Mulino, Bologna, 2002.
- Meadows D., Meadows D. e Randers J., *I nuovi limiti dello sviluppo. La salute del pianeta nel terzo millennio*, Mondadori, Milano, 2006.
- Millenium Ecosystem Assessment, *Ecosystem and Human well-being – A Framework for Assessment*, Island Press, Washington, 2003.
- Pinstrup-Anderson P., Panda-Lorch R. e Rosengrant M.W., 1997, *The World Food Situation: Recent Developments, Emerging Issues, and Long-Term Prospects*, International Food Policy Research Institute, Washington, 1997.
- Population Reference Bureau, 1998 *World Population Data Sheet*.
- Public Citizen, *Water Privatization Case Study: Cachabamba, Bolivia*, Washington DC, 2001.
- Rifkin J., *Il secolo biotech. Il commercio genetico e l'inizio di una nuova era*, Baldini & Castoldi, Milano, 1998.
- Rifkin J., *Entropia*, Baldini & Castoldi, Milano, 2000.
- Rifkin J., *Economia all'idrogeno*, Mondadori, Milano, 2002.
- Scalia M., *Il leone e l'acquario: la nuova frontiera dell'idrogeno*, in Angelini A. (a cura di), *Mediterraneo 2010. Ostacoli, opportunità, scenari*, Carocci, Roma, 2007.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, *Global Biodiversity Outlook*, Montreal, 2001.
- Seregeldin citato in Crossette B., "Severe Water Crisis Ahead for Poorest Nations in Next Two Decades", New York Times, 10 agosto 1995.
- Steffen W., Sanderson A., et al., *Global Change and the Earth System. A Planet Under Pressure*, Springer Verlag, Berlin, 2004.

- U.N. Population Division, *World Population Prospects: 1990*, New York, United Nations, 1991.
- U.N. Population Division, *World Population Prospects: The 2002 Revision*, New York, United Nations, 2003.
- Undp, *Human Development Report*, 2004.
- Undp, *World Urbanization Prospects: The 2003 Revision*, New York, United Nations, 2004.
- Unep, *Geo 2000*, Nairobi, 1999.
- Unep, *Global Environment Outlook 3*, Earthscan, London, 2002.
- Unesco, *World Education Report 1995*, Paris, 1995.
- Unesco, *The World Water Development Report*, Paris, 2003.
- United Nation, *World Population Prospects: The 2004 Revision. Analytical Report*, U.N., Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2005, vedi anche: www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/World_Population_2004chart.pdf.
- Unesco, EFA Global Monitoring Report 2005, in www.unesco.org/education/gmr_download/TA02_2005_eng.xls.
- United Nations, *Secretary-General's Address to the General Assembly*, New York, 23 set 2003.
- United Nations Development Program (Undp), *Human Development Report 1998*, Oxford University Press, Oxford, 1998 (ed. it., *Rapporto sullo sviluppo umano 1998*, Rosenberg e Sellier, Torino, 1998).
- Viale G., *Un mondo uso e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà*, Feltrinelli, Milano, 1994.
- Wackernagel et al., *Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy*, in "Proceedings of the Academy of Science", 99, n. 14, Washington, 2002.
- Wehab Working Group, *A Framework for Action on Agriculture*, United Nations, New York, 2002.
- WHO, *The World Health Report 2001*, Ginevra, 2001.
- Wilson E., *Il Futuro della Vita*, Codice Ed., Torino, 2004).
- World Wildlife Fund for Nature, *The importance of biological diversity*, Wwf, 1989.
- World Resources Institute, *World Resources 2005. The Wealth of the Poor: Managing ecosystems to fight poverty*, Undp, Unep, The World Bank, World Resources Institute, 2005.
- Worldwatch Institute, *State of the World 02*, Washington, 2002.
- Worldwatch Institute, *State of the World 2005, Sicurezza globale*, Edizioni Ambiente, Milano, 2005.
- Wwf, *Living Planet Report 2002*, Gland, Svizzera, 2002 (ed. it. *Rapporto Living Planet 2002*, vedi anche: www.wwf.it/ambiente/dossier/Dossier%2027def2.pdf).

Conservazione della natura

- Aa.Vv., *Parchi e sviluppo*, Gangemi, Roma, 1997.
- Aa.Vv., *Parchi naturali e cultura dell'uomo. Obiettivi e categorie delle aree protette*, Maggioli, Rimini, 1994.

- Aa.Vv., *Pianificazione e gestione delle aree protette in Europa*, Maggioli, Rimini, 1996.
- Angelini A. (a cura di), *Mediterraneo. Città, culture, ambiente, governance, migranti*, FrancoAngeli, Milano, 2007.
- Angelini A., *La società dell'ambiente*, Armando, Roma, 2004.
- Angelini A. (a cura di), *Metropoli, sostenibilità e governo dell'ambiente*, Carocci, Roma, 2004.
- Barde J.P. e Pearce D.W., *Valutare l'ambiente. Costi e benefici nella politica ambientale*, Il Mulino, Bologna, 1993.
- Beato F., *Parchi e società*, Liguori, Napoli, 1999.
- Bettetini V., Canter L.W. e Ortolano L., *Ecologia dell'impatto ambientale*, UTET, Torino, 2000.
- Bettini V., *L'impatto ambientale. Tecniche e metodi*, Cuen, Napoli, 1995.
- Biswas M.R., Biswas A.K., "Complementarity Between Environment and Development Processes", *Environmental Conservation*, 11, 1984.
- Brun B., Lemonnier P., Raison J.P. e Roncatolo M., "Ambiente", in *Enciclopedia*, Einaudi, Torino, 1977.
- Bulgarini F., Putrella S. e Teofili C. (a cura di), *2006 Biodiversity Vision dell'Ecoregione del Mediterraneo Centrale*, Wwf Italia-MIUR, Roma, 2006.
- Caracciolo A., *L'ambiente come storia*, Il Mulino, Bologna, 1988.
- Cordini G., *Parchi e aree naturali protette*, Cedam, Padova, 2000.
- De Marchi B., Pellinzoni L. e Ungaro D., *Il rischio ambientale*, Bologna, Il Mulino, 2001.
- Della Croce N., Cattaneo Vietti R. e Danovaro R., *Ecologia e protezione dell'ambiente marino costiero*, UTET; Torino, 1997.
- Farro A., *La lente verde. Cultura, politica e azione collettiva ambientalista*, FrancoAngeli, Milano, 1991.
- Ficco P. e Gerardini F., *La gestione dei rifiuti. Il nuovo sistema dopo il Decreto Ronchi*, Edizioni Ambiente, Milano, 1997.
- Franklin I.R., "Evolutionary change in small populations", in Soulé M.E. e Wilcox B.A. (a cura di), *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*, Sinauer, Sunderland (Mass), 1980.
- Gambino R., *I parchi naturali. Problemi ed esperienze di pianificazione nel contesto ambientale*, Carocci, Roma, 2000.
- Gould S.J., *La struttura della teoria dell'evoluzione*, Codice Ed., Torino, 2003.
- Grumbine E.R., *Environmental Policy and Biodiversity*, Island Press, Washington, 1994.
- Grumbine E.R., "What is ecosystem management?", *Conservation Biology* 8, 1994.
- Hansky I. e Simberloff D., "The metapopulation approach, its history, conceptual domain and application to conservation", in Hansky I. e Simberloff D. (a cura di), *Metapopulation Biology*, Academic Press, 1997.
- Heywood V.H. (a cura di), *Global biodiversity Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- Iucn, *Guidelines for Protected Area Management Categories*, Iucn, Gland, Switzerland, 1994.
- Iucn, *Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species*, Species Survival Commission, Iucn Council, 2000, www.issg.org.

- Leopold A.S., *A Sand County Almanac*, Oxford University Press, London, 1948 (ed. it., *Almanacco di un mondo semplice*, Red, Milano, 1997).
- Lovelock J., *The Ages of Gaia*, W. W. Norton & Company, New York, 1988 (trad. it., *Le nuove età di Gaia*, Bollati Boringhieri, Torino, 1991).
- Mac Arthur R.H. e Wilson E.O., *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2001.
- Magurran A.E., *Ecological diversity and its measurement*, Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- Mayr E., *L'evoluzione delle specie animali*, Einaudi, Torino, 1970.
- Mazzette A., "Turismo e politiche dei parchi nell'esperienza nazionale e regionale. I casi della Sardegna e della Corsica", in *Sociologia Urbana e Rurale*, XVII, n. 50, 1996.
- Mazzette A., *L'esile ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 2000.
- McCann K.S., "The diversity-stability debate", *Nature*, 405, 2000.
- Mortola E., *La qualità dell'ambiente. Sistemi multimediali per la conservazione ed il ripristino dell'ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1996.
- Moschini R., *Parchi, a che punto siamo?*, ETS, Pisa, 2006.
- Myers N., *The Sinking Ark*, Pergamon Press, Oxford, 1979.
- Nelissen N., Van Den Straaten J e Klinkers L. (a cura di), *Classics in Environmental Studies. An Overview of Classic Texts in Environmental Studies*, International Books, Utrecht, 1997.
- Noss R.F. e Cooperrider A.Y., *Saving Nature's Legacy: Protecting and Restoring Biodiversity*, Island Press, Washington, 1994.
- Pignatti S., *Biodiversità e aree protette*, ETS, Pisa, 2005.
- Pinchot G., *Breaking New Ground*, Harcourt Brace Jovanovich, 1947.
- Pinna S., *La protezione dell'ambiente. Il contributo della Filosofia, dell'Economia e della Geografia*, FrancoAngeli, Milano, 1998.
- Primack R.B., *A Primer of Conservation Biology*, Sinauer Associates, Sunderland (Mass), 2000 (ed. it., *Conservazione della Natura*, Zanichelli, Bologna, 2003).
- Provini A., Galassi S. e Marchetti R. (a cura di), *Ecologia applicata*, Città Studi Edizioni, UTET, Torino, 1998.
- Power M.E. et al., "Challenger in the quest for keystones", *BioScience*, 46, 1996.
- Shaffer M.L., "Minimum population sizes for species conservation" *BioScience*, 1981.
- Sievert J., *The origin of nature conservation in Italy*, Peter Lang AG, European Academic Publisher, Bern, 2000.
- Sirianni G.A., *Gestire l'ambiente*, Giuffrè, Milano, 1999.
- Terborgh J., "Island biogeography and conservation: Strategy and limitations", *Science* 193, 1976.
- UN - Fao, *The state of world fisheries and aquaculture*, 2002, www.fao.org.
- Whitmore T.C., *An Introduction to Tropical Rain Forest*, Claredon Press, Oxford, 1990.
- Wilcove D.S., *The Condor's Shadow: The Loss and Recovery of Wildlife in America*, W.H. Freeman, New York, 1999.
- Wilcove D.S. et al., "Quantifying threats to imperiled species in the United States", *BioScience* 48, 1998.
- Wilson E.O., *La diversità della vita*, Rizzoli, Milano, 1993.
- Wilson E.O., *The Future of Life*, Alfred A. Knopf Publisher, New York, 2002.

World Resources Institute, *World Resources 1994-1995: A Guide to the Global Environment*, Oxford University Press, New York, 1994.

Scienza della sostenibilità

- Allegre C., *Economizzare il pianeta. Per una ipotesi di sviluppo ecologico*, FrancoAngeli, Milano, 1992.
- Barrere M. (a cura di), *La terra patrimonio comune. La scienza al servizio dell'ambiente*, Sperling & Kupfer, Milano, 1992.
- Beck U., *Risiko Gesellschaft - Auf Dem Weg In Eine Andere Moderne*, Suhrkamp, Frankfurt, 1986, ed. it., *La società del rischio - Verso una seconda modernizzazione*, Carocci, Roma, 2000.
- Benachenhou A. E Y., *Ambiente e sviluppo*, Jaka Book, Milano, 2000.
- Bologna G., *Italia capace di futuro*, EMI, Bologna, 2000.
- Bologna G., *Manuale della Sostenibilità. Idee, concetti, nuove discipline capaci di futuro*, Edizioni Ambiente, Milano, 2005.
- Boulding K.E., *Beyond Economics. Essays on Society, Religion and Ethics*, The University of Michigan Press, Ann Arbor, 1968.
- Brown L.R., *Il 29° giorno. Dimensioni e bisogni della popolazione umana e risorse della Terra*, Sansoni, Firenze, 1980.
- Brown L., Larsen J. e Fischlowitz R., *Bilancio Terra*, Edizioni Ambiente, Milano, 2003.
- Brown L., *Piano B. Una strategia di pronto soccorso per la Terra*, Edizioni Ambiente, Milano, 2004.
- Brundtland G.H., *Il futuro di noi tutti: rapporto della Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo*, Bompiani, Milano, 1988.
- Carley M., *Condividere il mondo: equità e sviluppo sostenibile nel XXI sec.*, Edizioni Ambiente, Milano, 1999.
- Carson R., *Silent Spring*, Houghton Mifflin, Boston, 1962 (ed. it., *Primavera Silenziosa*, Feltrinelli, Milano, 1963).
- Censis, *Energia Sviluppo Ambiente. Ipotesi di compatibilità in Italia e in Europa*, Garzanti, Milano, 1990.
- Commissione delle Comunità Europee, *Comunicazione sul principio di precauzione*, Bruxelles, 2000.
- Commissione delle Comunità Europee, *La governance europea. Un libro bianco*, Bruxelles, 2001.
- Commissione delle Comunità Europee, *Relazione al consiglio europeo di primavera del 21 marzo 2003, sulla strategia di Lisbona di rinnovamento economico, sociale e ambientale. La scelta della crescita: conoscenza innovazione e posti di lavoro in una società coesiva*, Bruxelles, 2003.
- Council on Environmental Quality, *The Global 2000 Report to the President*, United States Department of State, 1980.
- Cundari G., *Ambiente e territorio: lo sviluppo sostenibile dalla teoria alla realtà*, Giappichelli, Torino, 1998.
- Dal Fiume G. (a cura di), *Ambiente e Territorio. Appunti per una politica possibile*, Ediesse, Roma, 1991.
- Daly H., *Beyond Growth*, Beacon Press, Boston, 1996 (ed. it., *Oltre la crescita*, Edizioni di Comunità, Torino, 2001).

- Daly H., "Elements of Environmental Macroeconomics", in Costanza R. (a cura di), *Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press, New York, 1991.
- Doran P., *World Summit on Sustainable Development (Johannesburg). An Assessment for Iisd*, Briefing Paper, October 3, 2002.
- Ehrlich P.R. e Holdren J., "The Impact of Population Growth", *Science*, 1971, 171.
- Ehrlich P.R. e Ehrlich A.H., *The population Explosion*, Simon & Shuster, New York, 1990 (ed. it., *Un pianeta non basta*, Muzzio, Padova, 1991).
- Ehrlich P.R. e Ehrlich A.H., *Per salvare il pianeta*, Muzzio, Padova, 1992.
- Gallino L. (a cura di), *Teoria dell'attore e processi decisionali. Valutazione d'impatto ambientale*, FrancoAngeli, Milano, 1992.
- Garesio G., prefazione a Giddens/Offe/Touraine, *Ecologia Politica*, Feltrinelli, Milano, 1987.
- Gasparini A. e Marzano G. (a cura di), *Tecnologia e società nella valutazione dell'impatto ambientale*, FrancoAngeli, Milano, 1991.
- Iucn, Unep e Wwf, *World Conservation Strategy of the Living Natural Resources for a Sustainable Development*, Iucn, 1980.
- Iucn, Unep e Wwf, *Caring for the Earth. A Strategy for Sustainable Living*, Gland, Switzerland, 1991, (ed. it., *Prendersi cura della Terra. Strategia per un vivere sostenibile*, Wwf Italia, Roma, 1991).
- La Camera F., *Sviluppo Sostenibile. Origini, teoria e pratica*, Editori Riuniti, Roma, 2005.
- Lanza A., *Lo sviluppo sostenibile*, Il Mulino, Bologna, 2002.
- Latouche S., "Abbasso lo sviluppo sostenibile! Viva la decrescita conviviale!", in Bonaiuti M., *Obiettivo decrescita*, EMI, Bologna, 2004.
- Marsh G.P., *L'uomo e la natura ossia la superficie terrestre modificata per opera dell'uomo*, Giunti Barbera, Firenze, 1872.
- Mc Neill J.R., *Qualcosa di nuovo sotto il sole. Storia dell'ambiente nel XX secolo*, Einaudi, Torino, 2002.
- Meadows D.H. et al., *The Limits to Growth*, Universe Books, New York, 1972 (ed. it., *I Limiti dello sviluppo*, Mondadori, Milano, 1972).
- Mesarovic M. E., Pestel E., *Mankind at a Turning Point*, Dutton, New York, 1974.
- Myers N., *Esodo ambientale*, Edizioni Ambiente, Milano, 1999.
- Myers N. (a cura di), *Il nuovo atlante di Gaia. Un Pianeta da salvare*, Zanichelli, Bologna, 1993.
- Nebbia G., *Lo sviluppo sostenibile*, Edizioni Cultura della Pace, San Domenico, Fiesole, 1991.
- Ocse, *Ocse Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*, Ocse, 1993.
- Ocse, *Environmental Indicators*, Ocse, 1994.
- Odum H.T., *Environmental Accounting. Emergy and Environmental Decision Making*, Wiley & Sons, New York, 1996.
- OECD, *Environmental Indicators: Towards Sustainable Development*, Paris, 2001.
- OECD – Undp, *Sustainable development strategies. A resource book*, Earthscan, London, 2002.
- Onu, *Population, Environment and Development, The concise report*, New York, 2001.

- Palmieri F., *Il pensiero sostenibile*, Meltemi, Roma, 2003.
- Ronchi E., *Uno sviluppo capace di futuro*, Il Mulino, Bologna, 2000.
- Rose D.J., *Learning about Energy*, Plenum Press, 1986.
- Sachs W., Loske R., Linz M. et al., *Greening the North. A Post-Industrial Blueprint for Ecology and Equity*, Zed Books, London, 1998.
- Sgroi E., *La questione ambientale da allarme a progetto*, Cuen, Napoli, 1991.
- Smil V., *General Energetics. Energy in the Biosphere and Civilization*, Wiley & Sons, New York 1991 (ed. it., *Energetica generale. L'energia nella biosfera e nella civiltà*, Bologna, Ed agricole, 1996).
- Spangenberg J.H., *Sustainable Europe* (a study for Friends of the Earth), Wuppertal Papers, n. 42, settembre 1995.
- Széll G., *Democracy and Sustainable Development. Conference "Public Uncertainty and Social Communication"*, M.S.H. Paris 24/25 January 1997.
- Tampieri G., *Una nuova frontiera di libertà. Culture e politiche per un futuro sostenibile*, Regione Emilia Romagna, Bologna, 2005.
- Tiezzi E. e Marchettini N., *Che cos'è lo sviluppo sostenibile? Le basi scientifiche della sostenibilità e i guasti del pensiero unico*, Donzelli, Roma, 1999.
- Tiezzi E., *Tempi storici, tempi biologici*, Garzanti, Milano, 1989.
- United Nations, *Earth Summit Agenda 21, The United Nations Programme of Action from Rio*, New York, 1992.
- United Nations, *Millenium Declaration*, United Nations, New York, 2000.
- United Nations, *Implementing Agenda 21*, United Nations, New York, 2001.
- United Nations, *Resolution 56/226, World summit on sustainable development*, New York, 2001.
- United Nations, *Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August – 4 September 2002*, Plan of Implementation, par. 148 b), A/CONF. 199/20, New York 2002.
- United Nations, "Secretary-General's Address to the General Assembly", New York, 23 settembre 2003.
- Vitousek P.M., Ehrlich P.R., Ehrlich A.H. e Mateson P.A., "Human Appropriation of the Products of Photosynthesis", *Bioscience*, 1986, 36.
- Vitousek P.M. e Mooney H.A., Lubchenko J. e Melillo J.M., "Human domination of Earth's Ecosystems", *Science*, 1997, 277.
- Wackernagel M. et al., *Ecological Footprint of Nation: How much do they use? How much do they have?*, The Earth Council, 1997.
- Weizsacker von E.U., Lovins A.B. e Lovins L.H., *Fattore 4. Come ridurre l'impatto ambientale moltiplicando per Quattro l'efficienza della produzione*, EMI, Bologna, 1998.
- World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford; New York, 1987 (ed. it., *Il futuro di noi tutti*, Bompiani, Milano, 1988).
- Worldwatch Institute, *I trend globali 2001. Futuro, società e ambiente*, Edizione Ambiente, Milano, 2001.
- Worster, D. (a cura di), *I Confini della Terra. Problemi e prospettive di storia dell'ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1991.

Società, globalizzazione e stili di vita

- Adams W.M., *Green Development. Environment and Sustainability in the Third World*, Routledge, London 2001.

- Agarwal A. e Sunita N., *Global Warming in an Unequal World. A Case of Environmental Colonialism*, Centre for Science and Environment, New Delhi 1991.
- Armstrong S. e Boltzer R. (a cura di), *Environmental Ethics: Divergence and Convergence*, McGraw-Hill, 1998.
- Balandier G., *Les implications sociales du progres thecnique*, Presses Universitaires de France, Paris, 1959.
- Bales K., *I nuovi schiavi. La merce umana nell'economia globale*, Feltrinelli, Milano, 2000.
- Bauman Z., *Dentro la globalizzazione. Le conseguenze sulle persone*, Laterza, Roma-Bari, 2003.
- Beato F., *Rischio e mutamento ambientale globale. Sociologia dell'ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1993.
- Belfiore E. e Cassetti R., *Metropoli e qualità dell'ambiente*, Gangemi, Roma, 1990.
- Bello W., *Il futuro incerto. Globalizzazione e nuova resistenza*, Baldini & Castoldi, Milano, 2002.
- Biorcio R., "Ecologia e Politica nell'opinione pubblica italiana", *Polis*, n. 3, 1987.
- Bookchin M., *The Ecology of Freedom*, Cheshire Books, Palo Alto, California, 1981 (ed. it., *L'ecologia della libertà*, Edizioni Antistato, Milano, 1984).
- Bookchin M., *Per una società ecologica*, Eleuthera, Milano, 1989.
- Bookchin M., *L'idea dell'ecologia sociale. Per un naturalismo dialettico*, edizioni Ila palma, Palermo, 1996.
- Boscaro A., *Dizionario della globalizzazione. Le idee e le parole dello sviluppo*, Zelig editore, Milano, 2002.
- Boudon R., *Trattato di sociologia*, Il Mulino, Bologna, 1996.
- Bronfenbrenner U., *Ecologia dello sviluppo umano*, Il Mulino, Bologna, 1994.
- Callicott B.J., "Il ruolo della tecnologia nel concetto mutevole di natura", in Poli C. (a cura di), *Etica ambientale teoria e pratica*, Guerini, Milano, 1994.
- CENSIS, "Ambiente e Società", *CENSIS. Note e Commenti*, n. 5, 1989.
- Centro Nuovo Modello di Sviluppo, *Nord/Sud. Predatori, predati e opportunisti*, EMI, Bologna, 1993.
- Centro Nuovo Modello di Sviluppo, *Guida al consumo critico. Informazioni sul comportamento delle imprese per un consumo consapevole*, EMI, Bologna, 2000.
- Cesareo V., *Globalizzazione e contesti sociali*, FrancoAngeli, Milano, 2000.
- Comeliau C., *Les relations Nord-Sud*, La Découverte, Paris, 1991.
- Commoner B. e Bettini V., *Ecologia e lotte sociali*, Feltrinelli, Milano, 1976.
- Commoner B., *Il cerchio da chiudere*, Garzanti, Milano, 1986.
- Cough J., *Global Capital, Human Needs and Social Policies*, Palgrave, 2000.
- Della Seta R., *La difesa dell'ambiente in Italia. Storia e cultura del movimento ecologista*, FrancoAngeli, Milano, 2000.
- Diani M., *Isole nell'arcipelago. Il movimento ecologista in Italia*, Il Mulino, Bologna, 1988.
- Donati P. R., "Dalla politica al consumo. La questione ecologica e i movimenti degli anni settanta", *Rassegna Italiana di Sociologia*, n. 3, 1989.
- Durkheim É., *Le regole del metodo sociologico. Sociologia e filosofia*, Edizioni di Comunità, Torino, 1979.
- French H., *Ambiente e globalizzazione. Le contraddizioni tra neoliberismo e sostenibilità*, Edizioni Ambiente, Milano, 2000.

- Finocchiaro E., "L'uomo e lo spazio costruito nella ricerca socio ambientale", *Sociologia. Rivista di Scienze Sociali*, n. 1, 1986.
- Finocchiaro E., "Scienze sociali e questione ambientale", *Sociologia. Rivista di Scienze Sociali*, n. 2, 1992.
- Fitoussi J., *La democrazia ed il mercato*, Feltrinelli, Milano, 2004.
- Foucault M., *Le parole e le cose. Un'archeologia delle scienze umane*, Rizzoli, Milano, 1967.
- Geertz C., *Interpretazione di culture*, Bologna, Il Mulino, Bologna, 1987.
- George S., *Il debito del terzo mondo*, Edizioni del Lavoro, Roma, 1989.
- George S., *Fermiamo il Wto*, Feltrinelli, Milano, 2002.
- Gesualdi F., *Manuale per un consumo responsabile. Dal boicottaggio al commercio equo e solidale*, Feltrinelli, Milano, 1999.
- Giovannini F. (a cura di), *Le culture dei Verdi. Un'analisi critica del pensiero ecologista*, Edizioni Dedalo, Bari, 1987.
- Giovannini F. (a cura di), *Le radici del verde. Saggi critici sul pensiero ecologista*, Edizioni Dedalo, Bari, 1991.
- Goffman E., *La vita quotidiana come rappresentazione*, Il Mulino, Bologna, 1995.
- Goldschmidt B., *Il nucleare - Storia politica dell'energia nucleare*, Liguori, Napoli, 1986.
- Grove R. H., "Origin of Western Environmentalism", *Scientific American*, 267.
- Guidicini P. e Sgroi E. (a cura di), *Valori, territorio, ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1997.
- Heinrich Boll Foundation, *The Jo'burg Memo, Fairness in a Fragile World. Memorandum for the World Summit on Sustainable Development*, 2002 (ed. it., *The Jo'burg Memo. Ecologia: un nuovo colore della giustizia*, EMI, Bologna, 2002).
- Höfle V., *Filosofia della crisi ecologica*, Einaudi, Torino, 1992.
- Jonas H., *Das Prinzip Verantwortung*, Insel Verlag, Frankfurt am Main, 1979 (ed. it., *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà tecnologica*, Einaudi, Torino, 1990).
- Jonas H., *Sull'orlo dell'abisso*, Einaudi, Torino, 2000.
- Just A., *Ritornate alla natura*, Sperling, Milano, 1907.
- Lafay G., *Capire la globalizzazione*, Il Mulino, Bologna, 1998.
- Lasch C., *Il paradiso in terra. Il progresso e la sua critica*, Feltrinelli, Milano, 1992.
- Leone U., *Per una politica dell'ambiente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1996.
- Lewanski R., *Governare l'ambiente*, Il Mulino, Bologna, 1997.
- Martinelli F. (a cura di), *I sociologi e l'ambiente. Teorie concetti metodi e ricerche*, Bulzoni, Roma, 1989.
- Martinelli F., *Mobilizzazioni per il verde e opinioni sull'ambiente. I cittadini dei quartieri di Roma*, Liguori, Napoli, 1991.
- Martinez Alier J., *The Social Perception of Some International Externalities. Conference "Public Uncertainty and Social Communication"*, M.S.H. Paris 24/25, January 1997.
- Martinotti G., (a cura) *La dimensione metropolitana*, Il Mulino, Bologna, 1999.
- Max-Neef M., "Development and human needs", in Ekins P. e Max-Neef M. (a cura di), *Real Life Economics – Understanding Wealth Creation*, Routledge, London, 1992.

- Morin E., *Il metodo. L'identità umana*, Cortina Editore, Milano, 2002.
- Moro G., *Ambiente Consenso Decisione. Interpretazione sociologica dell'impatto ambientale*, FrancoAngeli, Milano, 1992.
- Nobile M., *Merce-natura ed ecosocialismo*, Erre Emme, Roma, 1993.
- Osti G., “‘Il richiamo della foresta’. Interpretazioni sociologiche dell’attrazione verso la natura”, in Guidicini P. e Sgroi E. (a cura), *Valori, territorio, ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1997.
- Osti G., *Il turista popolare e il turista colto. Indagine nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Folterona e Campigna*, Editur, Roma, 1999.
- Osti G., *La natura in vetrina. Le basi sociali del consenso per i parchi naturali*, FrancoAngeli, Milano, 1992.
- Osti G., *La natura, gli altri la società. Il terzo settore per l’ambiente in Italia*, FrancoAngeli, Milano, 1998.
- Pellizzoni L. e Osti G., *Sociologia dell’ambiente*, Il Mulino, Bologna, 2003.
- Pepper D., *The Roots of Modern Environmentalism*, Broom Helm, London, 1984.
- Pieroni O., *Fuoco acqua terra e aria. Lineamenti di sociologia dell’ambiente*, Carrocci, Roma, 2002.
- Poli C. (a cura di), *Etica ambientale teoria e pratica*, Guerini, Milano, 1994.
- Rawls J., *Giustizia come equità. Una riformulazione*, Feltrinelli, Milano, 2002.
- Rodrik D., “Development Strategies for the Twenty-First Century”, in Kohsaka A. (a cura di), *New Development strategies. Beyond the Washington Consensus*, Palgrave Macmillan, 2004.
- Rotolo F, Caldo C. e Benvenuti M., *Natura e Storia. Nord e Sud del mondo*, Palumbo, Palermo, 1988.
- Sachs W., *Ambiente e giustizia sociale. I limiti della globalizzazione*, Editori Riuniti, Roma, 2002.
- Savignano A. (a cura di), *Etica dell’ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1997.
- Schutz A., *Saggi sociologici*, UTET, Torino, 1979.
- Sen A., *Globalizzazione e libertà*, Mondadori, Milano, 2002.
- Sgroi E., *Mal di città. La promessa urbana e la realtà metropolitana*, FrancoAngeli, Milano, 1997.
- Shiva V., *Biopirateria. Il saccheggio della natura e dei saperi indigeni*, Cuen, Napoli, 1999.
- Shiva V., *Monocoltura della mente*, Bollati Boringhieri, Torino, 1995.
- Shiva V., *Le guerre dell’acqua*, Feltrinelli, Milano, 2003.
- Shiva V., *Il bene comune della terra*, Feltrinelli, Milano, 2006.
- Soros G., *Globalizzazione. Le responsabilità morali dopo l’11 settembre*, Ponte alle Grazie, Milano, 2002.
- Stefanizzi S., “Alle origini dei nuovi movimenti sociali. Gli ecologisti e le donne in Italia (1966-1973)”, *Quaderni di Sociologia*, n. 11, 1988, pp. 99-131.
- Stiglitz J. E., *La globalizzazione e i suoi oppositori*, Einaudi, Torino, 2002.
- Strassoldo R., “L’ambiente come limite e come risorsa nell’organizzazione sociale dello spazio”, *Studi di Sociologia*, n. 4, 1989.
- Strassoldo R., *Le radici dell’erba, Sociologia dei movimenti ambientali di base*, Liguori, Napoli, 1993.
- Suarez-Orozco M.M. e Qin-Hillard D.B. (a cura di), *Globalization. Culture and Education in the New Millenium*, University of California Press, Berkeley, 2004.
- Stiglitz J., *The Stiglitz Plan: From Doha to the Developing World*, Center for Global Development, 2004.

- Van de Veer D. e Pierce C., *The Environmental Ethics and Policy Book: Philosophy, Ecology, Economics*, Wadsworth Publishing Company, 1994.
- Vergati S. (a cura di), *Dimensioni sociali e territoriali della qualità della vita*, Eurroma, Roma, 1989.
- Viale G., *Un mondo usa e getta. La civiltà dei rifiuti e i rifiuti della civiltà*, Feltrinelli, Milano, 1994.
- Wallach L. e Sforza M., *WTO. Tutto quello che non vi hanno mai detto sul commercio globale*, Feltrinelli, Milano, 2000.
- World Trade Organization, *The Road to Doha and Beyond*, Geneva, 2002.

Economia e sostenibilità

- Barbier E.B., Burgess J.C. e Folke C., *Paradise Lost? The Ecological Economics of Biodiversity*, Earthscan Publications, London, 1994.
- Bresso M., *Per un'economia ecologica*, NIS, Roma, 1993.
- Brown L., Flavin C. e Postel S., *Un pianeta da salvare. Per un'economia globale compatibile con l'ambiente*, FrancoAngeli, Milano, 1992.
- Brown L.R. et al. (a cura di Bologna G.) *State of the World '00*, Edizioni Ambiente, Milano, 2000.
- Brown L.R., *Una nuova economia per la terra*, Editori riuniti, Roma, 2002.
- Caldecott J., *Hunting and Wildlife Management in Sarawak*, Iucn, Gland, 1988.
- Costanza R., Daly H.E. e Bartholomew J.A., *Goals, agenda, and policy recommendations for ecological economics*, Columbia University Press, New York, 1991.
- Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S. et al., "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature* 387, 1997.
- Dale A., *At the edge: sustainable development in the 21st century*, UBC Press, British Columbia, 2001.
- Daly H., *Steady-State Economics: the Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*, Freeman and Company, San Francisco, 1977 (ed. it., *Lo stato stazionario*, Sansoni, Firenze, 1981).
- Daly H.E. e Cobb John B. jr., *For the Common Good – Redirecting the Economy toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*, Beacon Press, Boston, 1994.
- David W. e Bateman P., *Economia ambientale*, Il Mulino, Bologna, 1994.
- Fillon F.L., Jacquemot A. e Reid R., *The Importance of Wildlife to Canadians*, Canadian Wildlife Service, Ottawa, 1985.
- Georgescu-Roegen N., "Inequality, Limits and Growth from a Bioeconomic Viewpoint", in *Review of Social Economy*, XXXV, 1977 (ed. it., in *Bioeconomia*, a cura di M. Bonaiuti, Bollati Boringhieri, Torino, 2003).
- Georgescu-Roegen N., *Energia e miti economici*, Bollati Boringhieri, Torino, 1998.
- Giovanelli F., Di Bella I. e Coizet R., *La natura nel conto. Contabilità ambientale: uno strumento per lo sviluppo sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano, 2000.
- Grinevald J., "Georgescu-Roegen, bioeconomia e biosfera", in Bonaiuti M. (a cura di), *Obiettivo decrescita*, EMI, Bologna, 2004.
- Hardin G., *Filters Against Folly: How to Survive Despite Economists, Ecologists and the Merely Eloquent*, Viking Press, New York, 1985.

- Hicks J.R., *Valore e capitale*, UTET, Torino, 1959.
- Jaffe H., *Progresso e nazione. Economia ed ecologia*, Jaca Book, Milano, 1990.
- Kelman S., *A che prezzo gli incentivi*, FrancoAngeli, Milano, 1988.
- Lanzavecchia C., *Il fare ecologico. Il prodotto industriale e i suoi requisiti ambientali*, Paravia, Torino, 2000.
- Madotto R., *L'Ecocapitalismo. L'ambiente come grande business*, Datanews, Roma, 1993.
- Malaman R. e Paba S., *L'industria verde*, Il Mulino, Bologna, 1993.
- Malthus T. R., *Essay on population, as it Affects the future improvement of society with remarks on the speculations of mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*, Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard, London, 1798.
- Martinez-Alier J., *Economia ecologica. Energia, ambiente, società*, Garzanti, Milano, 1991.
- McNeely J.A. et al., *Conservation the World's Biological Diversità*, Iucn, World Resources Institute, CI, Wwf-US, the World Bank, Washington, 1990.
- Musu I., *Introduzione all'economia dell'ambiente*, Il Mulino, Bologna, 2000.
- Myers N., "Tropical forest: Much more than stocks of wood", *Journal of Tropical Ecology*, 4.
- Myers N. e Myers N.J., *The Primary Source: Tropical Forest and Our Future*, W.W. Norton & Company, New York, 1994.
- Georgescu-Roegen N., *Energia e Miti Economici*, Bollati- Boringhieri, Torino, 1999.
- O'Connor J., "Verso un'economia politica della natura", in *Capitalismo Natura Socialismo*, marzo, 4, 1992.
- Pearce D., Barbier E. e Markandaya A., *Sustainable Development, Economics and Environment in the Third World*, Edward Elgar, Aldershot, 1990.
- Pearce D.W. e Turner Kerry R., *Economics of Natural Resources and the Environment*, Harvester Wheatsheaf, London, 1990.
- Pearce D. (a cura di), *Un'economia verde per il pianeta*, Il Mulino, Bologna, 1993.
- Pearce D. e Barde J.P (a cura di), *Valutare l'ambiente. Costi e benefici nella politica ambientale*, Il Mulino, Bologna, 1993.
- Pearce D.W., *Economics and Environment. Essay on Ecological Economics and Sustainable Development*, Edward Elgar, Aldershot, 1998.
- Perrings C., *Economics and Environment. A Theoretical Essay on the Interdependence of Economics and Environmental System*, Cambridge University Press, 1987.
- Pimental D., Wilson C., McCullum C. et al., "Economic and environmental benefits of diversity", *BioScience* 47, 1997.
- Prescott-Allen C. e Prescott-Allen R., *The First Resource: Wild Species in the North American Economy*, Yale University Press, New Haven, 1986.
- Quesnay F., *Tableau economique des physiocrates*, Calman Levy, Paris, 1969.
- Rist G., *Lo sviluppo. Storia di una credenza occidentale*, Bollati Boringhieri, Torino, 1997.
- Rostow W., *The Stages of Economic Growth. A Non-Communist Manifesto*, Cambridge University Press, Cambridge, 1960.
- Sachs W., *Archeologia dello sviluppo*, Macroedizioni, San Martino di Sarsina, 1992.

- SCEP (Study of Critical Environmental Problems), *Man's Impact on the Global Environment*, MIT Press, 1971.
- Sen A., *Sviluppo e libertà*, Mondadori, Milano, 2000.
- Turner R.K., Pearce D.W. e Bateman I., *Economia ambientale*, Il Mulino, Bologna, 1998.
- United Nations, *Declaration for the Establishment of a New International Economic Order*, G.A. Resolution n° 3201/S-VI, 1 May 1974.
- United Nations, *Integrated Environmental and Economic Accounting*, United Nations, New York, 1993.
- Woodwell G., "Short-circuiting the Cheap Power Fantasy", *Natural History*, October, 1974.
- World Resources Institute, *World Resources 1998-99*, Oxford University Press, London, 1998.
- Wuppertal Institut, *Verso un'Europa sostenibile*, Maggioli, Rimini, 1995.

Educazione ambientale

- Aa.Vv., *A scuola di Luna*, Macro edizioni, Torino, 1998.
- Aa.Vv., *Verso una società sostenibile. Guida sperimentale di orientamento per gli insegnanti delle scuole medie superiori*, Giunti, Firenze, 2003.
- Aa.Vv., *L'Europa Sostenibile ha bisogno di educazione*, Quaderni INFEA Emilia-Romagna 6, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2005.
- Abele L. (a cura di), *Tre, quattro, cinque, ...pronti, via. L'educazione ambientale nella scuola di infanzia*, Consorzio Pracatinat, Finestrelle (To), 2000.
- APAT, Gruppo CIFE (a cura di), *Linee guida per l'educazione ambientale nel sistema agenziale*, APAT, Roma, 2005.
- APAT, Gruppo CIFE (a cura di), *L'educazione ambientale nelle agenzie per la protezione dell'ambiente*, APAT, Roma, 2004.
- Arendt H., *La vita della mente*, Il Mulino, Bologna, 1987.
- Assem stj e Wwf Italia, *Le energie rinnovabili sulla punta delle dita. Guida pedagogica. Sperimentare, osservare, comprendere per scegliere*, Mediatec diffusion, Roma, 2001.
- Beccastrini S. e Cipparone M. (a cura di), *Tutto è connesso. Voci, idee, esperienze per l'educazione, l'ambiente, la sostenibilità*, ARPA Sicilia, Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome, Ministero dell'Ambiente, Palermo, 2005.
- Bertacci M., *Fare ecologia nella scuola elementare*, Giunti e Lisciani editori, Teramo, 1989.
- Bertacci M. (a cura di), *Una rete di scuole per lo sviluppo sostenibile*, Quaderni INFEA Emilia-Romagna 2, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2004.
- Bertolini S. (a cura di), *Nuovi educatori ambientali /1, Il concorso dei saperi al Master in Educazione Ambientale*, Quaderni INFEA Emilia-Romagna 3, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2005.
- Bertolini S. (a cura di), *Nuovi educatori ambientali /2, Esperienze seminariali nel Master in Educazione Ambientale*, Quaderni INFEA Emilia-Romagna 4, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2005.
- Bianchi E. e Perussia F., *Bibliografia sulla percezione dell'ambiente*, Unicopli, Milano, 1980.

- Borgarello G. e Zobel B., *Educazione e sviluppo sostenibile, linee di evoluzione dell'Educazione Ambientale in direzione di un'educazione e formazione orientate allo sviluppo sostenibile*, Formazione Ambiente, ottobre/dicembre, 1996.
- Borgarello G., "Il senso di fare educazione ambientale oggi", in Borgarello G. et al. (a cura di), *Condividere mondi possibili. Formazione, management di rete e sviluppo sostenibile*, Regione Umbria, Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome, Ministero dell'Ambiente, Perugia, 2005.
- Brunello S., *Gregory Bateson. Verso una scienza ecogenetica dei sistemi viventi*, Padova, GB, 1992.
- Capelli A. e Lorenzoni F., *La nave di Penelope*, Giunti, Firenze, 2002.
- Carillo L. (a cura di), *Ambiente e culture*, Consorzio Pracatinat, Finestrelle (To), 2004.
- Carnevale V., *I sentieri della sostenibilità. Percorsi, tecnologie e didattiche per l'educazione ambientale*, Aracne, Roma, 2005
- Cipparone M. (a cura di), *Sillabario della Biodiversità. Spunti e proposte per educare al futuro*, ARPA Sicilia, Palermo, 2006.
- Cogliati Dezza V. *Alcuni problemi dell'educazione ambientale*, in www.umini.it.
- Conserva R., *La stupidità non è necessaria: Gregory Bateson, la natura e l'educazione*, La Nuova Italia, Scandicci, 1996.
- CRIDEA, Regione Umbria, *Verso una società sostenibile. Guida sperimentale di orientamento per gli insegnanti delle scuole medie superiori*, Giunti progetti educativi, Firenze, 2003.
- Delors J., *Nell'educazione un tesoro. Rapporto della Commissione Internazionale sull'Educazione per il Ventunesimo Secolo*, Unesco, Armando, Roma, 1996.
- Devall B. e Sessions G., *Deep Ecology: Living as if Nature Mattered*, Gibbs M. Smith, Salt Lake City, 1985 (ed. it., *Ecologia Profonda. Vivere come se la natura fosse importante*, Edizioni Gruppo Abele, Torino, 1989).
- Dolci D., *La struttura maieutica e l'evolerci*, La Nuova Italia, Scandicci, 1996.
- Douglas M., *Credere e pensare*, Il Mulino, Bologna, 1994.
- Elliot, J., *Environmental Education: on the way to a sustainable future. Report on International Conference*, ENSI, Linz (Austria), 1998.
- Falchetti E. e Caravita S., *Per una ecologia dell'educazione ambientale*, Scholé Futuro, Torino, 2005.
- Fox Keller E., *In sintonia con l'organismo*, La Salamandra, Milano, 1987.
- Frabboni F., Gavioli G. e Vinello G., *Ambiente s'impara*, FrancoAngeli, Milano, 1998.
- Frabboni F., *Ambiente e educazione*, Laterza, Roma-Bari, 1990.
- Frabboni F., Bonfanti P., Guerra L., e Sorlini C., *Manuale di educazione ambientale*, Laterza, Roma-Bari, 1993.
- Geymonat L., *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, vol. I, Garzanti, Milano, 1970.
- Global Forum di Rio, *La Carta della Terra. Il manifesto dell'ambientalismo planetario*, ISEDI, UTET, Torino, 1993.
- Goleman D., *Intelligenza Emotiva*, Bur, Milano, 1999.
- Heidegger M., *L'abbandono*, Il Melangolo, Genova, 1989.
- Husserl E., *La crisi delle scienze europee*, Il Saggiatore, Milano, 1972.
- Kelley-Lainé K., "Environmental Education and Sustainable Development: trends in member countries", in OECD, *Sustainable Development. OECD Policy approaches for the 21st Century*, OECD, Paris, 1997.

- Kirschenbaum H. e Henderson V.L., *Carl Rogers: Dialogues. Conversations with Martin Buber, Paul Timmich, B.F. Skinner, Gregory Bateson, Michael Polany, Rollo May and Others*, Boston, Houghton Mifflin Company, 1989.
- Komenskij J., *Didactica Mgna*, Armando, Roma, 1978.
- Longo C., *Didattica della biologia*, La Nuova Italia, Scandicci, 1998.
- Lorenzoni F., *L'ospite bambino*, Edizioni EraNuova, Perugia, 2002.
- Lorenzoni F., *Con il cielo negli occhi. Imparare a guardare lo spazio e il tempo*, Marcon Gruppo Editoriale, Città di Castello, 1991.
- Luhmann N., *Comunicazione ecologica*, FrancoAngeli, Milano, 1990.
- Manghi S., *Il gatto con le ali. Ecologia della mente e pratiche sociali*, Feltrinelli, Milano, 1990.
- Manghi S. (a cura di), *Attraverso Bateson*, Cortina Editore, Milano, 1998.
- Maturana H. e Varela F., *The Tree of Knowledge*, Shambhala, Boston, 1987 (ed. it., *L'albero della conoscenza*, Garzanti, Milano, 1987).
- Morin E., *La testa ben fatta*, Cortina Editore, Milano, 2000.
- Morin E., *I sette saperi necessari all'educazione del futuro*, Cortina Editore, Milano, 2001.
- Mortari L., *Abitare con saggezza la terra. Forme costitutive dell'educazione ecologica*, FrancoAngeli, Milano, 1994.
- Mortari L., *Per una pedagogia ecologica. Prospettive teoriche e ricerche empiriche sull'educazione ambientale*, La Nuova Italia, Scandicci, 2001.
- Naess A., "The shallow and the Deep, Long-Range Ecology Movement. A Summary", in *Inquiry*, XVI, 1973, n. 1.
- OECD-CERI, *Environment, school and active learning*, OECD, Paris, 1991.
- OECD-CERI, *Environmental Learning for the 21st Century*, OECD, Paris, 1995.
- Persi R., *L'ambiente e scuola- processi formativi e approcci metodologici*, FrancoAngeli, Milano, 2003.
- Perticari P., *Attesi imprevisti. Uno sguardo ritrovato su difficoltà di insegnamento/apprendimento e diversità delle intelligenze a scuola*, Bollati Boringhieri, Torino, 1996.
- Perussia F., *Pensare Verde. Psicologia critica della ragione ecologica*, Guerini, Milano, 1989.
- Realacci E. (e altri), *Manuale verde - ciò che puoi e devi fare contro gli inquinamenti*, Mondadori, Milano, 1989.
- Riotta F. e Sacchi G.C., Tamburini P. (a cura di), *Dal piano di azione ambientale alla proposta educativa*, Quaderni INFEA Emilia-Romagna 1, Regione Emilia-Romagna, Bologna, 2003.
- Rousseau J.J., *Emilio o Dell'educazione*, Mondadori, Milano, 1997.
- Schnack, K., Internationalism, democracy and environmental education, in Breiting S., Nielsen K., *Environmental Education Research in the Nordic Countries*, The Royal Danish School of Educational Studies, Copenhagen, 1996.
- Semeraro R., *Educazione ambientale-ecologia istruzione*, FrancoAngeli, Milano, 1998.
- Spadaro M., *Il Brasile è un aquilone. Intercultura tra sogno e realtà: la storia di un'esperienza educativa*, MCE, Edizioni Junior, Azzano San Paolo (Bg), 2004.
- Unesco, *Trends in environmental education*, Paris, 1977.
- Unesco, *Final Report*, Tblisi Conference, 1977.
- Unesco, *Intergovernmental Conference on Environmental Education*, Tblisi, Georgia, 1977.

- Unesco, *International Strategy for action in the field of Environmental Education and Training for the 1990s*, Mosca, 1987.
- Unesco, *Nell'educazione un tesoro. Rapporto all'Unesco della commissione Internazionale sull'Educazione per il Ventunesimo Secolo*, Armando, Roma, 1996.
- United Nations, *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment*, Stockholm, 1972.
- Whitehead A.N., *Process and Reality*, Macmillan, New York, 1929 (ed. it., *Il processo e la realtà. Saggio di cosmologia*, Ed. Gruppo Abele, Torino, 1987).
- Winnicott D.W., *Gioco e realtà*, Armando, Roma, 2002.