

# **L'AMBIENTE E LA FORMAZIONE SCOLASTICA**

**Corso annuale in otto lezioni di due ore cadauna**

**A cura di  
Emanuele Davia e Fabio Manzione**

**Anno 2003**

## **SOMMARIO**

### **L'ambiente e la formazione scolastica**

#### **Premessa**

#### **Motivazioni iniziali e linee di indirizzo**

#### **Elementi didattici di supporto**

#### **L'AMBIENTE - Significato reale e profondo del termine riferito alla natura**

Il concetto di ambiente  
 Evoluzione del concetto scientifico di "ambiente"  
 L'uomo e l'ambiente naturale e artificiale  
 Ambiente naturale e ambiente artificiale  
 Ecosistemi naturali e artificiali a confronto  
 L'esigenza di un approccio interdisciplinare all'ambiente  
 Riduzionismo e complessità  
 Il contributo di alcune scienze alle problematiche ambientali  
 Scienze sociali e ambiente  
 Economia e ambiente  
 Ambiente e salute  
 Ambiente esterno – Ambiente interno  
 Dalla biosfera all'antroposfera, alla noosfera  
 Ecologia umana  
 Basi per un'educazione ispirata ai principi ecologici  
 Bibliografia

#### **Prima lezione**

#### **L'AMBIENTE COME SISTEMA**

Definizione di sistema complesso  
 Il concetto di ecosistema (o sistema ecologico)  
 L'ecologia cerca di stabilire le leggi della natura  
 I contributi dell'ecologia alle altre scienze  
   L'ottica spazio-temporale  
   Stabilità e mutamento  
   Organizzazione gerarchica  
   I sistemi naturali sono omeostatici  
   Cooperazione  
   Competizione  
 Importanza dello sviluppo ecosistemico e della teoria dell'evoluzione della biosfera per l'ecologia umana

## **Seconda lezione**

### **GLI EQUILIBRI AMBIENTALI**

Equilibrio ecologico e adattamento

Quando l'equilibrio esistente in un ecosistema può venire sconvolto

Per quali ragioni l'uomo sconvolge l'ambiente

Il complesso meccanismo del clima: l'equilibrio Terra – atmosfera

Effetti delle attività antropiche sull'atmosfera

Effetto serra

Buco dell'ozono

Piogge acide

Strategie per il riequilibrio del rapporto uomo-ambiente

Ricostituire gli equilibri ambientali

Bibliografia

## **Terza lezione**

### **I PRINCIPALI AMBIENTI TERRESTRI E MARINI**

Fattori fisici e chimici

I principali biomi della biosfera

Le aree temperate e glaciali dell'emisfero settentrionale

Le regioni polari

La tundra

La taiga

Le foreste temperate

Praterie e steppe

Le regioni mediterranee

Le zone aride e sub-aride

La savana

Le aree tropicali e sub tropicali

Le foreste pluviali equatoriali

Le variazioni nella flora e nella fauna in rapporto alle quote altimetriche e alle profondità marine

La montagna

Gli oceani, le correnti ed i cicli climatici

I mari interni

I laghi e i corsi d'acqua

## **Quarta lezione**

### **IL RAPPORTO TRA L'UOMO E L'AMBIENTE**

### **NEL CORSO DEI SECOLI E DEI MILLENNI**

La soglia di sopportabilità ambientale delle attività umane

La metà del secolo ventesimo come punto di rottura di molti equilibri ambientali

L'inquinamento dell'aria

L'inquinamento dei suoli

L'inquinamento dei mari (naufragio di petroliere, immissione di rifiuti tossici e non degradabili dei corsi d'acqua, dagli insediamenti rivieraschi e direttamente dalle imbarcazioni)

La distruzione delle foreste tropicali ed equatoriali

L'impoverimento della biodiversità

L'effetto a cascata dei fenomeni di degrado, in continua progressione  
Inquinamento

## **Quinta lezione**

### **LE TRE CONVENZIONI GLOBALI DELLE NAZIONI UNITE**

Convenzione sui cambiamenti climatici

*Scheda Convenzione*

*Scheda Protocollo di Kyoto*

*Riquadro – Mutamenti climatici – L'effetto serra*

*Riquadro – Cambiamento climatico globale*

*Riquadro – Cambiamenti biogeochimici*

*Lettura - La febbre del pianeta*

*Scheda – Effetto serra: responsabilità dei “potenti” e spiragli di apertura*

*Riquadro – Rapporto IPCC: le tecnologie esistono, basta applicarle*

La biodiversità

*Biodiversità e salute umana*

*Riquadro - La crisi della biodiversità*

*XX secolo: nasce la coscienza della conservazione*

*Gli organismi geneticamente modificati (OGM)*

La desertificazione

*L'azione delle Nazioni Unite*

*Lettura – Vox clamans in desertum*

*Scheda – Il sistema Vallerai*

*Riquadro – La stanchezza della terra*

*Bibliografia*

Le tre Convenzioni nel sistema legislativo italiano: note introduttive e commenti

## **Sesta lezione**

### **L'AMBIENTE E LA POPOLAZIONE MONDIALE**

Introduzione

Ambiente e densità di popolazione

Situazione buona o ottimale: Canada, Scandinavia, Nuova Zelanda

Situazione preoccupante: Europa occidentale, Europa orientale, U.S.A., Asia, Australia

Situazione grave: Siberia, Cina, India e Sud-est asiatico, Africa, America latina

## **Settima lezione**

### **DEGRADO AMBIENTALE: CAUSE ANTROPICHE**

Combustione degli idrocarburi

Abbattimento ed incendi delle foreste

Prodotti residuali delle lavorazioni industriali

Rifiuti degli insediamenti urbani

Prodotti chimici in eccesso per l'agricoltura intensiva

Allevamenti intensivi in terreni aridi e sub-aridi

Disordini idrogeologici: cause ed effetti

*Possibili azioni correttive:*

Fonti energetiche alternative (eoliche, marine, solari, da biomasse e da fossili preventivamente trattati, ecc.)

Aiuti compensativi per evitare la deforestazione

La concimazione organica e le produzioni biologiche

La raccolta differenziata dei rifiuti, il loro riciclaggio e la ricollocazione in natura dei residui inerti

Rinuncia a comportamenti collettivi, stradali, edilizi, turistici, forestali, ecc. dannosi agli ecosistemi

## **Ottava lezione**

### **L'AMBIENTE E LA SOCIETÀ**

I vincoli esistenti e le difficoltà di cambiare

Pressioni sull'ambiente

Consumi e società

Conseguenze umane ineguali del danno ambientale

Le istituzioni internazionali

- l'ONU e le sue Agenzie

- l'Unione europea

Le istituzioni internazionali di fronte ai problemi ambientali

Le finanze, l'industria, i commerci, la logica del profitto e la globalizzazione

La scienza ed il progresso correttamente intesi

Il ruolo e la responsabilità della cultura, della formazione scolastica, dei movimenti e delle associazioni della società civile.

## **CONCLUSIONI**

### **Allegati**

#### **LE TRE CONVENZIONI GLOBALI DELLE NAZIONI UNITE**

La Convenzione sui cambiamenti climatici

La Convenzione sulla biodiversità

La Convenzione contro la desertificazione

## **L'AMBIENTE E LA FORMAZIONE SCOLASTICA**

### **Corso annuale di otto lezioni di due ore cadauna**

#### **Metodologia**

- Ad approvazione avvenuta il corso potrà essere iniziato, nello stesso anno, in tutte le classi del secondo ciclo, dalla prima alla quinta, contemporaneamente.
- Nel caso limite in cui inizierà ad essere applicato al quinto anno, il corso, ovviamente, si esaurirà in un anno solo.
- Per le classi precedenti, dopo l'approccio generale del primo anno, negli anni successivi i temi verranno ripresi per un approfondimento progressivo.
- Il corso quindi avrà la stessa struttura, ma approfondimenti differenti a seconda del livello culturale e critico di ciascuna classe.

Durante l'anno scolastico lo svolgimento delle due ore mensili di lezione potrebbe avvenire come segue:

1° ora - lettura e commento collettivo dei cinque o sei migliori articoli scritti dagli studenti e scelti dall'insegnante, sull'argomento trattato nella lezione precedente ; articoli che verranno consegnati dagli studenti entro 15 giorni dalla trattazione;

2° ora - trattazione di un nuovo argomento, con l'ausilio del testo del corso e di altro materiale didattico, come giornali, riviste testi e documenti e apertura su di esso di una discussione collettiva.

Gli otto articoli scritti da ciascun studente lungo l'anno scolastico, con le singole valutazioni ed il giudizio finale espressi dall'insegnante, costituiranno la sua "dote" a testimonianza del grado di apprendimento acquisito in tema ambientale.

I giudizi conseguiti in questa materia potranno poi confluire con quelli ottenuti nelle altre materie per la definizione del profilo complessivo di ciascun studente.

---

## L'AMBIENTE E LA FORMAZIONE SCOLASTICA

Con l'approvazione del Presidente della Repubblica delle norme di attuazione del secondo ciclo del sistema educativo di istruzione e formazione professionale, si è posta per noi l'esigenza di un approfondito esame del testo sull'ambiente e la formazione scolastica, da noi a suo tempo preparato, per accertarne la compatibilità e valutarne l'aderenza a tali norme.

Le linee guida per giungere ad una valutazione che sia completa e veritiera devono essere tali da rispondere esaurientemente ai seguenti quesiti :

- A ) **La conoscenza degli elementi fondamentali riguardanti l'ambiente è per tutti, ma in particolare per i giovani, una esigenza primaria ?  
O si tratta invece soltanto di un importante corredo culturale?  
Oppure deve essere considerato un bagaglio nozionistico accessorio ?**
- B) **L'insegnamento di questa materia rientra negli indirizzi generali della legge ?**
- C) **Il corso proposto può comportare particolari difficoltà di attuazione vuoi sotto l'aspetto organizzativo o metodologico oppure didattico ?**
- D) **L'efficacia delle argomentazioni contenute nel testo nonché la pronta assimilazione degli assunti da parte degli studenti, può essere resa maggiore con opportuni accorgimenti tipografici di supporto ?**

Dalla nostra analisi derivano le risposte conclusive che seguono.

A) Ci sembra opportuno e pertinente citare, a questo proposito, le prime frasi con cui inizia il capitolo introduttivo "Motivazioni iniziali e linee d'indirizzo" del testo da noi preparato.

*"Coloro che si preparano ad entrare nella vita attiva e si pongono il problema di come orientare la loro futura attività professionale è bene sappiano che **il mondo di domani sarà molto diverso da quello di oggi**. Questa affermazione che è all'apparenza banale e che è stata valida in ogni tempo, è oggi particolarmente attuale in considerazione dell'accelerazione dei mutamenti in atto in ogni settore, **ma soprattutto per ciò che riguarda l'ambiente in cui viviamo**".*

Se questa affermazione è veritiera, risulta allora essenziale per tutti, ma soprattutto per i giovani, possedere gli elementi di base per comprendere tali mutamenti e prepararsi ad essi al fine di **adottare i comportamenti più opportuni ed evitare di commettere errori sia a livello personale, che professionale o sociale.**

Oggi ciascuno di noi è posto di fronte a **problemi del tutto nuovi**, come quello ad esempio di valutare la validità o la convenienza dell'adozione **nelle cure mediche o nell'alimentazione** degli organismi geneticamente modificati ; oppure quali tipi di prodotti agricoli acquistare o anche quali tipi di mezzi di trasporto preferire, ecc. ecc.

Vi sono poi anche problemi riguardanti il campo professionale. Nella scelta degli indirizzi da adottare è indispensabile tenere conto dei mutamenti progressivi in atto in tutti i settori.

Ad esempio **in agricoltura** sotto il profilo idraulico, climatico, pedologico, delle operazioni colturali ecc. ecc.

**Nei settori industriali**, per aderire alle nuove normative volte ad eliminare o quanto meno contenere l'inquinamento dell'aria (accordi di Kyoto), dei suoli e delle acque causati dall'abbandono dei rifiuti di lavorazione; nell'uso dell'acqua, dell'energia elettrica ecc. ecc.

**Nel settore edilizio e stradale**, già ora, ma sempre più in futuro si moltiplicheranno le misure da

adottare per tenere conto delle mutate condizioni in cui operare (subsidenza dei suoli, diversa stabilità delle pendici, pericoli alluvionali ecc.)

**Nel settore turistico** per sempre possibili eventualità di inquinamento delle acque dolci e marine, dell'aria e dei suoli.

**A livello collettivo** è significativo, ad esempio, che nelle città e più in generale nell'intero territorio nazionale, si riesca a stento ad effettuare la raccolta differenziata dei rifiuti per poche decine percentuali rispetto al totale, quando in altre realtà i risultati economici della raccolta differenziata totale, non solo coprono i costi di tale raccolta, ma addirittura generano utili. Ciò evidentemente dipende da una diversa e maggiore consapevolezza e responsabilità sia degli operatori che della collettività. E ciò a danno delle collettività stesse che sottraggono a se stesse fondi che potrebbero più utilmente essere destinati a impieghi più produttivi, come la sanità o l'istruzione, anziché essere assorbiti dalla raccolta indifferenziata.

Anche **a livello sociale** un più elevato grado di informazione e sensibilità ambientale è molto importante. Ad esempio nel sapere valutare per tempo i problemi che possono derivare gradualmente, ma inesorabilmente, tanto in campo nazionale che internazionale, dalla distruzione continuata delle risorse naturali, come gli incendi di boschi, di foreste o, peggio ancora, di intere aree geografiche forestale, depauperazione e pesante sfruttamento ittico dei mari, inquinamento generalizzato di acque, aria e suoli ecc.

L'elencazione di casi e sottocasi come quelli citati potrebbe continuare ancora a lungo, ma la situazione generale può essere sintetizzata con una sola considerazione: **una società che non possiede le informazioni di base e la consapevolezza delle mutate condizioni ambientali, continua a comportarsi come vivesse in un ambiente naturale che non esiste più; con tutte le disastrose conseguenze sanitarie, di sicurezza, economiche e sociali che facilmente si possono immaginare.**

**B)** Gli indirizzi guida della legge sono contenuti, per quanto riguarda il tema specifico, nei seguenti punti:

Capo I – Art. 1.

Comma 1 – “Il secondo ciclo del sistema educativo di istruzione e formazione .....omissis.....è il secondo grado in cui si realizza, in modo unitario il diritto dovere all'istruzione e alla formazione di cui al decreto legislativo 15 Aprile 2005 n°76”.

Comma 5 – “I percorsi.....omissis..... si propongono il fine comune di promuovere l'educazione alla convivenza civile, la crescita educativa, culturale e professionale dei giovani, attraverso il sapere, il saper essere, il saper fare e l'agire e la riflessione critica su se stessi, nonché di incrementare l'autonoma capacità di giudizio e **l'esercizio della responsabilità personale e sociale curando anche l'acquisizione delle competenze e l'ampliamento delle conoscenze, delle abilità, delle capacità e delle attitudini relative alle nuove tecnologie.....ecc.**”.

Capo II – Art. 2

Comma 1 - I percorsi liceali forniscono allo studente gli strumenti culturali e metodologici per una comprensione approfondita ed elevata dei temi legati alla persona ed alla società nella realtà contemporanea, affinché egli si ponga, con atteggiamento razionale, creativo, progettuale e critico, di fronte alla situazioni e ai suoi fenomeni ed ai problemi che la investono, ed acquisisca la padronanza di conoscenze, competenze, abilità e capacità, generali e specifiche, coerenti con le attitudini e le scelte personali, e le competenze adeguate all'inserimento nella vita sociale e nel mondo del lavoro.”

Va rilevato inoltre che le “Scienze naturali” ed in particolare la “Scienza della Terra”, risultano comprese tra le “Attività e insegnamento obbligatorio” per tutti i corsi di studio e precisamente: licei classico, economico, linguistico, musicale e coreutico, scientifico, delle scienze umane e tecnologico.

C)- E' bene chiarire subito che **il corso proposto non è finalizzato alla costruzione di formazioni professionali specifiche**, ma unicamente alla creazione di una coscienza etico-comportamentale “spendibile, come tutti gli altri aspetti della educazione civica e interpersonale, in ogni decisione e atteggiamento del vivere quotidiano.

Così, solo a titolo orientativo, le **linee e la trattazione** del corso posso essere in successione :

- I) **Informative**
- II) **Analitiche e di ricerca**
- III) **Di approfondimento critico**
- IV) **Di sintesi comportamentale**

E' però chiaro che i suddetti quattro “momenti” saranno presenti, seppure in diversa proporzione, fin dai primi approcci e dal primo anno.

In via preventiva il processo formativo ed il relativo profilo, come per le altre discipline, va deciso in ogni classe dal docente in accordo col Consiglio di Istituto e col Direttore didattico. Il corso dovrebbe anche essere inserito, a pieno titolo, nelle “indicazioni nazionali per piani di studio personalizzati PSP”, affinché le scuole ed i docenti possano cooperare con i ragazzi ed i genitori per un approccio alla materia che, in quanto prescelto, dia le migliori garanzie di una acquisizione critica e sentita da parte dei ragazzi.

Per quanto detto, anche se non strettamente necessario, sarebbe utile ed opportuno che lo stesso docente potesse seguire la sua classe per tutti gli anni del corso al fine di non interrompere un “discorso” che, mentre è teso all'acquisizione di un progressivo approfondimento della materia, fa tesoro e riferimento ai concetti e ai punti fermi già in precedenza trattati ed acquisiti.

Di ogni argomento che verrà trattato “le tre Convenzioni globali delle Nazioni Unite” danno un quadro di cui il manuale proposto fornisce (oltre al riferimento informatico ai testi integrali, che sono leggi dello Stato italiano) una chiave di lettura ed approfondimento che induce elementi per ulteriori indagini e ricerche (Internet – Manuali specializzati – Fonti istituzionali e private).

**E' evidente che la trattazione e l'approfondimento critico dovranno procedere, in ogni classe, parallelamente con i progressi raggiunti a livello culturale e critico ; per cui uno stesso argomento potrà essere trattato con prospettive ed intensità ogni volta diverse.**

La guida a questi corsi non necessita di una figura specifica di insegnante. Ogni tipo di formazione culturale che abiliti all'insegnamento di qualsivoglia materia dà luogo alle capacità necessarie e sufficienti per svolgere questo compito.

**Nel caso specifico è la sensibilità personale e la capacità di rappresentare con vivezza i temi ed i fenomeni generali evocati dal testo, rapportandoli alla esperienza quotidiana, che rappresentano le qualità didattiche più importanti ai fini di una maggior o minor efficacia espositiva e di coinvolgimento.**

Molto dipende dalla capacità dell'insegnante di scegliere, di volta in volta, i soggetti da trattare che abbiano la potenzialità di coinvolgere l'interesse degli studenti prendendo spunto dalle mille occasioni che l'attualità purtroppo quotidianamente non lesina (divieto di circolazione degli automezzi per gli elevati indici di inquinamento atmosferico; eccezionali fenomeni climatici al di fuori della norma; incendi boschivi e aumento conseguente della anidride carbonica nell'aria e quindi dell'effetto serra; estensione della desertificazione in Africa e sbarco di clandestini sulle

nostre coste ; alluvioni frane e smottamenti in zone deforestate e degradate ecc. ecc. ecc.).

**Così facendo la materia trattata diventa viva, legata strettamente all'esperienza quotidiana e locale di ciascuno studente ; invita al coinvolgimento ed alla discussione ; assume la sua vera connotazione di conoscenza utile e fondamentale per la comprensione di fenomeni vicini e lontani in cui siamo immersi e da cui, in definitiva, dipende la nostra esistenza.**

Al docente vengono richiesti equilibrio e saggezza per non sconfinare mai da fenomeni e da fatti certi a pura fantasia, illazione o esagerazione. Ma anche per non sottovalutare situazioni ed eventi che vanno collocati nel loro giusto livello dimensionale e nella loro corretta scala prioritaria

Per cui molta importanza riveste il criterio con cui verranno scelti i docenti: criterio che deve privilegiare, tra gli altri elementi, quello della volontarietà e del gradimento, se non dell'entusiasmo. Difficilmente il corso risulterà fruttuoso se condotto contro voglia o senza partecipazione personale dall'insegnante.

**Per quanto detto non si ravvisano particolari difficoltà di attuazione del corso, né sotto l'aspetto organizzativo, né per quello metodologico o didattico.**

**D) -** L'argomento, oggetto di trattazione del corso, riferendosi a fatti, eventi e fenomeni naturali, si presta come pochi altri a trarre supporto da immagini, grafici ed illustrazioni che ne ravvivino l'enunciazione e ne assicurino l'immediatezza della comprensione.

La veste editoriale finale, inoltre, usufruire di tutti gli accorgimenti offerti dalla moderna tecnica delle pubblicazioni ed il miglior uso delle diverse colorazioni per la sottolineatura dei passaggi salienti, per i percorsi concettuali, per i "piè di pagina" e dei box di supporto e quant'altro può essere fatto di comune accordo con la Casa Editrice.

**A lavoro di analisi completato ci sembra di poter affermare, a ragion veduta, che il testo da noi proposto "L'ambiente e la formazione scolastica" sia perfettamente aderente e compatibile con il decreto legislativo concernente le norme generali ed i livelli delle prestazioni che presiedono l'attuazione del secondo ciclo del sistema educativo di istruzione e formazione ai sensi della legge 28 marzo 2003 n°53.**

## PREMESSA

Alcuni problemi che l'umanità si trova oggi ad affrontare richiedono un cambiamento profondo delle abitudini e dei comportamenti dell'uomo dal momento che da questi traggono origine.

I problemi ambientali rientrano proprio in questa categoria: al centro delle prospettive del XXI secolo vi dovrebbe essere la riduzione del carico imposto dall'uomo all'ambiente.

Al di là dei più gravi episodi di alterazione (Seveso, Bhopal, Chernobyl) che hanno minacciato anche la salute dell'uomo - episodi che sono stati motori per il cambiamento nelle tecnologie, nella legislazione e nella presa di coscienza da parte dell'opinione pubblica - resta il problema di far capire che al di là di queste catastrofi locali esiste una più grave ed ampia problematica.

L'inquinamento diffuso delle acque, dell'aria, dei suoli, dei mari, delle città, delle campagne, una malattia cronica che non scuote dall'apatia noi cittadini e che ci relega, quasi sempre a nostra insaputa, nelle scomodi vesti di vittime più o meno inconsapevoli di malattie che traggono la loro origine dagli sconvolgimenti ambientali che abbiamo creato e che ci privano dei tesori più preziosi che ci è dato avere: la salute e la vita.

L'uomo "creatore" di guai ambientali? Purtroppo sì: nonostante il progresso scientifico e tecnologico degli ultimi due secoli la nostra conoscenza e soprattutto le modalità e le finalità d'uso delle risorse naturali restano quelle predatorie dell'uomo primitivo.

Fortunatamente le chiavi d'accesso ai fondamenti della vita sulla Terra sono ancora saldamente in mano alla Natura anche se stiamo facendo di tutto per manipolare anche quelle.

Malgrado gli sforzi fatti non siamo ancora riusciti a creare dal nulla una cellula funzionante, non siamo riusciti a riprodurre su scala industriale quel grande processo fisiologico racchiuso nelle piante che è alla base della vita (la fotosintesi), raramente riusciamo a modificare favorevolmente i complessi sistemi ecologici, con difficoltà riusciamo a dominare gli impulsi del nostro cervello, raramente riusciamo a sviluppare società rette da principi di saggezza e giustizia, continuiamo ad usare violenza e prevaricazione nella risoluzione dei conflitti personali, sociali ed internazionali.

La tutela dell'ambiente è dunque un problema che investe tutti, ma quando si cercano soluzioni praticabili ci sono forti divisioni. Salvaguardare l'ambiente, supportandosi su solide basi conoscitive, rappresenta oggi un compito che richiede sempre più un "consenso informato" di tutte le parti in causa.

Nella questione ambientale è prioritario conoscere i fatti dal punto di vista scientifico, basandosi su osservazioni e dati sperimentali. L'ecologia è infatti una scienza dell'ambiente che si basa prima di tutto sulla ricerca e sull'analisi scientifica.

Un ruolo fondamentale riveste anche la divulgazione delle notizie attraverso i mass media, perché un'informazione non corretta può indurre nell'opinione pubblica allarmismi ingiustificati e false certezze. E' bene infatti per tutti saper distinguere tra problemi ambientali veri, che si basano su presupposti scientifici, e presunti, che invece innescano paure irrazionali.

Compito primario di una corretta informazione è infatti creare nell'opinione pubblica le basi culturali per comprendere e non per subire i messaggi scientifici e non, al fine di diventare partecipi dei processi decisionali.

Fondamentale è capire che noi stiamo “dentro la natura” e il nostro rapporto con essa è dinamico e dialettico. Infatti, grazie al nostro atteggiamento culturale, che ci porta spontaneamente ad esplorare e a conoscere, è stata possibile l'evoluzione umana.

Informarsi, approfondire, discutere, diffondere nuove idee e cercare di praticarle nella vita quotidiana è qualcosa che ciascuno di noi può fare senza problemi particolari e che può contribuire concretamente all'evoluzione della nostra coscienza e non solo.

Il substrato della nostra esistenza, la trama fragile che unisce l'umanità al pianeta che abitiamo e di cui così poco ci preoccupiamo, esige quindi, da parte nostra, una maggiore conoscenza. Conoscenza che amplia la nostra percezione della realtà, ne coglie i mutevoli lati non sempre a noi manifesti, l'arricchisce di sfumature, chiavi di lettura, la riempie di quel gusto della scoperta che inebria l'intelletto e stimola il piacere dei sensi.

Conoscenza che deve diventare anche coscienza, consapevolezza dei limiti necessaria per una convivenza pacifica e non distruttiva.

Per cercare di intravedere quale potrà essere il mondo di domani dobbiamo fare un profondo esame di coscienza e chiedere proprio a noi stessi quale mondo, quale società, quale avvenire vogliamo cercare di realizzare.

Sviluppare la coscienza vuol dire modificare la visione del mondo, il modo di pensare, di sentire, di agire e quindi ampliare l'ottica e l'etica dell'individuo, stimolandone la creatività e la capacità di sviluppare un “progetto” di vita degna di essere vissuta.

Se riusciremo a modificare i nostri atteggiamenti, i nostri comportamenti, i nostri modelli culturali che sinora hanno condizionato il nostro rapporto con la natura, saremo veramente in grado di vivere un futuro diverso, dove la nostra specie rispetterà la sua “casa”, la Terra.

Prendere coscienza della globalità dei problemi ambientali ci aiuta a favorire le scelte sostenibili nel territorio in cui viviamo, impegnandoci in piccoli gesti di risparmio e riutilizzo che devono diventare una scelta di vita, perché prendersi cura di una piccola parte della Biosfera significherà prendersi cura veramente di sé.

Come gli elementi della biosfera ognuno dei quali, anche il più piccolo, ha un ruolo determinante, tutti noi attraverso le scelte e il comportamento quotidiano possiamo fare molto per la Terra, per salvarla dai pericoli del degrado a cui in questi ultimi decenni sta andando incontro.

Ognuno di noi, presa coscienza delle problematiche ambientali, si deve sentire direttamente coinvolto e pronto a trattare la Terra con la stessa cura che presta alla propria casa, a renderla sempre più confortevole, accogliente e funzionale, sapendola condividere con tutti i suoi abitanti, con tutti gli esseri viventi.

La complessità dei problemi e la loro interdipendenza accomunano tutti i popoli della Terra. La sensazione di un destino comune può contemporaneamente promuovere la crescita della comprensione reciproca, della fratellanza, della pace, contribuendo ad abbattere i nazionalismi, i razzismi, gli egoismi tra i popoli sulla base di valori universali, riconosciuti anche se non sempre “incarnati” da tutti gli Stati.

Ed è di questo che abbiamo bisogno per vivere in modo saggio e responsabile su questo mondo interconnesso a livello globale ma così ricco e diversificato anche sotto il profilo sociale e culturale umano.

## MOTIVAZIONI INIZIALI E LINEE DI INDIRIZZO

Coloro che si preparano ad entrare nella vita attiva e si pongono il problema di come orientare la propria futura attività professionale è bene sappiano che il mondo di domani sarà molto diverso da quello di oggi.

Questa affermazione che è all'apparenza banale e che è stata valida per ogni tempo, è oggi particolarmente attuale in considerazione dell'accelerazione dei mutamenti in atto in ogni settore, ma soprattutto per ciò che riguarda l'ambiente in cui viviamo.

Mutamenti progressivi e rapidi si riscontrano nell'economia, nei sistemi di comunicazione, nei rapporti sociali, nelle scienze ecc. Essi sono certamente importanti e richiedono attenzione e preparazione adeguata per evitare di essere domani emarginati, ma al contrario per saper cogliere tempestivamente le nuove opportunità che si offrono. Una attenzione ancora maggiore però deve essere posta alle trasformazioni che stanno avvenendo nell'ambiente naturale, perché hanno in se la forza e la capacità di condizionare negativamente ogni iniziativa umana, far regredire la qualità della vita, fino a mettere in gioco la sopravvivenza stessa dell'umanità.

La natura, che fino alla metà del secolo scorso era sostanzialmente in equilibrio seppure in continua evoluzione dinamica e non presentava particolari problemi, ha iniziato da allora un processo sempre più rapido di trasformazione, causato dall'impatto di giorno in giorno più violento delle attività umane. Processo che allontana progressivamente il complesso degli equilibri naturali dalla primitiva situazione ottimale nella quale l'uomo e le altre specie viventi si sono evolute nel corso di milioni di anni.

I danni inflitti alla natura in questo ultimo mezzo secolo sono stati (e continuano ad essere) enormi e il degrado ambientale è in continuo progresso.

Il primo allarme fu dato nel 1977 da un certo numero di scienziati ed esperti tra i più preparati, in occasione della Conferenza che si tenne a Nairobi. Esso passò del tutto inascoltato. Successivamente, negli anni ottanta, l'ONU costituì una commissione di studi presieduta dal primo ministro norvegese Gro Harlem Brundtland, che alla fine dei lavori redasse un rapporto sull'ambiente, tradotto in tutte le lingue e intitolato "Our common future" (Il nostro comune futuro) nel quale, tra l'altro, si dice testualmente che se l'umanità non cambierà rapidamente i suoi comportamenti, le generazioni future malediranno la nostra per aver causato alla natura danni tanto gravi ed irreversibili ed aver compromesso in modo così pesante la qualità della vita.

Il nostro premio Nobel per la fisica Carlo Rubbia, già più di dieci anni or sono aveva lanciato un "allarme rosso sul pianeta Terra".

Le Nazioni Unite, visto che poco o nulla cambiava nei comportamenti distruttivi dei governi e delle popolazioni, ha promosso nel 1992 la Conferenza di Rio de Janeiro a cui hanno partecipato i governi di tutti i Paesi della Terra, con lo scopo di fare il punto della situazione sul degrado ambientale e individuare i rimedi più opportuni.

In quell'occasione, tra le altre iniziative, sono state definite tre Convenzioni globali che sono state controfirmate da più di 150 Paesi e riguardano misure per la salvaguardia del clima, della biodiversità e la lotta contro la desertificazione.

Queste convenzioni rappresentano un valido punto di riferimento, in quanto danno una rappresentazione chiara della situazione ambientale e del degrado in atto nella natura, di cui ne illustrano i tre aspetti interdipendenti tra loro e indicano i percorsi virtuosi che consentirebbero (se attuati scrupolosamente) di frenarlo.

La Convenzione sui cambiamenti climatici ha portato alla successiva conferenza di Kyoto, nella quale sono stati fissati i criteri per una progressiva riduzione dei gas immessi quotidianamente nell'atmosfera dalle attività umane.

La Convenzione sulla biodiversità ha denunciato il disastroso sperpero di risorse che avviene in natura con la distruzione di enormi estensioni di habitat naturali e di foreste, soprattutto di quelle tropicali ed il corrispondente impoverimento di una infinità di specie vegetali ed animali che si estinguono in maniera definitiva.

La Convenzione per la lotta contro la desertificazione ha dato luogo, attraverso il suo Segretariato generale, a conferenze annuali. Queste conferenze, oltre a denunciare purtroppo il continuo estendersi del processo di desertificazione nel mondo, hanno posto in evidenza che i territori maggiormente attaccati da questo fenomeno sono, come si sapeva, quelli del continente africano ed in particolare quelli della regione che circonda il Sahara; quelli a poche decine di chilometri dalla nostre coste meridionali e cioè alle porte di casa nostra.

Molte popolazioni, in questi ultimi decenni hanno dovuto abbandonare quei territori divenuti insospitabili, ma saranno presto decine di milioni i diseredati che ingrosseranno l'esodo verso i nostri Paesi, se la desertificazione non sarà contrastata con misure tempestive ed adeguate.

Nel quadro generale sopra delineato si possono analizzare alcuni punti fondamentali:

#### *a) Il suolo*

E' noto che ovunque i terreni stanno perdendo, più o meno rapidamente, la loro parte vitale e cioè la sostanza organica (l'humus). Lo sanno bene le popolazioni del Sahel dove questo fenomeno ha acquisito livelli di eccezionale gravità, dando luogo ad un rapido processo di desertificazione. Ma anche nel sud dell'Europa le rilevazioni satellitari hanno evidenziato l'inizio di questo processo in Spagna, in Sardegna, in Sicilia, in Grecia, in Turchia.

Più in generale anche le aree temperate dell'Europa e dell'America del Nord sono "in sofferenza" a causa dell'inquinamento dovuto ai prodotti residuali delle attività industriali, dei trasporti, dei rifiuti urbani e delle sostanze chimiche impiegate in eccesso in agricoltura. Gli effetti di queste attività, in maniera diretta o attraverso le piogge acide, sono quelli di aggredire la sostanza organica dei terreni e portare ad una loro progressiva sterilità.

E' evidente che questo processo minaccia di compromettere l'esistenza di ogni essere vivente sia di tipo animale che vegetale.

#### *b) L'acqua*

La carenza d'acqua dolce a disposizione delle popolazioni per tutti i loro usi (alimentare, domestico, agricolo, industriale) è uno dei fattori critici che più condizioneranno il futuro dell'umanità. La disponibilità di acqua dolce è molto diseguale nel mondo. A situazioni di grande abbondanza, in cui vi è una disponibilità illimitata, fanno riscontro situazioni con estrema penuria o totale mancanza.

Queste differenze si verificano, non solo tra le grandi regioni geografiche, ma anche all'interno della stessa area. In Italia, ad esempio, a zone come quelle del centro-nord con buona disponibilità, si contrappongono quelle del sud e delle isole con forti problemi soprattutto per quel che riguarda l'agricoltura.

Dove però la situazione diventa drammatica è la regione circumsahariana, che essendo da sempre a clima arido e sub-arido è in un equilibrio precario, che facilmente, a causa del clima alterato e della diminuzione delle già limitate precipitazioni, nonché degli errori commessi nella conduzione dei suoli, si sta sempre più desertificando.

Un ulteriore danno biologico, oltre che ai suoli, avviene (anche nelle zone con abbondanza di acque) a causa dell'inquinamento dei fiumi, dei laghi, delle sorgenti e delle falde freatiche, con stragi della fauna ittica (vedi il recente caso del Danubio) e possibile infiltrazione nei pozzi di derivazione dell'acqua potabile.

#### *c) Le risorse biologiche*

Nessuno sa con certezza quante specie vivano sulla Terra: stime attuali parlano di 20 milioni di specie, di cui solo 1/10 sono quelle note.

La biodiversità è una risorsa che, in quest'ultimo mezzo secolo, è stata (e continua ad essere) fortemente alterata dall'uomo, con la distruzione delle foreste ed in particolare di quelle tropicali,

con l'inquinamento di mari, suoli ed acque superficiali e con un uso consumistico e fortemente distruttivo (caccia e pesca di rapina) di molti habitat naturali.

Va ricordato che le foreste con i loro molteplici equilibri vegetali e faunistici rappresentano il punto più alto dell'evoluzione nel mondo vegetale, dal quale, come è noto, dipende tutta la vita sulla Terra. Infatti, mentre i vegetali sono autotrofi, cioè hanno la capacità di nutrirsi da soli per mezzo della fotosintesi, tutti gli animali sono eterotrofi e cioè dipendono dai vegetali per la loro nutrizione. La distruzione ogni anno di foreste, per estensioni grandi come interi Paesi, altera profondamente gli equilibri naturali, depaupera fortemente la biodiversità e con ciò stesso diminuisce le potenzialità vitali sulla Terra, influenza negativamente, impoverendolo, il ciclo dell'acqua (evotraspirazione, formazione dei corpi nuvolosi, precipitazioni), modifica la situazione climatica locale e mondiale.

### *Le tre Convenzioni globali delle Nazioni Unite e i correttivi necessari*

Esse riguardano, come già detto, tre aspetti (clima, biodiversità e desertificazione) di un unico fenomeno: il degrado ambientale. Questi tre aspetti sono interdipendenti e si influenzano l'un l'altro.

Così il clima, alterato a causa dell'inquinamento dell'aria (effetto serra - meteorologia irregolare - piogge acide, ecc.) e dell'acqua (evapotraspirazione e ciclo dell'acqua) influisce negativamente sulla biodiversità danneggiandola e impoverendola progressivamente. Entrambe alterano la situazione dei suoli, pregiudicata ulteriormente dalla distruzione delle foreste, dagli inquinamenti e dalle attività umane. Queste effetti a loro volta hanno una influenza ciclica negativa sul clima e sulla biodiversità.

La ragione per la quale le Convenzioni sono tre e non una sola è quella di facilitare la definizione di accordi e interventi specifici per azioni correttive da parte sia di Organismi istituzionali, governativi, ecc. che di iniziative private.

Da quanto precede si evince che per risolvere i problemi del degrado ambientale occorre incidere principalmente su tre punti:

*CLIMA - ridurre fortemente le emissioni gassose*

*BIODIVERSITA' - far cessare la distruzione delle foreste e l'alterazione degli equilibri biologici e vegetali in particolare*

*DESERTIFICAZIONE - diminuire progressivamente l'inquinamento dei suoli e delle acque nell'emisfero nord ; impedire l'eccessivo sfruttamento dei terreni nell'emisfero sud, inducendovi un riequilibrio idrico ed una rifeorestazione estensiva.*

### *Metodologie dl approccio*

Le azioni di cui al precedente paragrafo passano tutte attraverso la partecipazione cosciente, attiva e responsabile delle popolazioni interessate. Non si ottiene nulla di veramente stabile e costruttivo, sia nel nord che nel sud del mondo, se le popolazioni non sono attori diretti e convinti.

Di qui l'importanza della formazione, dell'informazione e della divulgazione, per attivare consensi partecipativi ed incrementare fortemente gli interventi correttivi.

Per quanto attiene alle tecniche, possiamo dire per sommi capi che evidentemente la diminuzione delle emissioni gassose dipende in gran parte dalla emanazione di leggi che trasformino, innovando, i mezzi di produzione, i trasporti ed il riciclo dei rifiuti.

Porre un freno alla distruzione della biodiversità significa avere un maggior rispetto degli "habitat naturali" in cui essa si genera e si riproduce.

Lottare contro la desertificazione significa far cessare gli inquinamenti diffusi, applicare particolari tecniche di conservazione dei suoli e delle acque, facendo tesoro delle risorse naturali residue e

persistenti, creare briglie vegetali per la fissazione dei terreni, fasce arboree frangivento, forestazioni estese, attuare corrette pratiche colturali, proteggere e salvaguardare la sostanza organica.

E' evidente che tutto ciò deve essere attuato attraverso diversi livelli: istituzioni internazionali e nazionali, organizzazioni mondiali, regionali e locali, iniziative collettive ed individuali. E' altrettanto evidente che sono necessari notevoli apporti: legislativi, finanziari, organizzativi e operativi per ottenere risultati significativi e concreti sia a livello locale che mondiale.

Tali risorse possono essere fornite solo dai Paesi sviluppati, mentre i Paesi del Terzo mondo sono oppressi da situazioni di impotenza economica, aggravate da malattie, disordini sociali e calamità naturali. Tra di esse, l'esplosione demografica (a carico soprattutto di quelle regioni) che ha portato, in meno di mezzo secolo, la popolazione mondiale dai 2,5 miliardi a più di 6 miliardi, con tendenza all'aumento.

Questa esplosione aggrava fortemente tutti i problemi se si considera che dei 6 miliardi di persone, solo 1 miliardo circa (Europa, America del nord e Giappone) riguarda i Paesi ricchi; gli altri 5 miliardi sono in Paesi poveri o poverissimi. Possiamo facilmente immaginare che cosa potrebbe succedere se le popolazioni povere aumentassero ancora di numero e volessero (come vorranno) raggiungere gli standard di vita, di consumi e di inquinamento dei Paesi ricchi. Significherebbe moltiplicare per 6 - 7 - 10 volte il degrado attuale raggiungendo condizioni assolutamente invivibili. Tutto ciò attraverso esodi ed invasioni imponenti di popolazioni indigenti verso migliori condizioni di vita, portando con se miseria, malattie, disordini sociali e guerre.

Queste condizioni devono essere rese note a tutti, perchè tutti possano essere convinti e consapevoli dell'assoluta necessità di intervenire adeguatamente e per tempo, prima che sia troppo tardi.

## Elementi Didattici di Supporto

### **L'AMBIENTE** **Significato reale e profondo del termine**

#### **IL CONCETTO DI AMBIENTE**

Il concetto di "ambiente" per l'uomo è strettamente legato all'evoluzione culturale raggiunta ed è testimoniato dall'evolversi della sua definizione nel corso della storia.

Il concetto di "ambiente" chiama in causa il patrimonio culturale dell'uomo in tutte le sue valenze (cognizioni, sensibilità, esperienze, valori, concetti etici, concetti sociali, concetti religiosi, comportamenti): è giusto quindi considerare l'ambiente nella sua duplice valenza di "ambiente esterno" ed "ambiente interno".

Del resto, da un punto di vista scientifico, ogni livello di organizzazione (dall'atomo alla molecola, dalla cellula all'individuo, dalla comunità all'ecosistema, dalla biosfera al sistema solare, ecc.) presenta un ambiente interno ed un ambiente esterno strettamente interdipendenti ed integrati.

Il sistema di rapporti vivo, fragile e complesso che si viene a stabilire, nello spazio e nel tempo, necessita dunque un'approfondita conoscenza di ogni fattore in gioco.

Nel caso del rapporto uomo-ambiente troppo spesso vengono presi in considerazione solo gli effetti sull'ecosistema, l'ambiente esterno, e non le cause che risiedono nell'"ambiente interno" dell'uomo e, in particolare, nel suo cervello.

La psicologia ambientale fornisce ampia evidenza del fatto che il comportamento ed il benessere umano sono in stretta relazione con la realtà fisica e umana dell'ambiente.

Questa circolarità di rapporto, questa interdipendenza ci spinge ad analizzare dunque sia l'ambiente come luogo fisico-naturale sia nella sua proiezione socio-culturale in cui gli individui umani spendono la loro esistenza.

Del resto (come affermato in un recente Rapporto dell'Organizzazione Mondiale della Sanità su salute e ambiente) "la salute dipende in ultima analisi dalla capacità della società di gestire l'interazione tra il comportamento umano e l'ambiente sociale e fisico, in modo da salvaguardarla e favorirla, senza minacciare l'integrità dei sistemi naturali, sui quali l'ambiente fisico e biologico si basano."

In questo contesto si inserisce a pieno titolo l'approccio da noi proposto relativo ad una "ecologia umana" che presuppone lo studio del rapporto tra ambiente esterno, inteso come globalità di informazioni fisiche, chimiche, biologiche e psicologiche, con l'ambiente interno rappresentato dalla fisiologia umana (somatica e cerebrale).

Nello studio integrato e multidisciplinare di un territorio dobbiamo quindi individuare attentamente gli elementi costituenti l'"ambiente esterno" che possiamo identificare con:

- a) l'ambiente fisico (aria, acqua, suolo, conformazione geo-orografica, clima - compresi temperatura, radiazioni, precipitazioni e umidità, variazioni stagionali);
- b) l'ambiente biologico (tipo e distribuzione degli habitat e della loro flora e fauna, inclusi i patogeni, bacini di riserva e vettori);
- c) l'ambiente socio-culturale (agricoltura, industria, produzione energetica, uso e gestione dell'acqua e dei rifiuti, urbanizzazione, configurazioni istituzionali e politiche, distribuzione del reddito e degli utili nei e tra i Paesi, qualità della salute ed altri servizi pubblici, grado di protezione della vita, del lavoro e dell'ambiente naturale).

Ciascuno di questi elementi o la loro interazione può determinare condizioni più o meno patologiche in funzione del grado di "risposta" individuale del soggetto: gli effetti di questi elementi

possono infatti diminuire o crescere relativamente all'intervento ed al comportamento dell'uomo, determinandone il grado di salute.

Altrettanta importanza nella determinazione dello stato di salute ha naturalmente lo stato dell'"ambiente interno" dell'individuo nella sua duplice valenza di stato somatico e psicologico: di fatto dovremo parlare di una unica situazione psico-somatica, dal momento che sempre più l'esperienza medica dimostra l'esistenza di una sinergia tra il cervello e gli altri sistemi, apparati ed organi che compongono il corpo umano.

## EVOLUZIONE DEL CONCETTO SCIENTIFICO DI "AMBIENTE"

Il termine "ambiente" ha un referente semantico molto ampio.

Deriva dal latino *"ambiens - entis"*, participio presente di "ambire"- "andare intorno, circondare" - in origine usato come aggettivo riferito all'aria o ad altro fluido.

Indicando ciò che è circostante, ciò che circonda è usato in senso generico, per indicare il complesso della realtà in cui si vive.

Come verrà messo in evidenza in seguito, nelle note storiche sullo sviluppo dell'ecologia, il concetto di ambiente nasce nel clima culturale della biologia dell' '800.

L'impronta classica di questa impostazione è ancora riconoscibile nella odierna definizione scientifica qui di seguito riportata.

*"Si intende per ambiente biologico il complesso delle condizioni esteriori nelle quali si svolge la vita degli organismi. Tali condizioni comprendono in primo luogo fattori d'ordine fisico: temperatura, umidità, pressione, movimenti delle acque e dell'atmosfera; caratteristiche fisiche e chimiche di questa e di quelle; stato di aggregazione e caratteristiche fisiche e chimiche del substrato; in secondo luogo fattori d'ordine biologico, cioè inerenti alle relazioni di varia natura che collegano animali con animali, piante con piante, animali con piante"* (Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1989).

Fra organismi ed ambiente si effettua uno scambio continuo di materia ed energia; è lecito pertanto considerare l'organismo non già come un tutto chiuso in sè stesso, bensì come elemento di un sistema più vasto del quale è parte integrante l'ambiente. Ne consegue che le differenze di ambiente costituiscono nell'epoca presente ed hanno costituito in passato un fattore di massima importanza nel differenziamento delle flore e delle faune.

Fra l'ambiente e gli esseri viventi viene raggiunta automaticamente, in natura, una condizione di equilibrio, la quale persiste finchè non muti qualche elemento importante del sistema; possiamo quindi ritenere, almeno in tesi generale, che le forme e gli atti degli organismi siano in armonia con l'ambiente (adattamento all'ambiente).

Il legame preferenziale di questa concezione di ambiente ad una impostazione biologica ha segnato profondamente l'evoluzione dello studio di questo fino agli anni '30, periodo nel quale hanno cominciato ad affluire contributi anche di discipline diverse.

E' importante notare che comunque, fino a tempi recentissimi, in ambito accademico e nella strutturazione degli stessi indirizzi universitari, almeno in Italia, lo studio dell'ambiente è stato di stretta pertinenza del corso di laurea in scienze biologiche.

L'eccezionale sviluppo tecnologico successivo al secondo conflitto mondiale ha determinato inimmaginabili trasformazioni del territorio non più solo a livello locale che hanno messo in allarme scienziati e opinione pubblica.

Sono stati quindi avviati i primi studi sull'impatto ambientale delle attività antropiche che, alla fine degli anni '60, si sono indirizzati verso programmi di ricerca finalizzati allo studio della emissione e circolazione delle sostanze inquinanti su scala globale.

Queste ricerche hanno consentito di chiarire molte dinamiche ambientali utilizzando gli inquinanti anche come "traccianti". Ciò ha permesso di comprendere meglio i processi di interazione fra le

varie sfere bio-geo-chimiche tramite lo sviluppo di nuovi approcci metodologici necessari per la comprensione di fenomeni tanto complessi.

Uno degli sviluppi più interessanti e tuttora più dibattuti è costituito dal concetto di *"autoregolazione dell'ambiente globale"* (J. Lovelock e L. Margulis, 1973) da parte della biosfera che assume dunque un ruolo centrale nella dinamica del pianeta.

A nostro avviso, il principale merito di questa ipotesi è quello di introdurre una nuova visione nei rapporti tra le varie sfere e di configurare la Terra come un unico organismo.

Peraltro questa concezione era stata già espressa da J. Hutton nel 1788, che fin da allora ipotizzava l'esistenza *"di un meccanismo del globo che è adattato in modo tale da assicurare l'abitabilità del mondo"*.

In conseguenza di questi studi ed in considerazione del fatto che l'impatto ambientale delle attività antropiche si è accresciuto a tal punto da configurare l'uomo come agente modificatore degli equilibri globali del pianeta, si è vista successivamente la necessità di tener conto, nel concetto di "ambiente", del ruolo svolto dall'uomo.

Per elaborare una definizione di ambiente che fosse più aderente all'evoluzione culturale dell'uomo del XX secolo si è ritenuto opportuno tener conto in questa dei prodotti culturali e materiali dell'attività umana in quanto contribuiscono come fattori primari insieme al substrato naturale al dinamismo che caratterizza la vita sul nostro pianeta.

A questo proposito vengono riportate alcune significative definizioni di ambiente che tengono conto di queste influenze reciproche.

Il Conseil International de la Langue Francaise (1970) definisce l'ambiente come *"l'insieme, in un determinato momento, degli agenti fisici, chimici, biologici, e dei fattori sociali capaci di esercitare un effetto diretto o indiretto, immediato o a scadenza, più o meno lunga, sugli esseri viventi e sulle attività umane"*.

Una definizione elaborata in ambito CEE intende l'ambiente come *"l'insieme degli elementi che, nella complessità delle loro relazioni, costituiscono il quadro, il mezzo e le condizioni di vita dell'uomo, così come sono o come vengono avvertiti"*.

Alcune definizioni di "ambiente", emerse in sedi autorevoli, testimoniano anche un approccio alle tematiche della gestione dello stesso da parte dell'uomo.

In particolare, nella risoluzione finale della Conferenza di Stoccolma sull'Ambiente umano, organizzata dalle Nazioni Unite nel 1972, si legge: *"L'uomo è tanto creatura che creatore del proprio ambiente (...): entrambi gli aspetti dell'ambiente in cui vive, tanto il naturale che quello dovuto al suo intervento, sono essenziali per il suo benessere"*.

Ed ancora, alla Conferenza sull'Educazione Ambientale di Tbilisi del 1977, sempre organizzata dall'ONU, si è data la seguente definizione: *"Ambiente è la somma delle risorse disponibili in un certo luogo ed in un dato momento per soddisfare le aspirazioni e le necessità dell'uomo"*.

## L'UOMO E L'AMBIENTE NATURALE E ARTIFICIALE

Il ruolo dell'uomo è stato fin dall'inizio simile a quello esercitato da tutte le specie viventi: predazione e competizione nei confronti di altre specie.

Ma un insieme complesso di fattori (capacità di linguaggio avanzato e differenziato; capacità di socializzazione e aggregazione; capacità cerebrali che hanno condotto all'elaborazione della cultura) hanno fatto sì che la specie umana abbia assunto un ruolo straordinariamente importante nel destino dell'intera biosfera, esprimendo un potenziale di distruzione anche totale di varie forme di vita e di modificazione irreversibile di paesaggi, territori, ecosistemi ed equilibri dinamici dell'intero mondo naturale.

Jean Dorst, noto naturalista francese, ricordava che l'impatto del fattore umano sulla natura risale fin dagli albori dell'umanità.

Per gran parte della sua presenza sulla Terra la specie umana si è dedicata alla semplice raccolta di elementi vegetali quali frutta e radici, alla caccia e alla pesca di alcuni animali: i nostri predecessori si sono dedicati a questa attività per quasi il 99% dei 3-4 milioni di anni di presenza degli ominidi sulla Terra.

La predazione umana in questi termini (ancora attuata da popolazioni tribali come gli indios della foresta amazzonica, i boscimani del deserto del Kalahari e gli aborigeni dei deserti australiani) non sorpassa mai le capacità di rigenerazione dell'ecosistema.

E' stata raccolta un'abbondante documentazione sulle norme culturali, etiche e religiose osservate dai popoli cacciatori che spesso rispecchiano un rapporto di profonda armonia, pur tra contrasti e predazioni, tra l'uomo e l'ambiente.

Gli studiosi concordano sul fatto che le prime alterazioni dei primitivi equilibri dinamici nel rapporto uomo-ambiente iniziarono non appena la specie umana ebbe a disposizione mezzi tecnici perfezionati con cui aggredire l'ambiente e, contemporaneamente, la densità demografica cominciò a crescere.

In tempi brevi la specie umana è intervenuta nei processi naturali, che sono circolari, trasformandoli in processi lineari al termine dei quali non esiste più la possibilità del riutilizzo ma scaturisce invece il rifiuto. Lo scarto che si accumula e inquina è qualcosa che la natura non riesce a metabolizzare, qualcosa che rompe l'armonia circolare della sequenza della vita.

La crisi ecologica investe tutta la società e per la sua soluzione non sono sufficienti misure giuridiche, amministrative e tecniche, ma è necessaria l'affermazione di un' "etica ecologica", fondata sulla conoscenza dei pericoli che corre l'ambiente, le loro cause e le conseguenze economiche e sociali.

L'uomo è oggi il fattore decisivo di tutte le trasformazioni degli ecosistemi al punto di rendersi necessaria anche una sua trasformazione psicologica, una nuova coscienza dei suoi poteri e delle sue responsabilità, per condividere gli obiettivi della politica ambientale che spesso si prefigura come una modificazione del comportamento personale, che investe anzitutto la mentalità e la coscienza di ognuno.

## AMBIENTE NATURALE E AMBIENTE ARTIFICIALE

Proprio per la sua complessità si fa strada quindi la tendenza a distinguere il contesto ambientale in tre aspetti:

- *l'ambiente naturale*, che indica l'insieme delle componenti ambientali che non sono state create dall'uomo, ma vengono spesso utilizzate e modificate in vario modo (aria, acqua, suolo, flora, fauna e le unità complesse da esse formate: paesaggi naturali, l'intera geosfera)
- *l'ambiente costruito*, cioè composto da elementi che sono il prodotto dell'azione costruttiva dell'uomo (campi coltivati, prati, abitazioni e fabbriche, vie di trasporto, macchine, ecc. e dalle unità

complesse formate da queste componenti: paesaggi agricoli ed urbano-industriali).

- *l'ambiente sociale*, ossia i sistemi sociali, politici, economici, culturali.

L'ambiente costruito e l'ambiente sociale costituiscono la componente materiale e immateriale dell'ambiente artificiale.

L'ambiente sociale è la sfera esterna, dove l'uomo può esplicare al massimo la sua creatività ma non si deve dimenticare che da tale sfera partono impulsi per lo sviluppo dell'ambiente costruito e le connesse trasformazioni dell'ambiente naturale, come in un gioco di rifrazioni e riflessioni tra sfere concentriche.

L'ambiente costruito è la sfera intermedia, proiezione dell'ambiente sociale che può essere modellata dall'uomo ancora con un ampio margine di libertà.

Libertà che si riduce fortemente quando l'uomo urta contro il nocciolo duro delle leggi dell'ambiente naturale, che condizionano di riflesso l'ambiente costruito e l'ambiente sociale.

Caratteristica specifica di tutti i processi naturali è il fatto che si sviluppano autonomamente, senza l'aiuto dell'uomo. E' questo il significato autentico della parola "natura", sia che la facciamo derivare dal latino "*nasci*" o dal greco che viene dal verbo "scaturire", "comparire da sè".

In effetti però come è difficile ormai trovare ambienti completamente naturali è anche difficile trovare ambienti totalmente artificiali perchè le stesse città hanno elementi naturali al loro interno: lo studio di queste realtà integrate presenta indubbie difficoltà.

E' evidente infatti che se si isola una parte di una realtà complessa, di fatto semplificandola, è più facile studiarla e gestirla praticamente, ma in tal modo non si possono cogliere in maniera adeguata i rapporti con la parte che si esclude, i quali possono essere così importanti da compromettere seriamente la validità dello studio in atto.

L'approccio più adeguato a cogliere le complesse interazioni che caratterizzano il funzionamento dell'ambiente nel suo complesso è quello sistemico.

## ECOSISTEMI NATURALI E ARTIFICIALI A CONFRONTO

In questo senso interessante potrebbe essere l'analisi del funzionamento di un ecosistema eterotrofo quale la città: una città, specialmente una industrializzata, è assimilabile infatti ad un incompleto ecosistema eterotrofo dipendente da ampie aree limitrofe per l'energia, il cibo, le fibre, l'acqua e gli altri materiali.

L'ecosistema urbano si presta anche ad analizzare la legge della produttività (o del profitto) decrescente ed il concetto di optimum della capacità portante di un sistema.

Quando un ecosistema diventa più grande e complesso la quantità di produzione lorda che deve essere "respirata" dalla comunità per il proprio sostentamento si accresce e la quantità che può essere incanalata verso un ulteriore aumento delle dimensioni tende a diminuire. Quando queste entrate e uscite si bilanciano, le dimensioni non possono più aumentare.

La quantità di biomassa che può essere sostenuta in determinate condizioni è chiamata "capacità portante massima". Recenti lavori hanno mostrato che l'"optimum della capacità portante" che può essere mantenuto per un lungo periodo a dispetto delle incertezze ambientali tende a non superare più del 50% della teorica capacità portante massima.

Le diminuzioni di profitto proporzionali all'incremento delle dimensioni di una città sono state così elencate:

**1) Alti costi dei mezzi di trasporto;**

**2) massiccia disoccupazione durante i periodo di recessione economica;**

- 3) alti tassi di malattie nell'ambiente di lavoro (effetti cronici degli inquinamenti);**
- 4) più elevati costi dei servizi che aumentano molto più rapidamente dell'aumento della popolazione;**
- 5) elevati costi dei riscaldamenti e della refrigerazione;**
- 6) flessione della qualità scolastica;**
- 7) incremento della criminalità.**

Problemi sociali, specialmente quelli relativi a disparità, status economico e giustizia sociale vengono ingigantiti specialmente se la densità della popolazione è alta e lo sviluppo industriale intenso.

La coscienza di questi problemi sta orientando una lenta ma graduale conversione delle teorie economiche e di programmazione.

Si sta facendo strada la necessità di riconsiderare il sistema produttivo in maniera più allargata ai fattori ambientali.

La specie umana con i suoi progressi tecnologici ha reso possibile la continua trasformazione delle risorse naturali in merci strutturate e pronte per l'utilizzazione.

Ma in natura tutti i processi che hanno luogo sono processi circolari. Cioè in ogni sistema naturale ciò che viene eliminato da un organismo, come "rifiuto", viene utilizzato dall'ambiente o da altri organismi in qualche modo.

In un ciclo ecologico non si possono accumulare rifiuti perchè nulla è rifiutato: un essere vivente che sia parte naturale di un ecosistema non può degradarlo ad opera delle proprie attività biologiche. L'intervento umano ha reso questi processi circolari, processi lineari. Un approccio promettente sarebbe convertire l'economia lineare corrente ad economia circolare. In questo modo il sistema economico corrisponderebbe ai sistemi generali con feedback interno.

La considerazione del paradigma ecosistemico per cui "la cooperazione ha un valore di sopravvivenza maggiore della competizione quando ci si avvicina ai limiti (di risorse o altro)" dovrebbe far riflettere ed indurre ad un diverso orientamento delle strategie economiche.

Bernstein, un antropologo, nota che in molti gruppi culturali isolati, che devono sopravvivere solo con risorse locali, ciò che potrebbe portare danno all'ambiente viene subito recepito ed evitato.

Se quindi le capacità decisionali fossero orientate in termini di sopravvivenza piuttosto che di consumo il comportamento economico finirebbe con l'essere qualcosa di molto simile alla selezione naturale che ha lavorato così bene per assicurare la perpetuazione della vita sulla terra.

## **L'ESIGENZA DI UN APPROCCIO INTERDISCIPLINARE ALL'AMBIENTE**

Gli esseri viventi, gli ecosistemi, l'insieme della biosfera, il pianeta Terra, l'Universo sono sistemi complessi nei quali si stabiliscono un'infinità di relazioni tra i loro componenti. Quando introduciamo una modificazione in uno di questi sistemi non è facile prevedere quali saranno le conseguenze.

Per questo nello studio delle problematiche ambientali si deve ricorrere a molte discipline diverse: biologia, geologia, fisica, chimica ed altre ancora sono imprescindibili per uno studio scientifico ma non vanno dimenticate l'economia, il diritto, la politica, l'etica ed altre scienze sociali.

Nelle problematiche ambientali è piuttosto raro trovare una sola soluzione definitiva a tutte le difficoltà: a volte si avrà un ventaglio di soluzioni tra cui scegliere ed in altri casi non ce ne sarà nessuna chiara e si dovrà scegliere la migliore in grado di adattarsi alle circostanze in cui ci ritroviamo.

Sarebbe un grave errore studiare le scienze che si occupano di problemi ambientali come se fossero un insieme di ricette chiare a dei problemi perfettamente definiti: esse ci consentono un'opportunità di discutere, di progettare e di provare soluzioni e forme di affrontare i problemi che non possono esimersi da una chiara conoscenza scientifica dei fatti che riguardano il problema che stiamo analizzando.

Negli ultimi decenni lo studio dell'ambiente ha evidenziato sempre di più la sua complessità: le stesse immagini del pianeta visto dallo spazio ci hanno aiutati a vedere la Terra come una gigantesca navicella spaziale in cui le foreste, gli oceani, l'atmosfera, gli esseri viventi sono tutti collegati da una serie di fattori interdipendenti che fanno di questo pianeta un tutt'uno, in cui tutti dipendono dagli altri.

## **RIDUZIONISMO E COMPLESSITÀ**

La scienza classica ha fin qui affrontato la realtà complessa dividendola in parti più piccole, più facili da studiare. Questo metodo di lavoro è stato molto efficace e ha permesso grandi avanzamenti nella fisica, nella chimica, in biologia, in medicina e così via.

Il rischio di questo approccio metodologico è quello di cadere nel riduzionismo di pensare che una realtà complessa non è altro che la somma delle sue componenti più semplici.

Questo, per esempio, non può essere vero per una cellula: non è sufficiente studiare anche se bene le molecole che la costituiscono per poter dire di comprenderne appieno il suo funzionamento.

E lo stesso dicasi per l'ecologia: non possiamo dire di conoscere un ecosistema perché si sono studiate le sue distinte componenti.

Realtà come una cellula, un organismo vivente o un ecosistema sono dei sistemi complessi e in essi l'insieme è maggiore della somma delle parti.

Un sistema complesso è qualcosa di più della somma dei suoi costituenti perché le relazioni tra di essi sono molte e varie e sono queste relazioni quelle che più influiscono nel comportamento e nella maniera d'essere del sistema. Così, per esempio, un organismo umano è più della somma di un fegato, due reni, un cuore, ecc. perché il funzionamento di ciascuno di questi componenti è influenzato dagli altri in una forma assai complessa.

Già da alcuni anni molti studiosi dell'ambiente insistono nel dire che lo studio di queste problematiche deve essere sistemico, il che vuol dire che dobbiamo essere coscienti di stare analizzando dei sistemi complessi. L'approccio riduzionista è imprescindibile per conoscere bene ciascuno dei componenti dell'ambiente ma se ci fermiamo a questo livello la nostra comprensione sarà tanto limitata e parziale da essere totalmente insufficiente per confrontarsi con le complesse problematiche ambientali.

## IL CONTRIBUTO DI ALCUNE SCIENZE ALLE PROBLEMATICHE AMBIENTALI

### SCIENZE SOCIALI E AMBIENTE

Lo studio del rapporto dell'uomo con l'ambiente da parte delle scienze sociali richiede un'analisi approfondita di quelli che sono i fattori che determinano "la qualità della vita". Tale analisi si è basata in un primo tempo, da un punto di vista tecnico metodologico, sullo studio degli "Indicatori Sociali Oggettivi" introdotti alla fine degli anni '60 da G.Cohen. Le aree di interesse erano essenzialmente: la popolazione, la casa, la famiglia, il lavoro, la salute, l'alimentazione, l'educazione, il reddito e il costo della vita, la cultura ecc.

Tutti quei settori cioè che contribuiscono a definire il tenore socio-economico di una determinata società. Questi indicatori non inquadravano tuttavia in modo esauriente gli aspetti fondamentali della qualità della vita, per cui sono stati introdotti, all'inizio degli anni '70 nuovi parametri che tenevano conto anche delle esperienze individuali dell'essere umano.

Campbell e Converse definirono questi parametri col termine di "Indicatori Sociali Soggettivi" poichè prendevano in considerazione le esperienze che l'individuo fa singolarmente nel corso dell'esistenza e dei bisogni che da queste emergono.

Per avere chiaro quale sia il modo giusto per lo studio dell'ecologia umana dobbiamo porre come punto focale la centralità dell'uomo all'interno del sistema statale con le sue esigenze, le sue aspirazioni, il suo benessere. Centralità non intesa come dominio, ma come espressione dinamica ed armonica sociale all'interno dei processi fisici e biologici che lo determinano, nonché del suo sviluppo psicologico e sociale.

Oggi, nel cercare di frenare la degradazione del nostro pianeta si pone l'inalienabile necessità di adeguare il nostro stile di vita secondo i ritmi naturali.

D'altro canto la teoria economica, ignorando le implicazioni delle relazioni tra natura e sistema economico, ha favorito che il guadagno, connesso al concetto di mercato, influenzasse e giustificasse il comportamento delle comunità umane (Polanyi K. 1974; Lombardini S., 1982). Ciò conduce inevitabilmente ad una contraddizione poichè se da una parte la sensibilizzazione all'emergenza ambientale è ormai diffusa (soprattutto nei Paesi Industrializzati), dall'altra le latenze di riconversione socio-economica nella gestione dell'ambiente sono spesso così lunghe da rendere quasi obsoleto ogni intervento di risanamento.

Di fatto, questo dimostra che all'interno della pianificazione economica di ogni singola Nazione si attribuiscono pesi diversi ai suddetti indicatori della qualità della vita, e che vi è una notevole inerzia nel modificare l'elenco delle priorità, anche per le difficoltà dovute all'accettazione di modifiche ai modelli di consumo acquisiti da parte dei cittadini.

La società è un sistema fisico e "biologico", in cui ogni cambiamento dà luogo a elementi nuovi che derivano dalla combinazione di fattori legati al dinamismo politico - socio - economico. E' facile quindi comprendere come il caos provocato sull'ambiente si riversi sull'uomo.

### ECONOMIA E AMBIENTE

La gestione dell'ambiente, pur presupponendo conoscenze scientifiche avanzate, è di fatto principalmente un problema politico ed inoltre "economico" da risolvere in primo luogo all'interno di ogni singola Nazione e, contestualmente, a livello internazionale.

Di conseguenza lo Stato dovrebbe provvedere a soddisfare le esigenze primarie della popolazione, riconvertendo la propria economia e sviluppando progetti che tengano conto della realtà ambientale del Paese, delle sue risorse naturali e del "background" culturale e sociale che si è venuto formando nel corso dei secoli.

Ciò corrisponderebbe a recuperare il concetto di "economia" nel suo significato originale (*oikos* e *nomos* = governo della casa o dell'ambiente).

La crisi ambientale si deve principalmente al “mal funzionamento” del sistema socioeconomico. Molte persone pensano che non ci sarà una soluzione adeguata ai problemi ambientali se non si riforma profondamente il tipo di società attuale. Come vedremo in dettaglio nelle successive lezioni, concetti come “sviluppo sostenibile”, “economia ambientale”, “valorizzazione delle risorse naturali” si usano sempre più nel linguaggio istituzionale e vengono utilizzati come strumenti sempre più diffusi contro il deterioramento dell’ambiente.

Le imprese introducono nei loro sistemi di gestione procedimenti che permettono loro di rispettare sempre di più l’ambiente e di ottenere prodotti “ecologici” anche perché sanno che questo è un elemento a cui la società tiene e che quindi migliora la propria immagine.

## AMBIENTE E SALUTE

In questi ultimi anni, da quando si è sviluppato ed affermato il concetto di qualità della vita, si è verificata una modificazione culturale del rapporto ambiente e salute umana.

In verità Ippocrate, 2500 anni fa, aveva già rilevato che *"le malattie sono in stretto rapporto con le condizioni climatiche, geografiche, idriche e dietetiche dei luoghi."*

Cause ambientali, o meglio professionali, nel determinismo di una specifica patologia furono individuate anche da Plinio il Vecchio, da Galeno, da Ellenborg, da Ramazzini e da tanti altri fino ai giorni nostri.

L'interazione uomo-ambiente acquisisce una più precisa fisionomia quando l'OMS nel 1972 definisce l'AMBIENTE UMANO come: *"l'insieme di quei fattori o di quelle influenze esterne fisiche, chimiche, biologiche e sociali che hanno un effetto significativo ed apprezzabile sulla salute dell'individuo e della comunità"*.

Da questa definizione si evince con chiarezza l'importanza del fattore ambientale per la salvaguardia della salute così come la intende l'OMS: *"stato di benessere fisico, mentale e sociale che non consiste unicamente nell'assenza di malattia o infermità"* (ONU 1948).

La malattia si può pertanto configurare come la rottura di un equilibrio tra l'individuo e la natura (Giombi, Lucarelli, Terranova, 1989) interna o esterna ad esso.

La rottura di questo equilibrio può dipendere da entrambi gli elementi: in queste pagine si focalizza l'attenzione sul fattore antropico.

Lo sforzo di alcune discipline come l'igiene, l'ecologia, la biologia, la sociologia etc. è quello di riuscire a correlare la malattia con l'ambiente nella complessità delle sue interazioni con i vari sottosistemi (H.Laborit).

Nell'ottica igienico-sanitaria con il termine ambiente ci si riferisce sia al macro-ambiente (suolo, abitato, aria atmosferica, acque, etc.) che al micro-ambiente, cioè a quegli spazi più ristretti per la vita dell'uomo (ambiente domestico, di lavoro, di svago, di ritrovo sociale, etc.). Entrambi hanno influenza sulla salute dell'individuo.

L'influenza dell'ambiente sulla salute può anche essere distinta in 2 categorie di fattori ambientali:

- a) la prima è costituita dai fattori abiotici, cioè la parte non vivente dell'ambiente in cui collochiamo aria, acqua, suolo, clima, energia;
- b) la seconda è costituita dai fattori biotici, cioè la parte vivente dell'ambiente, comprendente fattori demografici, fattori naturali (flora, fauna, alimenti, microrganismi) e, non ultimi, fattori sociali (urbanizzazione, sviluppo socio - economico, strutture e relazioni socio - culturali).

Dal punto di vista di una problematica tossicologica si parla di:

-) ambiente di lavoro, importante perché sono state soprattutto le conseguenze di esposizioni di lavoratori nell'ambiente di lavoro che hanno portato a fondamentali scoperte sull'attività tossica di composti chimici;

- ) di ambiente di consumo, che include gli alimenti, i comuni beni di consumo ed i medicinali;
- ) di ambiente culturale, che influenza abitudini di vita particolari che a loro volta hanno effetti biologici rilevanti;
- ) oltre ad un ambiente generale, che comprende l'acqua, il suolo, l'aria fino alla stratosfera.

Se a tutto questo aggiungiamo l'accezione più comune del termine ambiente e cioè tutto ciò che ci circonda, si capisce come il danno ambientale si rifletta sul nostro organismo in termini di alterazione funzionale o di vera e propria patologia.

Qui si inserisce, infatti, il concetto di INQUINAMENTO definito dalla normativa italiana (legge n 615/1966): *"Ciò che può costituire pregiudizio diretto o indiretto alla salute dei cittadini e danno ai beni pubblici e privati"*.

Il D.P.R. n. 203/1988 definisce inquinamento dell'aria: *"Ogni modificazione dell'aria atmosferica dovuta a sostanze tali da alterare le normali condizioni di salubrità dell'aria... da compromettere le attività ricreative e gli altri usi legittimi dell'ambiente"* riferendosi non soltanto all'aspetto igienico-sanitario della qualità dell'aria qual era già specificatamente previsto dalla norma generale (art.216 T.U.L.S. n. 1265/1934), ma altresì all'aspetto ambientale in senso lato.

*"In qualche modo l'estensione del concetto di pericolo a quello di pregiudizio alla salute e, infine, a quello comprensivo della difesa dell'ambiente, riflette il ridursi, nel ventennio che intercorre tra le varie norme, degli eventi acuti su frange limitate della popolazione urbana e contemporaneamente il diffondersi su scala continentale di fenomeni caratterizzati da concentrazioni di inquinanti più contenute, ma più continue nel tempo, e comunque rilevanti sotto il profilo ambientale"* (P. Natale 1989).

E' da sottolineare che anche la definizione di inquinante si è modificata: prima veniva considerata tale una sostanza estranea all'ambiente, ora non è più questa la caratteristica principale perchè può trattarsi anche di una sostanza naturale introdotta nell'ambiente in quantità troppo elevate (quindi dipendente dalla concentrazione).

Ugualmente una sostanza velenosa è tale se introdotta nell'organismo in quantità troppo elevata, quindi può consistere in qualsiasi sostanza assunta in dosi incongrue dall'individuo.

Lo squilibrio dell'ambiente con il cambiamento delle concentrazioni delle sostanze naturali e l'introduzione di prodotti di nuova sintesi è correlato, come già visto in precedenza, alle grandi capacità tecnologiche che sono state raggiunte in particolar modo nei Paesi industrializzati.

L'apporto della tecnologia è di tale rilevanza che si può parlare di "tecnonatura" (dal momento che l'uomo ormai interagisce con la natura da lui stesso storicizzata e manipolata) e di "tecnosfera" che intacca la biosfera e le altre geosfere.

Le innovazioni introdotte dalla rivoluzione tecnologica legate all'incapacità dell'uomo di gestirle e usarle correttamente hanno determinato gravi danni ambientali.

In quest'ambito l'introduzione di nuove tecnologie deve tener conto dei metodi del *"risk assessment"*, cioè la valutazione dei rischi connessi all'uso della tecnologia scientifica per l'uomo e per l'ambiente anche sotto l'aspetto preventivo, così come sancito dal documento del "Center for National Policy" degli Stati Uniti (1985).

L'inquinamento non è solo chimico-fisico, ma anche socio-culturale. Si parla quindi di "Social Impact Assessment" per la valutazione di fenomeni di massa come la droga, la dipendenza dai mass media etc., importante per l'analisi dello sviluppo sociale.

*"Lo sviluppo sociale dovrebbe essere sinonimo di crescita umana e di incremento della qualità della vita. La tecnologia, allo stato attuale delle cose, è disfunzionale ai principi che dovrebbero animare la scienza, poichè essa dovrebbe essere la prassi con cui le teorie scientifiche trasmettono, concretizzandosi, l'utilizzazione pratica atta a favorire lo sviluppo sociale"* (M. Trimarchi e L. L. Papeschi, 1988).

La situazione nosologica del modello di società industriale dei Paesi dell'Europa Occidentale evidenzia un aumento rilevante della malattia aspecifica ad eziologia multifattoriale.

Aterosclerosi, ipertensione, infarti, tumori, gastriti, duodeniti, coliti, disturbi epatici, litiasi, malattie disendocrine e dismetaboliche, flogosi croniche delle vie aeree, asma, allergosi, osteoartrosi,

miopia, ipoacusia, nevrosi, disturbi della personalità e disadattamento esistenziale sono le espressioni più frequenti della nuova patologia cronico-degenerativa.

Si tratta di quadri morbosi non fisiogeni, praticamente inesistenti nei popoli primitivi e negli animali selvatici. Lo hanno accertato ricerche condotte tra gruppi umani rimasti ancora allo stato tribale in Africa, Asia, Sud-America, Australia. Sono patologie che emergono storicamente e geograficamente col diffondersi della produzione e dei costumi di vita della società industriale (Bompiani 1987).

Il destino dell'uomo è vincolato alla salute dell'ecosfera; lo stile di vita della nostra società condiziona quantitativamente e qualitativamente l'intervento sull'ambiente.

E' ormai chiaro che ogni azione distruttiva verso la natura limita e riduce i benefici acquisiti dalla scienza medica e nel lungo periodo possono minare le capacità di sopravvivenza nostre e dei nostri figli.

La scienza deve dare strumenti di conoscenza e determinare la consapevolezza della nostra dipendenza dalla natura, dal momento che essa ci ha generato ed ha permesso la nostra vita.

Uomo e natura, uomo e ambiente sono così interconnessi che *"qualità della vita e qualità dell'ambiente dovrebbero essere sinonimi, mentre vediamo il nostro habitat compromesso a livelli tali da non distinguere il fisiologico dal patologico"* (Manzione e Lugaresi, 1986).

Questo dipende dal fatto che, come ha scritto Barry Commoner: *"la nostra capacità di interferire con l'ambiente supera di gran lunga la nostra conoscenza delle possibili conseguenze"* (1972).

Questa capacità culturale previsionale, purtroppo, non è ancora stata realizzata.

L'arma del futuro è il potenziamento del cervello umano: *"Una delle chiavi indispensabili per educare l'individuo alla presa di coscienza del proprio ambiente naturale e sociale è quella di porre in evidenza nelle varie fasi di sviluppo della ontogenesi culturale che l'organismo umano fa parte geneticamente dell'ambiente naturale e che mai l'uomo dovrà discostarsi con la sua cultura da esso se vuole mantenere sano il proprio corpo con tutti i suoi organi e soprattutto il cervello. Il cervello umano deve costantemente adattare gli input educativi socio-culturali al proprio ambiente biologico, genetico, biochimico, ecc.; non solo, deve anche trasformare un input culturale in molecole, in neuromediatrici, in peptidi naturali, in neurormoni, ecc. Gli esperti di neuroscienze possono comprendere l'immensa attività biologica che il nostro cervello deve svolgere per creare un continuo equilibrio tra ciò che è fisiologico alla natura dell'uomo e ciò che è patologico nella cultura dell'uomo"* (Trimarchi e Papeschi, 1985).

## AMBIENTE ESTERNO - AMBIENTE INTERNO

*Abbiamo cambiato tutto nel mondo,  
tranne noi stessi.*

Albert Einstein

*Ci troviamo nel vivo della trasformazione più rapida e più profonda che sia mai avvenuta nella storia umana, e questa trasformazione comporta gravi pericoli, oltre che immense opportunità. (...) Dobbiamo renderci conto che la trasformazione in atto non ha una sola dimensione, bensì due.*

*La prima è oggettiva, e riguarda il mondo attorno a noi; l'altra dimensione è soggettiva e riguarda il modo in cui noi vediamo quel mondo. La dimensione oggettiva è il territorio, quella soggettiva è la nostra mappa del territorio, ed è tutt'altro che trascurabile, in quanto decide del nostro orientamento sul territorio stesso.*

*Una mappa aggiornata è essenziale per la nostra sopravvivenza e il nostro sviluppo. Con una mappa obsoleta non saremo in grado di percepire alcuni aspetti nuovi e cruciali del nostro mondo, quindi andremo incontro a una gran quantità di shock e sorprese (...)*

*Aggiornare la mappa che prevale ancora nella mente della maggior parte di noi è possibile, ma tutt'altro che facile, poiché a disegnarla concorrono tutte le nostre percezioni, sensazioni, valutazioni, razionalizzazioni e intuizioni riguardo al mondo, oltre che al posto che vi occupiamo noi.*

*Alcuni di questi elementi sono razionali e intellettivi, altri irrazionali, emotivi e intuitivi, ma tutti insieme costituiscono il tessuto connettivo della nostra coscienza. La sfida consiste nel promuovere l'evoluzione di questa coscienza, visto che non si evolve spontaneamente con sufficiente rapidità. La dimensione interiore della trasformazione attuale è rimasta indietro rispetto a quella esteriore.*

(Da: E. Laszlo (1998): Terzo millennio: la sfida e la visione. Corbaccio Editore)

Come visto il concetto di "ambiente" chiama in causa il patrimonio culturale dell'uomo in tutte le sue valenze (cognizioni, sensibilità, esperienze, valori, concetti etici, concetti sociali, concetti religiosi, comportamenti): è giusto quindi considerare l'ambiente nella sua duplice valenza di "ambiente esterno" ed "ambiente interno".

Del resto, da un punto di vista scientifico, ogni livello di organizzazione (dall'atomo alla molecola, dalla cellula all'individuo, dalla comunità all'ecosistema, dalla biosfera al sistema solare, ecc.) presenta un ambiente interno ed un ambiente esterno strettamente interdipendenti ed integrati.

Il sistema di rapporti vivo, fragile e complesso che si viene a stabilire, nello spazio e nel tempo, necessita dunque un'approfondita conoscenza di ogni fattore in gioco.

Nel caso del rapporto uomo-ambiente troppo spesso vengono presi in considerazione solo gli effetti sulla natura e non le cause che risiedono nell'"ambiente interno" dell'uomo, nel suo cervello.

La psicologia ambientale fornisce ampia evidenza del fatto che il comportamento ed il benessere umano sono in stretta relazione con la realtà fisica e umana dell'ambiente.

Questa circolarità di rapporto, questa interdipendenza ci spinge ad analizzare dunque sia l'ambiente come luogo fisico-naturale sia nella sua proiezione socio-culturale in cui gli individui umani spendono la loro esistenza.

**SISTEMA, CONFINI** ed **AMBIENTE** costituiscono una triade di concetti interdipendenti.

La definizione dei contenuti dell'ambiente che andremo a considerare dipende dalla definizione di sistema. Poichè tale concetto può essere applicato ai fenomeni più vari, anche il concetto di ambiente risulta completamente flessibile.

Se l'oggetto d'analisi è **l'organismo biologico**, ambiente sarà il complesso di forze fisico-chimiche, di materie e di organismi, di altre specie come della propria, con cui l'organismo interagisce (ecosistema).

Se l'oggetto d'analisi è un **ecosistema**, l'ambiente sarà l'insieme di elementi chimico-fisici e organismici che ne stanno al di fuori, pur interagendo con esso (un complesso di altri ecosistemi - bioma o biosfera).

A questo proposito vanno fatte due considerazioni importanti:

- in entrambi i casi trattasi di **sistemi aperti, capaci di autoregolarsi e di mantenere un equilibrio dinamico**, all'interno del quale si verificano **scambi di materia, energia, informazione**.
- in entrambi i casi un elemento determinante per la definizione dell'ambiente da considerare è la definizione del **confine** che noi consideriamo discriminante per la distinzione fra un **ambiente esterno** ed un **ambiente interno**.

Questa distinzione è fondamentale nella biologia ottocentesca e fu introdotta nelle scienze sociali da E. Durkheim, che l'aveva desunta dal medico Claude Bernard.

Nel corso dell'evoluzione gli organismi pluricellulari hanno ideato un ambiente interno di composizione costante, che isola la maggior parte delle loro cellule dalle variabili condizioni del mondo esterno.

Claude Bernard, uno dei padri della fisiologia e fondatore della medicina sperimentale moderna, introdusse il concetto di **ambiente interno** più di un secolo fa, facendo osservare che la maggior parte delle cellule del corpo non vive a contatto con il variabile ambiente esterno, ma immerse nei liquidi del corpo, che costituiscono quello che egli chiamò *milieu intérieur*. Egli osservò che la stabilità dell'ambiente interno è un requisito indispensabile per un'esistenza libera e indipendente.

Per **ambiente interno** si intende quindi l'insieme degli elementi, delle strutture e dei processi interni al sistema, ma che esibiscono qualche grado di autonomia rispetto al sistema stesso; che non si identificano completamente in esso, non ne sono immediatamente e deterministicamente controllati.

Oggi sappiamo che gran parte dei sistemi viventi non solo sono membri di comunità ecologiche, ma sono essi stessi ecosistemi complessi, che contengono una moltitudine di organismi più piccoli dotati di una considerevole autonomia e che tuttavia sono integrati in maniera armoniosa nel funzionamento del tutto.

*Per esempio, nel caso degli organismi biologici, a livello cellulare, secondo recenti teorie, gli organelli che fanno parte del citoplasma sarebbero stati degli organismi originariamente autonomi che hanno costituito rapporti di simbiosi con l'organismo "dominante" (così i flagelli, considerati come ex-bacilli; i cloroplasti delle piante, originariamente autonomi e ora simbiotizzati; i mitocondri).*

Dunque ci sono tre tipi di sistemi viventi - **organismi, parti di organismi e comunità di organismi** - che costituiscono tutti delle totalità integrate le cui proprietà essenziali nascono dalle interazioni e dall'interdipendenza delle loro parti.

Pertanto in molti casi la definizione del "**confine**" di separazione è piuttosto incerta:

- a) molti organismi pluricellulari, specie marini, sono organizzati in forme così aperte e fluttuanti che è difficile distinguere i loro processi interni (ad. es. flussi di liquidi organici) da quelli esterni (flussi di acqua "ambientale" carica di nutrimenti);
- b) il tubo digerente di molti animali superiori costituisce l'ambiente in cui vivono diverse popolazioni batteriche ed è difficile talvolta stabilire se essi siano organismo o ambiente.

Un altro ordine di problemi, a questo proposito, riguarda i processi metabolici: il cibo, parte dell'ambiente, entra nel sistema e ad un certo punto diventa parte di esso: ma a quale punto? Qual'è il confine tra sistema e

ambiente esterno, nei riguardi del cibo: la bocca? La mucosa intestinale?

E il nostro rapporto con il "cibo-informazione" che pervade il nostro ambiente culturale qual'è? Ogni sistema si relaziona con il proprio ambiente, ovvero filtra, seleziona, accetta o rifiuta gli input informativi ambientali, per mezzo di proprie strutture: che tipo di confine cosciente riusciamo a stabilire tra ambiente esterno ed ambiente interno?

E lo stesso, naturalmente, v'è da chiedersi nei riguardi dei processi catabolici, mediante cui parti del sistema vengono rigettate nell'ambiente, come rifiuti (relatività del concetto di "rifiuto" in ecologia).

Il problema diviene più rilevante quando dal livello organismico si passa a sistemi composti da organismi diversi, e in particolare a quelli che hanno una dimensione spazio-territoriale (comunità, ecosistemi). Qui il sistema è composto non solo da organismi e dalle loro relazioni funzionali ma anche dal loro supporto territoriale: tale supporto svolge funzioni così importanti (sostegno fisico, stabilizzazione delle relazioni e comunicazioni, fonte di risorse, elemento di identificazione e di identità, ecc.) che è necessario considerarlo parte integrante, nel senso forte della parola, del sistema (ciò è particolarmente ovvio quando l'unità di analisi è l'ecosistema ma, se ci pensiamo bene, è altrettanto evidente considerando il rapporto che si viene ad instaurare tra madre e figlio e la sua evoluzione nel tempo).

Anche i gruppi umani possono essere considerati come ecosistemi: e i gruppi sociali per molti versi più importanti (la città, lo Stato) sono evidentemente costituiti anche di elementi fisico-territoriali così come gli ecosistemi, anche se in questo caso la continuità ed omogeneità dell'elemento spazio-territoriale, al di qua e al di là dei confini del sistema, giustificano l'adozione del concetto di "ambiente interno" e di "ambiente esterno".

La **vita** stessa viene definita come *un insieme di rapporti tra l'ambiente esterno e l'ambiente interno dell'individuo*; e una delle tendenze fondamentali dell'evoluzione biologica è individuata nella progressiva emancipazione dell'ambiente interno dell'organismo dalle influenze esterne, ovvero nella realizzazione di livelli sempre più elevati di stabilità o omeostasi rispetto alle fluttuazioni delle pressioni ambientali (l'omeotermia ne è l'esempio più familiare).

## VITA

Prendiamo il **concetto di vita**: tutti sanno di cosa si tratta ma pochi, se non nessuno, riescono a definirlo.

Su un dizionario spesso è riduttivamente definito come *lo spazio di tempo compreso tra la nascita e la morte* oppure come *l'insieme delle proprietà che caratterizzano la materia vivente*.

In genere quando chiediamo "*cos'è la vita*" ci viene mostrata tutta una serie di organismi che più o meno (mammiferi, rettili, anfibi, alberi, licheni, alghe, batteri) presentano i caratteri tipici dell'essere vivente.

Riteniamo che sia un modello di comportamento che la materia presenta quando raggiunge un certo livello di organizzazione e complessità, ma non possiamo dimostrarlo perchè non siamo in grado di riprodurre il fenomeno. Ed è improbabile che qualunque cosa che possiamo produrre oggi o che possiamo immaginare di produrre in un prossimo futuro presenti così numerose proprietà di metabolismo, autoprotezione, riproduzione e variabilità ereditaria da dover essere considerata vivente.

Se chiediamo ad un gruppo di scienziati "**che cos'è la vita?**" ognuno risponderà partendo dal punto di vista della propria disciplina:

-) il **fisico** dirà che la vita è uno stato particolare della materia che riduce la sua entropia (\*) interna in un flusso di energia libera, ed è caratterizzata da una complessa capacità di auto-organizzazione;

-) per il **biochimico** l'organismo vivente è quello che assorbe energia libera sotto forma di luce solare - o energia chimica potenziale, come ad esempio cibo o ossigeno - e impiega tale energia per crescere secondo le istruzioni codificate nei suoi geni;

-) per il **biologo** neo-darwinista la vita è una proprietà delle entità molecolari organiche che consente loro di crescere e di riprodursi. Gli eventuali errori di riproduzione vengono corretti attraverso il processo di selezione naturale;

-) Un **ecologo** la definirebbe in questi termini: *complesso fenomeno per cui gli organismi sono in grado di accrescersi, riprodursi e reagire agli stimoli ambientali in modo da mantenere il più possibili costanti le loro caratteristiche chimico-fisiche interne* (omeostasi). Ciò avviene per mezzo di vari e ordinati processi che implicano da un lato la trasformazione di materia ed energia provenienti dall'esterno (nutrizione, respirazione, fotosintesi), dall'altro i meccanismi genetici dell'autoregolazione;

-) per un **filosofo** la vita diviene, da concetto meramente biologico, fonte perenne dei valori e del loro rinnovarsi.

---

(\*) Entropia: misura della vicinanza di un sistema allo stato di equilibrio: minore è l'entropia, maggiore è il disequilibrio e dunque l'informazione disponibile nel sistema.

## DALLA BIOSFERA ALL'ANTROPOSFERA, ALLA NOOSFERA

Ma per quanto sia difficile conoscere i risultati dell'interazione delle leggi naturali, indubbiamente la maggiore difficoltà è dovuta al fatto che un fattore di rilevante importanza per l'intero sistema, cioè l'uomo, sfugge parzialmente alle leggi di natura: l'antroposfera infatti è soggetta sia alle leggi fisiche, che a quelle biologiche che ad un ordine di tipo spirituale.

Per meglio mettere in evidenza l'importanza della componente spirituale dell'uomo, al posto di antroposfera, si usa talvolta quello di noosfera (dal greco *nous* = *mente*).

Il fondatore della moderna biogeochimica, il mineralogista russo Vladimir I. Vernadsky (cui va il merito di aver diffuso anche l'uso del termine "**biosfera**" nel pensiero scientifico a partire dal 1926) proprio poco prima della morte scrisse: *"Guardo al futuro con grande ottimismo. Penso che andiamo incontro ad una modificazione non solo storica ma anche planetaria: noi viviamo in una fase di transizione verso la noosfera"*, cioè la sfera della mente.

Odum, uno dei grandi padri dell'ecologia moderna nel suo *"Principi di ecologia"* afferma invece: *"Durante l'evoluzione del sistema nervoso centrale la mente umana è diventata gradualmente il meccanismo più potente per quanto riguarda la capacità di modificare gli ecosistemi. Il ruolo dell'uomo sta diventando così importante come "agente geologico" che Vernadsky ha suggerito che si parli di noosfera per indicare il mondo dominato dalla mente umana che gradualmente sostituirà la biosfera, cioè il mondo in naturale evoluzione che è esistito per miliardi di anni.*

*Questa filosofia è pericolosa perchè presuppone non solo che l'uomo sia abbastanza saggio da comprendere le conseguenze delle sue azioni ma che sia capace di sopravvivere in ambiente completamente artificiale".*

## ECOLOGIA UMANA

Per "**ecologia umana**" si intende quell'insieme di studi che vertono sulle scambievoli interazioni fra l'uomo organizzato in vari gruppi sociali di varia entità ed origine (e retti da normative diverse) e l'ambiente che lo circonda.

L'uomo ha impiegato le sue capacità intellettive per modellare a suo uso e consumo il mondo naturale e per costruire "fuori di se" un ambiente "artificiale" fatto su misura per rispondere alle sue esigenze interiori di benessere e sicurezza.

Questi due mondi (quello naturale e quello artificiale) marciano intersecandosi continuamente ma le loro interazioni si fanno sempre più difficili.

Una delle chiavi indispensabili per educare l'individuo alla presa di coscienza del proprio ambiente naturale e sociale è quella di porre in evidenza nelle varie fasi di sviluppo della ontogenesi culturale che l'organismo umano fa parte geneticamente dell'ambiente naturale che mai l'uomo dovrà discostarsi con la sua cultura da esso se vuole mantenere sano il proprio corpo con tutti i suoi organi e soprattutto il cervello.

Il cervello umano costituisce infatti a livello filogenetico ed ontogenetico l'espressione più alta dell'evoluzione biologica in quanto a complessità e a potenzialità creatrici.

In esso si condensano milioni di anni di evoluzione del nucleo informativo (il genoma) del mondo biologico.

Ma in esso convivono, accanto ai principi fisiologici insiti nel suo essere un prodotto dell'evoluzione naturale, criteri ispiratori di prodotti culturali umani spesso antitetici alla "logica della natura.

L'uomo si è costruito una sua metafisica, che ha formato la sua educazione, che a sua volta ha portato avanti la sua scienza e la sua tecnologia.

Il cervello umano deve costantemente adattare gli input educativi socio-culturali al proprio ambiente biologico, genetico, biochimico, deve trasformare un input culturale in molecole, in neuromediatrici, in peptidi naturali, in neuroormoni, ecc.

Il nostro cervello deve svolgere un'immensa attività biologica per creare un continuo equilibrio tra ciò che è fisiologico alla natura dell'uomo e ciò che è patologico nella cultura dell'uomo.

Sir George Stapledon, autore del volume "Human Ecology" ed uno dei principali esponenti di quel vasto gruppo di ricercatori interessati ai problemi della "qualità della vita" concordava con una definizione di Shelley che coincideva con la sua visione che vuole essere essenzialmente biologica: *" Un uomo per esser molto buono - scriveva il grande poeta inglese - deve saper immaginare intensamente e comprensivamente; deve saper collocarsi al posto di un altro e di molti altri; le sofferenze e le gioie dell'umanità devono diventare sue proprie".*

Si tratta di una concezione etica che Stapledon ritiene valida in senso razionale e scientifico biologico. Insiste quindi sull'esigenza di potenziare una volontà e capacità creativa, che costituisce la più grande forza dell'uomo.

Se questa forza diventa attiva destando un interesse che si orienti in virtù di una selettività mentale, può generarsi una "fioritura creativa" che rende possibile una pienezza della vita.

## **BASI PER UN'EDUCAZIONE ISPIRATA AI PRINCIPI ECOLOGICI**

Lo studio dei sistemi naturali fornisce una cornice concettuale per collegare le comunità ecologiche alle comunità umane.

In entrambi i casi si tratta di sistemi viventi che mostrano gli stessi principi basilari di organizzazione:

- sono sistemi aperti al flusso di energia e di risorse;
- le loro strutture sono determinate dalle rispettive evoluzioni, caratterizzate da un processo di complessificazione;
- sono intelligenti perchè possiedono le dimensioni cognitive insite nei processi della vita.

Naturalmente ci sono molte differenze tra ecosistemi e comunità umane:

- non esiste consapevolezza di sé negli ecosistemi;
- non esiste linguaggio;
- non esiste coscienza;
- non esiste cultura;
- non ci sono né giustizia né democrazia.

Ma, pensandoci bene, molte di queste "facoltà superiori" che ci auto-attribuiamo non sono molto esercitate dal genere umano (che spesso brilla per avidità e disonestà, qualità non presenti nei sistemi naturali).

Ma ciò che possiamo e dobbiamo imparare è come vivere in modo sostenibile, dal momento che nel corso di oltre tre miliardi di anni di evoluzione gli ecosistemi del pianeta si sono organizzati per vie ingegnose e complesse in modo da raggiungere la massima sostenibilità.

- **L'interdipendenza.**
- **La natura ciclica dei processi ecologici.**
- **L'energia solare come fonte primaria.**
- **La cooperazione diffusa.**
- **La flessibilità.**
- **La diversità.**

## BIBLIOGRAFIA

- Giombi, Lucarelli, Terranova: "Igiene ambientale" - La Nuova Italia Scientifica - 1989
- B. Commoner: "Il cerchio da chiudere" - Garzanti - 1972
- P. Natale: in Gilli: "Igiene dell'ambiente e del territorio" - Ed. Medico Scientifiche - 1989
- M. Trimarchi, L.L. Papeschi: "L'integrazione delle scienze per una tecnologia più umana" - Ediz. ADE-CEU - 1988
- M. Trimarchi, L.L. Papeschi: "Cultura e natura nell'evoluzione umana" - Ediz. ADE-CEU - 1985
- F. Manzione, E. Lugaresi: "L'integrazione delle scienze per l'evoluzione dell'uomo e del suo rapporto con l'ambiente" - S.I.E.U. - 1986
- A. Bompiani: "L'uomo e l'ambiente" - Prolusione al LXVI Anno Sociale dell'Accademia di Storia dell'Arte Sanitaria - Roma, 15/1/1987
- U. Colombo et Al.: "Ecologia" in Enciclopedia del Novecento - Istituto dell'Enciclopedia Italiana - 1989
- M. Maggi: "Uomo, inquinamento, ambiente" - Relazione al Convegno "Ambiente e malattie del sistema nervoso" - Roma, 1990
- K. Polanyi: "La grande trasformazione. Le origini economiche e politiche della nostra epoca", Einaudi - 1974
- S. Lombardini: "Prefazione" in "Pensiero economico e ambiente", Loescher, 1982
- J. Passmore: "La nostra responsabilità per la natura", Feltrinelli, 1986, p. 57
- E.P. Odum: "Basi di ecologia", Piccin, 1988

## Prima Lezione

### L'AMBIENTE COME SISTEMA

Come abbiamo visto la parola "ambiente" può creare molti equivoci perchè a seconda delle persone che la recepiscono e la usano, viene intesa in maniera diversissima: ciò che è unificante è il fatto di vederlo come un sistema riferito a uno o più organismi che sono parte di esso.

Si può definire **sistema** un insieme di oggetti o di concetti connessi fra loro da qualche regolare forma di azione o di interdipendenza.

Esistono sistemi naturali come quello solare (di tipo fisico) o quello nervoso (di tipo biologico) e sistemi artificiali, come quelli di trasporto o economico. Di solito i sistemi biologici sono molto più complessi di quelli fisici e spesso sono difficilmente analizzabili nella loro interezza anche da parte degli scienziati.

Che poi l'organismo sia il bambino a scuola, a casa, nel quartiere o nel bosco, che sia l'operaio che lavora in una fonderia o che sia un pesce in una scogliera corallina (anche se le implicazioni pratiche ed educative sono ovviamente diversissime) rimane il fatto che **l'ambiente è il sistema riferito all'organismo o agli organismi che ne fanno parte.**

L'ambiente, quale che sia il modo in cui lo consideriamo, è dunque un sistema e per di più complesso.

La conoscenza di un ambiente presuppone la capacità di conoscere il relativo sistema.

Il sistema più semplice che possiamo considerare è dato da due elementi uniti da una relazione. Se la relazione è evidente, il sistema è controllabile in quanto tale anche dai bambini più piccoli.

A questo primo livello di indagine, l'ambiente è visto dal bambino come un "contenitore" di elementi, ciascuno dei quali è visto come sistema semplice, in quanto in rapporto con qualche altro elemento o fattore dell'ambiente stesso.

### DEFINIZIONE DI SISTEMA COMPLESSO

“Un sistema complesso è un insieme di elementi in interazione”. Quando in un sistema qualcuno dei suoi elementi si modifica tutti gli altri ne sono interessati e per tanto, tutto l’insieme cambia.

Le caratteristiche principali comuni a ogni sistema sono quattro:

- Ogni sistema ha una finalità, ossia compie una funzione concreta;
- Ogni sistema riceve influenze dall’ambiente in cui si trova;
- Il sistema influisce sull’ambiente circostante, interagendo con esso e generando dei prodotti;
- I prodotti che il sistema invia nell’ambiente provocano una risposta (feed-back) dell’ambiente sul sistema: In questo modo il sistema è “informato” delle ripercussioni provocate dai prodotti che ha generato.

Il sistema ha certe caratteristiche perché esse sono funzionali al suo mantenimento nel tempo e ne assicurano la sopravvivenza. Esso non rimane sempre uguale ma è soggetto a cambiamenti: è soggetto a perturbazioni casuali e causali in quello che viene definito come un “equilibrio dinamico” in cui avviene una trasformazione continua che peraltro mantiene un tipo di organizzazione che gli permette di adempiere alle sue funzioni.

Quando allontaniamo un sistema vivente dalla sua situazione di equilibrio, normalmente esso

mostra una grande capacità di adattarsi per rispondere a questi cambiamenti. Ma quando il cambiamento è molto forte, arriva ad un certo punto in cui esso non è più capace di adattarsi e allora possono succedere due cose: o si impone il disordine e il sistema si distrugge oppure, attraverso meccanismi autoorganizzativi, il sistema si rinnova e raggiunge un nuovo livello di stabilità, diverso dal precedente.

La tensione e la rottura di un equilibrio può comportare in ogni sistema naturale, sociale o umano un'opportunità per il proprio rinnovamento e per l'acquisizione di un nuovo e migliore stato di equilibrio dinamico oppure la sua distruzione. Che succeda una cosa o l'altra dipende da fattori così complessi che non è facile sapere in anticipo il cammino che seguirà un sistema sottoposto a forti tensioni.

## IL CONCETTO DI ECOSISTEMA (O SISTEMA ECOLOGICO)

L'organismo è stato tradizionalmente considerato al centro dell'interesse scientifico dei naturalisti, dando luogo all'affermazione delle discipline tassonomiche (botanica, zoologia, microbiologia, ecc.). D'altra parte pari interesse è stato riservato allo studio settoriale dell'ambiente fisico dove gli organismi sono inseriti.

Il concetto di ecosistema, che viene assunto come filo conduttore della trattazione, fornisce la chiave di lettura della realtà naturale e consente la formazione di un quadro di riferimento generale.

Il concetto di ecosistema come oggetto di studio costituisce un autentico fondamento di originalità metodologica per il progresso di una conoscenza scientifica in un'ottica interdisciplinare integrata.

In primo luogo rovescia il tradizionale tipo di approccio scientifico basato sul metodo riduzionistico di scomporre la realtà nei suoi singoli componenti per studiarli e misurarli separatamente l'uno dall'altro. E' ormai accertato che la conoscenza delle parti non aiuta che limitatamente a stabilire il funzionamento dell'insieme.

L'ecologia assume come oggetto di studio l'**ecosistema**, ossia ***l'insieme di una comunità di esseri viventi vegetali ed animali (o biocenosi) e del suo luogo di vita (o biotopo) legati tra di loro da una serie di funzioni o relazioni.***

Un ecosistema ha dunque componenti viventi o biotici (piante, animali, microrganismi) e componenti non viventi o abiotiche (rocce, suolo, acqua, aria, luce, calore, ecc.).

**L'ecosistema è dunque una unità riconoscibile in natura, i cui componenti (biotici e abiotici) sono rappresentativi del tipo di realtà che si vuole indagare.**

I limiti fisici dell'ecosistema sono fissati solo dagli obiettivi dello studio; le dimensioni di un ecosistema possono variare tra quelle di un microcosmo (ad esempio *l'ambiente rizosferico immediatamente adiacente alle radici di una pianta*) a quelle dell'intera *biosfera* oppure da altri livelli intermedi a diversa dimensione territoriale (*un campo coltivato, un'azienda agraria, un bosco, un lago, un bacino idrografico, ecc.*).

Importante è che l'unità di studio mantenga una sua autonomia funzionale, affinché possano essere studiate le interazioni tra i componenti biotici e abiotici del sistema.

Nella dinamica di funzionamento dell'ecosistema emerge come l'integrazione delle parti superi il loro attrito nell'economia generale del sistema. Le parti si dimostrano, cioè, più solidali che in antagonismo, mantenendo in vita il sistema (unità gerarchicamente superiore) nonostante i rapporti di predazione su cui si articola la catena alimentare (produttori, consumatori, decompositori).

In definitiva ***un ecosistema è una unità che, in virtù del continuo flusso di energia solare che lo sostiene, è capace di autorganizzarsi, autocontrollarsi, automantenersi ed autoevolversi.***

## **L'ECOLOGIA CERCA DI STABILIRE LE LEGGI DELLA NATURA**

Studiare la struttura e la funzione della biosfera e dei sistemi naturali che la costituiscono significa cercare di scoprire il loro disegno complessivo.

### **Principali caratteristiche dei sistemi naturali**

- complessità;
- sono organizzati gerarchicamente;
- sono strutturati per il mantenimento dei sistemi più ampi di cui fanno parte e quindi alla preservazione della propria integrità e stabilità.
- esistenza nello spazio-tempo;
- carattere cooperativo, autoregolatore;
- sono diretti ad uno scopo;
- sono dinamici;
- sono creativi.

La *"logica della Natura"* si esprime attraverso una serie di leggi:

- la minima dispersione dell'energia (materia-informazione) e la sua massima utilizzazione;
- assenza di sprechi (riciclo);
- strategie a lungo termine (evoluzione);
- relazioni interspecifiche che dalla competizione tendono verso forme sempre più spinte di cooperazione e di coevoluzione;
- la tendenza al raggiungimento di un equilibrio dinamico tra le varie parti;
- il sistema naturale, di cui l'uomo è una parte, tende ad essere autoequilibrato, autoadattativo, autopurificante.

## I CONTRIBUTI DELL'ECOLOGIA ALLE ALTRE SCIENZE

### L'ottica spazio-temporale

*"Stiamo cominciando a capire che le società, come gli individui che le compongono e come la vita in generale, hanno una dimensione temporale. Sono dei processi e la loro direzione nel tempo è una parte della loro natura altrettanto importante della loro organizzazione in ciascun particolare momento."*

*Julian Huxley*

Nonostante la fondamentale tendenza della natura ad una relativa stabilità, gli esseri viventi mutano continuamente.

Così un ovulo fecondato si trasforma in feto, un bambino in un adulto, un ecosistema pioneristico in un ecosistema climax.

Come si concilia questa tendenza al mutamento con la tesi della stabilità complessiva?

Da un punto di vista globale le singole generazioni si possono considerare come "antenne" che consentono al processo evolutivo di lungo periodo di monitorare le sue interazioni con il suo ambiente spazio-temporale e quindi di adattarvi.

Lo sviluppo ontogenetico e cioè il percorso evolutivo che il sistema è costretto a seguire in virtù delle istruzioni di cui è dotato e dei vincoli impostigli dai sistemi più ampi di cui fa parte presenta quindi una certa "stabilità di traiettoria".

Nondimeno in condizioni ambientali variabili, un essere vivente può svilupparsi in una nuova direzione in modo da raggiungere un nuovo stato finale.

Tutti i bioprocessi sono sequenziali: ciò significa che i loro vari stadi devono aver luogo nel giusto ordine, tanto che, se uno stadio viene saltato, gli stadi successivi non avranno luogo o avranno luogo imperfettamente.

Inoltre ogni stadio deve aver luogo nell'ambiente spazio-temporale o campo rispetto al quale il comportamento a quello stadio è adattativo.

Se pensiamo allo sviluppo embriologico esso, avvenendo all'interno di un ambiente altamente protetto e ordinato e costituendo quindi in modo tanto evidente una strategia pianificata, ha un carattere sequenziale.

Questo carattere sequenziale dello sviluppo era stato osservato da Jean Piaget e da Inhelder che ne trassero la seguente conclusione:

*"Lo sviluppo non avviene a caso attraverso incontri con l'ambiente fisico e sociale ma segue una certa direzione; nello sviluppo del pensiero, in particolare, ci sono sequenze o fasi di progressiva strutturazione".*

Piaget e Inhelder ripropongono l'analogia parlando del processo di apprendimento:

*"L'apprendimento dipende in definitiva dal livello di sviluppo del soggetto. In generale, tutta questa ricerca ha dimostrato che il bambino giunge sempre a effettuare il passaggio da un sotto-stadio a quello successivo, senza mai saltarne uno."*

In ecologia il principio sequenziale è chiamato *"successione ecologica"*.

Per Clements, uno dei fondatori dell'ecologia olistica, la natura non si muove senza meta ma in un costante flusso verso la stabilità.

In un determinato ambiente, si potrebbe tracciare una chiara progressione attraverso quello che Clements chiamò un *"sere"* che inizia dagli stadi pioneristici con un assemblaggio squilibrato e relativamente instabile e termina con una comunità complessa stabile ed equilibrata (*climax*), capace di perpetuarsi indefinitivamente.

*"La comunità matura, con la sua maggiore varietà di specie. la sua struttura organica più ampia e i suoi flussi energetici in equilibrio è spesso capace di proteggere l'ambiente fisico in misura maggiore della comunità più giovane che è però spesso più produttiva.*

*Così in un ambiente fisico fluttuante, lo scopo fondamentale della successione ecologica... può benissimo essere il raggiungimento di un certo grado di stabilità od omeostasi, piuttosto che un semplice aumento della produttività."*

*Eugene Odum*

Tutto ciò deve farci riflettere su quanto sia innaturale e distruttiva l'idea del progresso economico indiscriminato che cerca di massimizzare la produzione, ignorando i suoi effetti destabilizzanti sui sistemi biologici, sociali ed ecologici.

## FISIOLOGIA DEI SISTEMI NATURALI

*"Cos'è che tiene tanti gruppi di animali in una forma straordinariamente costante per milioni di anni? Questo sembra ora essere il problema - il problema della costanza, piuttosto che del mutamento."*

W.H. Thorpe

### Stabilità e mutamento

Mentre in genere si dà ampio risalto ai fattori di mutamento dei sistemi naturali la cui variazione sottolinea il dinamismo dei processi evolutivi, non altrettanto risalto viene dato alla continuità o stabilità, forse la caratteristica più sorprendente del mondo degli esseri viventi.

Lo stesso Darwin era estremamente colpito dalla costanza del mondo naturale e una volta avanzò perfino l'idea che essa potrebbe essere più importante della "lotta per la sopravvivenza" della quale tanto si occupava. In una lettera al geologo Charles Lyell così scriveva: *"Se dovessi cominciare ex novo, userei il termine 'conservazione naturale'"*.

Un'idea simile è stata espressa anche da Gaylord Simpson, uno dei fondatori della teoria sintetica dell'evoluzione il quale ammette che: *"l'eredità è, tutto sommato, un fattore conservativo, che tende a tenere le generazioni che si succedono entro uno schema comune. La ghianda produce una quercia simile, tranne che per dettagli inessenziali, all'albero che ha prodotto la ghianda"*.

Ma non può evitare di sottolineare che *"i discendenti non sono tuttavia mai esattamente identici ai genitori"* e che *"dato che l'evoluzione è un processo di mutamento, queste differenze sono particolarmente interessanti per noi."*

*"Nel nostro sistema educativo - scrive il biologo P. Weiss - ci comportiamo in modo molto simile ai redattori dei giornali, che mettono in risalto i fenomeni spettacolari e trascurano quelli molto più costanti"*.

Così poniamo l'accento sull'evoluzione ma non insegniamo ai nostri figli che le caratteristiche fondamentali di tutti gli esseri viventi sono esattamente le stesse da milioni di anni:

- meccanismi biochimici di sintesi macromolecolare;
  - utilizzazione di energia;
  - respirazione;
  - accumulo;
  - proliferazione;
  - divisione cellulare;
  - struttura e funzione delle membrane;
  - contrattilità;
  - eccitabilità;
  - formazione di fibre;
  - pigmentazione
- e così via.

Paradossalmente il processo di evoluzione è essenzialmente conservativo, non innovativo. La "strategia" dell'evoluzione non è operare una trasformazione ma, finché è possibile, opporsi alle trasformazioni nell'ambiente.

Le mutazioni casuali sono estremamente rare e i sistemi naturali sviluppano i metodi più elaborati per evitare che esse abbiano luogo e per ridurne al minimo l'incidenza.

Ipotizzare che l'evoluzione sia basata sulla selezione tra mutazioni casuali è *"come ipotizzare che, se continuassimo a gettare dei mattoni in tanti mucchi, alla fine saremmo in grado di sceglierne la casa più desiderabile"* (Waddington).

Jacques Monod nel suo libro *"Il caso e la necessità"* lo ammette: *"Grazie alla perfezione conservatrice dell'apparato replicativo ogni mutazione, individualmente, costituisce un avvenimento molto raro"*.

Per di più una volta che le mutazioni hanno luogo, esistono speciali meccanismi, perfezionati nel corso dell'evoluzione, che ne assicurano l'eliminazione: per esempio le cellule mutate a seguito di una esposizione a radiazioni o ad altri agenti mutageni sono, in condizioni normali, eliminate dal sistema immunitario.

Se non fosse per questo l'incidenza del cancro sarebbe ancora più alta di quanto non sia attualmente.

Possiamo quindi affermare che i sistemi naturali non tendono al mutamento ma a evitarlo.

Il mutamento avviene non perchè sia desiderabile di per sé ma perchè, in certe condizioni, è giudicato necessario come mezzo per prevenire mutamenti prevedibilmente più ampi e distruttivi: assistiamo quindi ad un *cambiamento per necessità*.

In ecologia uno dei problemi relativi al termine "stabilità" è che esso viene usato in modo diverso dai diversi studiosi.

Eugene Odum fa una distinzione tra due differenti tipi di stabilità:

a) **stabilità di resistenza** (*resistance stability*) che egli definisce: *"la capacità di un ecosistema di resistere alle perturbazioni e mantenere intatte la sua struttura e la sua funzione"*. Un esempio è la foresta di sequoie della California, resistente al fuoco grazie alla spessa corteccia degli alberi e ad altre caratteristiche ma che se dovesse bruciare forse non si riprenderà mai;

b) **stabilità di ripresa** (*resilience stability*) che è *"la capacità di un sistema di riprendersi quando è stato sconvolto da una perturbazione"*. Esempio del chaparral della California (boscaglia xerofila simile alla macchia mediterranea) che brucia facilmente ma si riprende subito.

Questi due esempi ci danno modo di riflettere sulla necessità di integrare questi due aspetti della vita nell'ottica non certo della stagnazione, dell'inerzia ma di un continuo confronto con il dinamismo degli eventi.

L'ecologo canadese C.S. Holling, discepolo di Ilya Prigogine, sottolinea la necessità di *"imparare a vivere con le perturbazioni, con la variabilità e con l'incertezza"*.

*L'interiorizzazione del controllo fa aumentare la stabilità*

L'ecologo Wynne Edwards ha descritto come differenti esseri viventi hanno interiorizzato il controllo demografico: egli osserva che i fattori esterni - malattie, scarsità di cibo, incidenti - svolgono un ruolo insignificante nel controllare le popolazioni animali e conclude che *"esse stesse devono esercitare i controlli necessari"*.

Un esempio è il sistema territoriale degli uccelli e di alcuni mammiferi per cui i maschi si dividono il territorio in zone individuali che prevengono l'affollamento ed adattano la densità di popolazione alle risorse alimentari: invece di competere successivamente per il cibo, i membri del gruppo competono preventivamente per porzioni di territorio, evitando così anche il pericolo di sfruttare eccessivamente le risorse alimentari.

Analoghi "controlli interni" troviamo nelle società primitive sotto forma di "tabù" sessuali come

strategie di controllo demografico, di "mitologie" contro tendenze indesiderabili (la crescita demografica, l'ipersfruttamento dell'ambiente fisico, l'aggressività).

Ciò che li controlla non è l'ecosistema naturale, ma l'ecosistema "mentale" prodotto dalla loro visione del mondo, formulato nel linguaggio della loro mitologia.

Con la disgregazione delle società tradizionali i vincoli culturalmente interiorizzati di questo tipo cessano di essere operanti e i controlli esterni, applicati dallo Stato, non sono sostituiti efficaci.

Riquadro

### **SEMPRE UGUALI, SEMPRE DIVERSI**

Il corpo umano comprende circa 100.000 miliardi di cellule, un numero equivalente più o meno a quindicimila volte la popolazione della Terra e mille volte le stelle presenti nella Via Lattea. Di questo numero astronomico, ogni giorno si estinguono 600 miliardi di cellule e se ne rigenerano altrettante: oltre 10 milioni al secondo.

Una cellula della pelle ha un'esistenza media di appena due settimane circa, mentre le cellule delle ossa si rinnovano ogni tre mesi.

Ogni novanta secondi vengono sintetizzati milioni di anticorpi, ciascuno composto da circa 1200 amminoacidi, e ogni ora si rigenerano 200 milioni di globuli rossi.

Stando alle analisi ai radioisotopi condotte nei laboratori Oak Ridge (USA), ogni anno si rinnova anche il 98% degli atomi che costituiscono l'organismo.

Non esiste sostanza nel corpo che si mantenga costante, anche se le cellule del cervello e del cuore durano più a lungo. E tuttavia le sostanze che vi coesistono producono un numero davvero astronomico di reazioni biochimiche al secondo, circa 1030.

(Da: E. Laszlo (1998): Terzo millennio: la sfida e la visione. Corbaccio Editore)

## ORGANIZZAZIONE GERARCHICA

*"La realtà, nella concezione moderna, appare come una complessa sequenza di entità organizzate in senso gerarchico, che sfocia in livelli via via più comprensivi, dai sistemi fisici e chimici a quelli biologici e sociali".*

*von Bertalanffy (1950)*

Isolare un ecosistema - non importa la dimensione - a scopo di studio, cioè fissarne mentalmente i confini, automaticamente conduce a scoprire che la realtà è organizzata secondo sistemi di crescente complessità, superiori ed inferiori a quello considerato e necessariamente interconnessi.

Un sistema naturale è organizzato gerarchicamente (dall'atomo, alla cellula, all'organo, all'organismo, alla popolazione, alla comunità biotica, ecc.).

Allo stesso modo l'organizzazione sociale umana esemplifica nelle sue forme (individuo, coppia, famiglia, città, stato) una progressiva espansione e continuità di rapporti tra differenti livelli di aggregazione, che sono dotati di notevole autonomia funzionale (ognuno rappresenta un sistema) pur nell'ambito di un manifesto condizionamento gerarchico.

Di notevole interesse è il fatto che lungo la sequenza dei livelli di organizzazione compaiono nuove qualità del sistema, non prevedibili poichè non dipendono dalla semplice somma degli attributi dei componenti bensì dalle interazioni che questi realizzano.

Per esempio il livello di organizzazione individuale (il singolo uomo) si automantiene nell'arco temporale che è compreso tra la nascita e la morte, ma non è dotato della capacità di autorinnovamento.

Questa viene acquisita come nuova caratteristica solo al livello successivo di coppia e comporta la procreazione di nuovi individui, differenti tra loro e dai genitori (aumento di diversità).

Il concetto dei livelli integrativi di organizzazione è molto importante nel processo conoscitivo perchè mette in evidenza che lo studio della realtà ad ogni livello di organizzazione richiede attenzione per i livelli circostanti. Inoltre suggerisce che la completa conoscenza non può che tendere all'identificazione del livello di organizzazione più elevato (il mondo, l'universo).

Se ogni sistema naturale fa parte di una gerarchia di questo tipo, indipendentemente dal suo livello di organizzazione, esso deve avere due funzioni: da una parte, rispetto ai sistemi più ampi di cui fa parte, e dall'altra rispetto ai sistemi più piccoli che esso comprende.

Le "leggi naturali" non sono leggi assolute, come quelle che Laplace e Cartesio consideravano valide per il mondo meccanicistico da essi descritto: le leggi naturali si possono violare, ma solo a un certo prezzo: quello di ridurre la stabilità, sia direttamente ad un determinato livello d'organizzazione, sia indirettamente ad altri livelli gerarchici.

Per mantenere l'ordine, e quindi la stabilità di un sistema naturale, è necessario rispettare un determinato insieme di leggi: se queste non vengono rispettate ne seguirà il degrado e alla fine la morte del sistema.

Così se si vuole che un uomo resti sano, il suo comportamento deve essere soggetto a un insieme di vincoli fisici, chimici, biologici, psicologici, sociali ed ecologici.

Egli deve respirare aria fresca, bere acqua pulita, alimentarsi in modo appropriato e vivere in un ambiente che non si sia scostato troppo drasticamente da quello al quale si è adattato nel corso della sua evoluzione del suo sviluppo.

Egli è ovviamente libero di violare queste leggi ma ne pagherà lo scotto perchè la sua salute inevitabilmente ne soffrirà.

Riquadro

## I LIVELLI DI ORGANIZZAZIONE

L'ecologia si interessa principalmente di tre livelli:

- l'**organismo** nella sua individualità;
- la **popolazione**, costituita da gruppi di individui della stessa specie che vivono insieme in un certo luogo;
- la **comunità** o **biocenosi**, formata da tutte le popolazioni che occupano una data area.

Ciascuno di questi tre livelli è strettamente legato agli altri in una disposizione gerarchica, cioè in una serie ordinata dal più grande al più piccolo, per cui non può esistere una netta delimitazione o interruzione tra loro.

Così come l'organismo singolo non può sopravvivere a lungo senza la propria popolazione, questa non può sopravvivere senza essere inserita in una comunità e contemporaneamente ogni livello non può esistere senza relazioni con la materia e l'energia derivante dall'ambiente.

Le comunità, l'ambiente abiotico (non vivente) circostante e le reciproche relazioni che li legano formano un'**ecosistema**.

Per **bioma** si intende l'insieme delle comunità animali e vegetali che occupano regioni intere: esso è caratterizzato da un certo tipo di vegetazione o da altri aspetti del paesaggio immediatamente identificabili e strettamente legati al clima. Sono biomi la tundra, la foresta decidua temperata, le praterie, ecc. (Vedi capitolo 3).

## I SISTEMI NATURALI SONO OMEOSTATICI

*"Tutti i meccanismi vitali, vari come sono, hanno solo un unico obiettivo, quello di mantenere costanti le condizioni di vita nell'ambiente interno."*

Claude Bernard

Gli organismi biologici sono sistemi capaci con i loro sforzi di mantenere la propria stabilità (sia di resistenza che di ripresa), proprietà che viene chiamata **omeostasi**.

L'omeostasi è la tendenza di un sistema a conservare il suo stato attuale nonostante le perturbazioni esterne.

Un sistema naturale controllato da un fattore esterno, non può essere stabile (così come una nazione che non abbia una sua autosufficienza culturale ed economica può definirsi "sovrana" o come un individuo soggetto al dominio psicologico esercitato da una famiglia oppressiva).

L'evoluzione è la storia degli artifici che gli organismi viventi hanno via via adottato per compensare le variazioni del loro ambiente. Senza tali variazioni non vi sarebbe evoluzione.

Via via che i sistemi naturali si sviluppano i loro meccanismi omeostatici diventano sempre più sofisticati e il loro rapporto con l'ambiente più stabile.

Nei primi stadi di sviluppo i controlli sono rozzi e applicati esternamente: il limite di espansione di una popolazione, per esempio, sarà stabilito direttamente dalle risorse del suo ambiente. Se si espande oltre questo limite, la popolazione sarà ridotta dalla scarsità di cibo e dalle malattie a un livello che l'ambiente può sostenere.

Il fisiologo francese C. Bernard (1813-1878) fu colpito dal modo in cui le cellule viventi mantengono costante quello che egli fu il primo a definire il loro "ambiente interno" (*milieu intérieur*). Per lui *"questa costanza dell'ambiente interno è una condizione della vita libera"*.

Questo principio è rimasto fondamentale per la fisiologia: nel 1885 un altro grande fisiologo, il belga Leon Fredericq scriveva così: *"Ogni fattore di disturbo suscita di per se stesso un'attività di compensazione per neutralizzarlo o riparare il danno subito. Più si sale nella scala degli esseri viventi, più numerose, più perfette e più complicate diventano queste attività regolatrici. Esse tendono a liberare completamente l'organismo dagli influssi sfavorevoli e dai mutamenti che si verificano nell'ambiente"*.

Per Claude Bernard ottenere questo dev'essere l'obiettivo fondamentale di tutti gli esseri viventi.

Possiamo trovare in natura tanti esempi di queste attività regolatrici come il mantenimento costante della temperatura del corpo nei mammiferi nonostante i mutamenti esterni.

Gli uomini possono essere esposti per un breve periodo a un caldo secco a 115-128 gradi senza che la loro temperatura corporea aumenti sopra la norma. Dall'altra parte i mammiferi artici esposti ad un freddo fino a 35 gradi sotto zero non manifestano nessuna caduta sensibile della temperatura corporea.

Oltre alla resistenza a mutamenti indotti da fattori esterni (ciò che gli ecologi chiamerebbero "stabilità di resistenza") i sistemi naturali sono capaci di resistere a disturbi di origine interna.

Per esempio, il calore prodotto nel massimo sforzo muscolare, continuato per 20 minuti, sarebbe tanto grande che, se non fosse rapidamente dissipato, provocherebbe l'indurimento delle sostanze albuminose del corpo, come in un uovo sodo. Lo stesso sforzo è anche accompagnato dalla produzione di tanto acido lattico che, se non intervenissero altri meccanismi metabolici, in breve

tempo neutralizzerebbe tutti gli alcali presenti nel sangue.

L'omeostasi non è qualcosa di fisso e immobile, una stagnazione ma, al contrario, è una situazione dinamica, che implica una complessa serie di processi fisiologici coordinati che riguarda più organi che funzionano tutti cooperativamente.

Questa affermazione implica il fatto che l'organismo è capace di "percepire" come e quando regolare tutte le sue attività. Tali attività si manifestano a livello di organo, di sistema, di specie o di gruppo sociale

Via via che gli organismi si sono evoluti anche i meccanismi omeostatici che assicurano la costanza del loro ambiente interno sono diventati più elaborati (anfibi, incapaci di impedire l'evaporazione dell'acqua dal loro corpo nè di regolare la temperatura corporea; rettili capaci di impedire l'evaporazione ma ancora incapaci di regolazione termica; uccelli e mammiferi liberi dai limiti imposti dal freddo).

In effetti ogni organizzazione complessa dev'essere capace di aggiustamenti autocorrettivi più o meno efficaci per prevenire un arresto delle sue funzioni o la rapida disintegrazione delle sue parti quando è sottoposta a stress.

## ECOSISTEMI ED OMEOSTASI

Un ecosistema è caratterizzato da un alto grado di interazione tra le sue parti e dimostra capacità di autoregolazione (omeostasi), tendendo a mantenere un rapporto costante di componenti in un flusso continuo di energia, materia e informazione.

Ad esempio la variabilità dei fattori meteorologici (temperatura, piovosità, ecc.) che fungono da stimoli o limiti ambientali, induce continue modificazioni e aggiustamenti sulla struttura di una qualsiasi comunità naturale (foresta o prateria) nel senso che i suoi vari componenti vegetali e animali ne risulteranno favoriti o depressi, presentando rapporti di densità in continua evoluzione.

***L'omeostasi è quindi la capacità di un ecosistema di mantenersi in una situazione di equilibrio dinamico, in un contesto variabile di disturbi e stimoli. L'omeostasi conferisce al sistema stabilità, ossia l'attitudine a durare nel tempo.***

La capacità omeostatica di un ecosistema appare tanto più pronunciata quanto più la struttura del sistema è complessa, ossia quanto maggiore è la ricchezza biologica espressa come numero di specie presenti.

*"Oltre ai flussi di energia e ai cicli biogeochimici, gli ecosistemi sono ricchi di reti di informazione - H. Odum li chiama "i fili invisibili della natura" o "gli ormoni degli ecosistemi" - che comprendono flussi di comunicazione fisici e chimici che connettono tutte le parti e guidano e regolano il sistema nel suo insieme. Conseguentemente gli ecosistemi possono essere considerati cibernetici, ma le funzioni di controllo sono interne e diffuse invece che esterne e specifiche come nei dispositivi cibernetici costruiti dall'uomo".*

## I MECCANISMI DELL'OMEOSTASI

La capacità omeostatica è stata interpretata secondo un **modello cibernetico**: l'essenza di un tale modello consiste nell'esistenza di una rete di comunicazione collegante tutte le parti del sistema in un'unità integrata.

Le funzioni di questa rete globale sono quelle di guidare o regolare il sistema.

Sono tre le vie teoriche attraverso le quali l'omeostasi si può realizzare:

1. se la variazione ambientale è prevedibile, si può pensare ad un meccanismo temporaneo che controbilanci dall'interno e in modo periodico la modificazione esterna (es.: *ritmo circadiano*);
2. se le condizioni interne sono controllabili, qualunque allontanamento irregolare dalla norma potrebbe essere utilizzato come segnale che dà luogo ad una risposta; questo si annullerebbe solo quando la norma fosse ristabilita (es.: *sistema a feedback*);
3. se si è in grado di valutare le condizioni esterne e se sono note le proprietà del sistema omeostatico, è possibile pensare che l'organismo sia in grado di prevedere e anticipare la variazione esterna e quindi di far scattare una risposta che si contrapponga ad essa (es.: *autocontrollo cosciente*).

Dei tre possibili sistemi, solo il primo e il secondo sono utilizzati dagli organismi viventi. Il terzo presuppone un livello evolutivo superiore, appannaggio teoricamente umano, che stenta però purtroppo a manifestarsi compiutamente e diffusamente sia a livello individuale che sociale.

In effetti il grande vantaggio dell'uomo sugli animali è dato dal suo sistema nervoso altamente sviluppato che gli permette di fornire rapide risposte a rapide variazioni nel suo ambiente. L'intelligenza è una caratteristica che permette a chi la possiede di adattarsi alle variazioni che si producono durante la vita dell'individuo.

Altra considerazione da farsi è che un sistema non può mantenere la propria omeostasi a meno che la gerarchia di sistemi naturali di cui esso fa parte non sia anch'essa in grado di farlo. In altri termini un sistema può essere stabile solo se i sistemi più ampi di cui fa parte sono anch'essi stabili.

Non c'è, per esempio, alla lunga nessun individuo stabile in una famiglia instabile; nessun economia stabile in una società instabile; nessuna società stabile in un ecosistema instabile.

## 2. I meccanismi a “feedback”

I cosiddetti **meccanismi a “feedback”** o di retroazione positiva o negativa, operano come effetti favorenti o inibenti sulle cause che li producono e come tali partecipano attivamente al controllo del funzionamento del sistema.

La **fase climax** (fase terminale della successione ecologica) viene identificata come la fase duratura e stabile a cui tende il processo di sviluppo degli ecosistemi in virtù della complessità strutturale e funzionale realizzate attraverso l'intricata rete dei processi di interazione tra componenti biotici e abiotici.

Una volta che l'ecosistema ha raggiunto la fase terminale di sviluppo e di equilibrio dinamico, il trasporto di materia segue cicli piuttosto chiusi: sebbene i cicli biogeochimici dell'ecosistema non siano mai isolati dai più ampi cicli geochimici terrestri, la comunità biotica raggiunge un certo grado di interdipendenza dalla importazione di materia

*Esperimenti condotti su isolotti di mangrovie ricolonizzati da artropodi terrestri mostrarono che sebbene gli isolotti fossero alla fine popolati da specie molto diverse da quelle originarie, il numero complessivo di specie era molto simile a quello originario e la struttura trofica (erbivori, detritivori, predatori, ecc.) notevolmente stabile anche se le specie che costituivano ciascun livello trofico avevano subito una notevole variazione.*

*In altri termini, per essere stabile, un sistema naturale ha bisogno solo di conservare le sue caratteristiche fondamentali, non ogni particolare della sua struttura: in effetti i particolari devono necessariamente mutare in risposta a condizioni ambientali mutevoli, perchè è solo così che si possono evitare cambiamenti maggiori e più devastanti.*

Autoorganizzazione, diversificazione biologica ed omeostasi (autocontrollo) appaiono come facce interconnesse della complessa realtà naturale organizzata secondo il principio di "persistere mutando".

## COOPERAZIONE

*"L'aiuto reciproco è una legge della vita animale tanto quanto la lotta reciproca, ma... come fattore di evoluzione, ha probabilmente un'importanza maggiore in quanto favorisce lo sviluppo di abitudini e caratteri che assicurano la conservazione e l'ulteriore sviluppo della specie, assieme alla massima quantità di benessere e godimento della vita per l'individuo, con il minimo spreco di energia."*

*Petr Kropotkin*

L'idea del mondo come "grande impresa cooperativa" è antichissima: ben compresa dall'uomo tradizionale di tutti i continenti e, nella nostra civiltà occidentale, incarnata nel concetto di "economia della natura", termine usato per la prima volta da Sir Kenelm Digby nel 1658 e ripreso un secolo dopo da Linneo quando cercò di spiegare *"la grande organizzazione e il governo della vita sulla Terra; l'ordinamento razionale di tutte le risorse materiali in un tutto interagente"*.

Un altro dei fondatori dell'ecologia, Gilbert White, così scriveva: *"La natura è un grande economista, perchè trasforma lo svago di un animale nel sostentamento di un altro"*.

Lo stesso Darwin considerava la natura *"un grande schema di integrazione cooperativa"*. Nelle sue "Osservazioni generali" sull'ecologia di Rio de Janeiro (1832) scriveva: *"Non posso fare a meno di notare quanto esattamente gli animali e le piante di ciascuna regione siano adattati gli uni agli altri..."*

Fino agli anni '40 del nostro secolo si continuava a considerare il mutualismo la caratteristica più fondamentale degli ecosistemi.

Con lo sviluppo della visione del mondo più polarizzata sull'individualismo e la competizione, l'interesse per il mutualismo e le altre forme di cooperazione in natura scemò.

Una rassegna di 12 testi di ecologia pubblicati tra il 1970 e il 1975 conferma che la trattazioni delle interazioni tra organismi è centrata sulla predazione e la competizione.

Su 718 pagine dedicate alle interazioni interspecifiche, 321 riguardano le interazioni predatore-preda, 362 alle interazioni competitive e solo 35 ai rapporti mutualistici, presentati per lo più come *"interessanti ma eccentriche eccezioni alla regola generale"*.

Anzi per i modelli matematici di alcuni ecologi (Robert May) - basati però su l'unico tipo di mutualismo modellizzabile matematicamente (quello facoltativo) e su matrici di cooperazione e competizione che possono soltanto tener conto di due cooperatori o competitori alla volta - il mutualismo ha un effetto destabilizzante sugli ecosistemi.

Consideriamo una famiglia umana: ciò che la tiene unita è un rapporto mutualistico tra marito e moglie, genitori e figli.

Quando il mutualismo è sostituito dalla competizione, la famiglia va in pezzi: cessa di rimanere un'unità di comportamento stabile.

Se i membri cooperativi di una comunità umana, o le popolazioni che costituiscono un ecosistema, diventano improvvisamente competitivi, questi sistemi naturali inevitabilmente si disintegrano.

Nella prima parte degli anni '70 l'interesse per il mutualismo improvvisamente si riaccese e ciò è testimoniato dal lavoro di ecologi di diverse università: lo stesso May che nel 1973 affermava che *"l'importanza del mutualismo nelle popolazioni in generale è scarsa"* pochi anni dopo affermava che il mutualismo era da considerarsi *"un fattore cospicuo ed ecologicamente importante nella maggior parte delle comunità tropicali"*.

In particolare il rinnovato interesse per il mutualismo ha concentrato l'attenzione sul ruolo svolto

dai microrganismi nel metabolismo di organismi complessi.

Gli ecologi hanno evidenziato che un numero crescente di rapporti ritenuti prima di parassitismo o di predazione sono in realtà mutualistici.

Nei rapporti tra animali da pascolo ed erba, per esempio gli ecologi hanno avuto in passato la tendenza a considerare relativamente passive le piante che invece sono capaci di reagire al pascolo in un modo molto più dinamico, evidenziandone il rapporto mutualistico e addirittura ipotizzando una coevoluzione.

Per esempio, alcuni autori (W.I. Mattson e N.D. Addy) ritengono che *"gli insetti possono agire come regolatori della produzione primaria e dei cicli delle sostanze nutritive e questo svolge una funzione vitale nella dinamica degli ecosistemi"*.

Peraltro, affermano alcuni ecologi, *"le nostre attuali teorie del mutualismo sono ancora fondamentalmente meccanicistiche, matematiche, individualistiche e basate sulla massimizzazione dell'adattamento"*.

Boucher, uno degli ecologi che più si è interessato ai problemi del mutualismo, così descrive le difficoltà interpretative dei ricercatori:

*"Pur affermando che la natura è un tutto integrato e che qualsiasi cosa è connessa con qualsiasi altra cosa, continuavamo a fare ricerca con teorie che affermavano che le comunità non sono niente di più che insiemi di singoli organismi. In altri termini, la questione è un problema di dissonanza cognitiva: la difficoltà di lavorare con due insiemi di idee ecologiche, basati su assunzioni fondamentali differenti e, in ultima analisi, conflittuali"*.

## COMPETIZIONE

*"La crescita di una grande azienda è semplicemente un caso di sopravvivenza del più adatto... E' semplicemente l'attuazione di una legge di natura, d'una legge di Dio."*

*John D. Rockefeller Senior*

La rivoluzione industriale ha trasformato la nostra concezione del mondo naturale.

Adam Smith cercò di dimostrare che anche gli aspetti più distruttivi dell'industrialismo erano benefici.

La disintegrazione della società e l'individualismo, la competitività interpersonale e l'aggressività, che sono le inevitabili concomitanti dell'industrializzazione, erano per lui una vera e propria manna e costituivano, attraverso l'opera della *"mano invisibile"*, la base stessa della prosperità economica e quindi sociale.

Herbert Spencer formulò il principio della *"lotta per la sopravvivenza"* che considerava l'elemento fondamentale della società umana e un mezzo per creare una società più differenziata e quindi più efficiente.

Thomas Malthus (1786-1834) sostenne che la lotta per il cibo e le risorse era una necessità matematica e che la povertà, la denutrizione e la carestia erano del tutto normali, invero desiderabili, poichè le vittime della lotta per la sopravvivenza avrebbero fatto posto ai vincitori - i più adatti, che soli possedevano le qualità richieste per creare una società efficiente e prospera.

Charles Darwin, fortemente influenzato com'era da Spencer e Malthus, passò a dimostrare come la lotta per la sopravvivenza, che egli più o meno identificava con la competizione, fosse il principio organizzatore in natura e fornisse il mezzo per conseguire il progresso evolutivo.

In sintesi possiamo dire che se Adam Smith dimostrò che il principio competitivo valeva per l'economia, Spencer fece lo stesso per la sociologia, Malthus per la demografia e Darwin per la biologia evoluzionistica.

Gli ecologi accademici non sono stati da meno: pur evitando di fare delle analogie tra il mondo naturale e quello sociale l'ecologia del XX secolo ha perpetuato la tradizione di considerare le interazioni antagonistiche come la base dell'organizzazione delle comunità.

Nel famoso testo di ecologia di Ricklefs si legge che: *"la competizione come principale principio di organizzazione è accettata tanto largamente che ha raggiunto lo status di paradigma"*.

Gli ecologi ortodossi attribuiscono alla competizione caratteristiche di onnipresenza, onnipotenza e forse di onniscienza di norma attribuiti a Dio in persona.

I sociobiologi in questo ambito hanno assunto la posizione più integralista: per essi è l'egoismo individuale a prevalere in ogni sfera. Anche i rapporti umani più mutualistici come quelli tra madre e figlio sono interpretati in termini di precisi calcoli di costi/benefici da parte del bambino nei confronti della madre e viceversa!

Non esiste peraltro una definizione standard di "competizione": lo stesso Darwin al riguardo usa questo termine in diversissime circostanze. Stesso dicasi del "principio di esclusione competitiva", formulato da differenti ecologi in dozzine di modi diversi: tale esclusione avverrebbe sia se le nicchie ecologiche sono identiche sia se sono simili.

Secondo alcuni ecologi la competizione sarebbe un elemento secondario nelle interazioni tra esseri viventi: gli animali cercano di evitare la competizione o, meglio, ne evitano le manifestazioni più

distruttive.

Così gli esseri viventi imparano ad occupare una nicchia differente da quella dei potenziali competitori, anche se è una nicchia alla quale possono non essere idealmente adatti e alla quale possono doversi adattare sottoponendosi a modifiche comportamentali e strutturali.

Specie diverse coesistono senza competere perchè mangiano cibi diversi, o sono attive in tempi diversi, oppure occupano nicchie differenti: il caso classico della diversificazione di specie presente nelle isole Galapagos che tanto colpì Darwin (il fatto che quasi ciascuna isola ha una propria sottospecie di fringuelli, di tartaruga e di lucertola) può essere spiegata in questi termini e cioè che, piuttosto che lottare fino in fondo, i gruppi concorrenti si diffondono e diventano differenziati.

In definitiva è possibile conciliare queste diverse posizioni affermando che, in natura, la competizione produce effetti che favoriscono l'evoluzione verso condizioni di maggior efficienza, perché essa si esercita entro i limiti della conservazione degli equilibri naturali.

## **IMPORTANZA DELLO SVILUPPO ECOSISTEMICO E DELLA TEORIA DELL'EVOLUZIONE DELLA BIOSFERA PER L'ECOLOGIA UMANA**

I principi dello sviluppo ecosistemico hanno un grosso peso nel rapporto uomo- natura poichè la tendenza allo sviluppo nei sistemi naturali, che implica un aumento della struttura e della complessità per unità di flusso di energia (cioè una strategia della massima protezione) contrastano con quei comportamenti umani che tendono ad ottenere il massimo sfruttamento possibile delle risorse naturali.

In agricoltura gli uomini si sono preoccupati di solito di ottenere dal terreno la maggior produzione possibile sviluppando e mantenendo gli ecosistemi tipici dei primi stadi successionali (monocolture con depauperazione della sostanza organica del terreno, elemento chiave della fertilità, non surrogabile da fertilizzanti chimici di sintesi).

Come abbiamo visto in precedenza la "logica della Natura" si esprime attraverso una serie di leggi:

- **la minima dispersione dell'energia (materia-informazione) e la sua massima utilizzazione;**
- **assenza di sprechi (riciclo);**
- **strategie a lungo termine (evoluzione);**
- **relazioni interspecifiche che dalla competizione tendono verso forme sempre più spinte di cooperazione;**
- **la tendenza al raggiungimento di un equilibrio dinamico tra le varie parti;**
- **il sistema naturale di cui l'uomo è una parte tende ad essere autoequilibrato, autoadattativo, autopurificante.**

## Seconda Lezione

### GLI EQUILIBRI AMBIENTALI

Il miracolo della vita in tutti i suoi multiformi aspetti è costituito e si esprime sul pianeta Terra, entro un altrettanto sorprendente complesso di fenomeni che va sotto il nome di "equilibri ambientali".

***Con tale espressione ci si riferisce a tutti quegli elementi di natura fisica, chimica, vegetale ed animale illustrati in precedenza che sono tra loro in un perenne rapporto di interdipendenza, per cui se varia uno solo di essi anche tutti gli altri subiscono, poco o tanto, delle modifiche in conseguenza.***

Il susseguirsi delle trasformazioni dinamiche portano a situazioni più complesse di quelle iniziali, con molti elementi che sono fra loro in rapporto e in equilibrio. Ciò porta, attraverso il susseguirsi di stati più o meno transitori, al graduale formarsi di una totalità unitaria sempre più complessa, ma anche sempre più stabile, costituita da tanti elementi che dipendono gli uni da gli altri: **l'ecosistema.**

Un'ecosistema è, appunto, un ambiente i cui elementi sono collegati fra loro in modo da formare un sistema di parti che dipendono l'una dall'altra, in modo tale cioè che, se una di esse viene modificata, anche tutte le altre risentono della modifica avvenuta.

La sopravvivenza di un ecosistema è dovuta ad un particolare tipo di equilibrio dinamico: infatti in un ecosistema che "funziona bene" avvengono continuamente scambi e trasformazioni. Nulla resta immutato e fermo, ma l'insieme dei fattori e delle loro relazioni combinano i loro effetti in modo da raggiungere comunque un equilibrio.

Ogni ecosistema ha la sua storia: nasce con le relazioni che i fattori viventi e non viventi stabiliscono nel tempo, cresce raggiungendo una fase di stabilità e può anche morire se le relazioni al suo interno vengono alterate in modo irreversibile.

Vi sono molti tipi di ecosistemi: un ruscello è un ecosistema, proprio come lo sono uno stagno o un fiume o un lago o il mare o una prateria o un bosco o un deserto. Anche un piccolo acquario o una città possono essere considerati degli ecosistemi.

Un ecosistema è dunque l'insieme costituito da un certo ambiente fisico e da tutti gli esseri viventi che lo abitano.

Le caratteristiche fisiche di un ecosistema costituiscono delle condizioni "selettive" che permettono di vivere solo a certe piante ed a certi animali che hanno sviluppato particolari adattamenti.

L'acqua, l'aria, il grado di umidità del suolo e dell'atmosfera, la quantità di luce, la temperatura possono quindi costituire dei *fattori limitanti* che impediscono lo sviluppo di certe specie vegetali o animali dentro un ecosistema e lo permettono invece ad altre specie.

Altri fattori limitanti alla diffusione incontrastata di una specie in un certo ambiente derivano dalla competizione con altri individui della stessa specie o di specie diverse.

### **Equilibrio ecologico e adattamento**

Naturalmente un ecosistema si è costituito e può permanere a lungo nel tempo perché le piante e gli animali che ne fanno parte si sono ben adattati alle caratteristiche dell'ambiente fisico e inoltre ciascuna specie di animali o piante si è adattata alle altre specie animali o vegetali.

La lenta trasformazione di una colata di lava in terreno fertile, di una vasta distesa di sabbia al bordo di un lago in un bosco, di una pozza d'acqua in uno stagno portano alla costituzione di ecosistemi diversi che attraversano generalmente fasi di più o meno lenta trasformazione (di solito indicate con il termine di "*successioni*") per giungere ad uno stato di stabilità dinamica finale (indicato con il termine "*climax*").

## ADATTAMENTO

L'adattamento è un concetto fondamentale nella teoria dell'evoluzione.

È riferito al progetto degli esseri viventi, cioè a quelle proprietà che permettono loro di sopravvivere e riprodursi in natura.

Secondo Darwin l'adattamento era il problema chiave che qualsiasi teoria evolutiva doveva risolvere. Nella sua teoria, ed in seguito nella teoria sintetica, questo problema viene risolto con la selezione naturale.

Di tutti gli organismi di una popolazione, quello che è maggiormente adattato (meglio progettato) verrà favorito dalla selezione naturale, apportando più discendenti nella generazione seguente. Queste caratteristiche, essendo ereditarie, saranno presenti anche nei discendenti, che verranno selezionati di nuovo ed incrementeranno la loro frequenza di generazione in generazione. Pertanto la popolazione cambierà con l'andare del tempo.

Esistono molti esempi di adattamento.

I becchi delle diverse specie di fringuelli permettono a questi ultimi di alimentarsi correttamente. Il sonar del pipistrello ed il suo sistema di orientamento gli permettono di cacciare insetti.

Anche il camuffamento può essere adattativo, poiché alcune specie possono sopravvivere passando inosservate.

Le relazioni tra diversi organismi (simbiosi evolutiva) sono anch'esse casi di adattamento. Ad esempio, alghe e funghi si uniscono nell'associazione denominata lichene, che è vantaggiosa per entrambi.

Possedere un buon sistema di difesa, come ad esempio il fatto di essere tossico, velenoso o maleodorante o di cattivo sapore, è anche questa una forma di adattamento. Molte volte il sistema di difesa va accompagnato da segnali di avvertimento per allontanare i potenziali nemici. Il serpente corallo possiede alcuni allarmanti colori rossi, neri e gialli.

Un altro adattamento curioso è l'inganno, cioè il fatto di imitare il segnale che avverte del pericolo ed essere inoffensivo.

Altri adattamenti sono diversi tipi di protezione. Infine, gli adattamenti possono verificarsi in diverse specie, che interagiscono tra loro. Questo fenomeno prende il nome di coevoluzione.

Il concetto di adattamento non è un concetto isolato che si riferisce ad alcune limitate proprietà degli esseri viventi. Ad esempio nell'essere umano è applicabile a quasi tutte le parti del corpo. Le mani servono per tenere oggetti, gli occhi per vedere, le gambe per muoversi, il tubo digerente per alimentarsi, ecc.

## Quando l'equilibrio esistente in un ecosistema può venire sconvolto

Il concetto di “*equilibrio*” fa riferimento ad una situazione stabile nel tempo che può essere modificata da un intervento esterno: un'azione può produrre effetti o conseguenze importanti, di lunga durata e/o in luoghi diversi, generando così un “*impatto*” che determina un cambiamento di quell'equilibrio, certe volte in modo positivo, altre in modo negativo.

Del resto anche il nostro equilibrio personale può essere modificato: un'innamoramento che trasforma i nostri interessi; una malattia che ci costringe per un certo tempo a cambiare i nostri comportamenti, e così via.

Può accadere che, per cause del tutto naturali (un incendio, una siccità prolungata, un'alluvione, un'epidemia) un certo ambiente fisico subisca una trasformazione profonda e rapida, così che alle specie viventi che lo abitano non è concesso il tempo di sviluppare i necessari adattamenti.

In altri casi lo sconvolgimento dell'equilibrio ecologico è stato provocato dall'uomo: si parla di “*impatto ambientale*” quando consideriamo la somma degli effetti (fisici, chimici, biologici, culturali e/o socio-economici) sull'ambiente che possono essere attribuiti alle attività umane. Tali effetti non è detto che si posano vedere immediatamente: in alcuni casi ci vogliono anni e anni per verificarne appieno l'impatto significativo.

Un esempio ci viene offerto dalle distruzioni operate dall'uomo di ampie superfici di foreste tropicali. Sappiamo che in quest'ultimo mezzo secolo ogni anno territori grandi come interi Paesi sono stati deforestati nell'Amazzonia, nell'Africa equatoriale, nell'Asia meridionale.

Le ragioni che hanno spinto e spingono tuttora a distruggere le foreste sono di ordine economico : ricavare, prima legname per i vari usi e poi terreni da coltivare o per il pascolo. Nella maggior parte dei casi il risultato è effimero perché i suoli così scoperti del loro manto vegetale originario, hanno una fertilità molto breve (qualche anno) e poi degenerano e sono abbandonati.

Le conseguenze sono una vera e propria catastrofe naturale perché:

- con le foreste viene distrutta una miriade di forme di vita vegetale ed animale e con ciò stesso viene impoverita la biosfera.
- si produce il degrado del suolo sottostante che in gran parte si desertifica
- si altera il ciclo dell'acqua per cui venendo a cessare l'intensa evotraspirazione della foresta, la piovosità diminuisce radicalmente impoverendo ulteriormente le potenzialità dei terreni
- si trasforma conseguentemente anche il clima che assume manifestazioni sempre più improvvise e violente
- quando, come nei casi citati, si tratta di grandi estensioni, le conseguenze non sono limitate ai territori interessati, ma interessano anche il clima generale di tutto il pianeta.

Altri esempi di come possono essere alterati gli equilibri ambientali ci vengono dall'Africa dove, in certe aree, la caccia indiscriminata ai grossi felini (leoni, leopardi ecc.) ha portato in breve tempo alla loro scomparsa. Successivamente la situazione ambientale è degenerata perché l'enorme espansione degli erbivori, non più controllata dai predatori, ha portato alla distruzione della vegetazione e quindi al degrado dei suoli.

Un ulteriore fenomeno degenerativo avviene in Africa ed in altri continenti, quando, abbandonata la pratica della transumanza di un numero limitato di capi di bestiame, si passa all'allevamento stanziale di un maggior numero di capi sullo stesso terreno dalle limitate capacità produttive. Suoli che prima, con la transumanza, avevano la possibilità dopo ogni pascolo di rigenerarsi e produrre, col tempo, nuovo foraggio prima del pascolo successivo, ora, sfruttato in continuazione al di sopra delle sue potenzialità, degenera e desertifica rapidamente, con disastrose conseguenze sociali e climatiche.

## Per quali ragioni l'uomo sconvolge l'ambiente

Vi sono almeno tre ragioni che spiegano ma non giustificano questo suo comportamento, in apparenza così illogico, dato che finisce col portare grave danno proprio all'uomo stesso.

a) Alla base di certe alterazioni ed inquinamenti dell'ambiente c'è la *manca*za di sensibilità, in molte persone, per certi valori, come quello costituito dalla bellezza della natura incontaminata. A valori di questo tipo è del tutto insensibile, ad esempio, chi trascorre una giornata di vacanza in un bosco o in un prato e li lascia poi ricoperti di barattoli vuoti, di bottiglie di vetro, di sacchetti di plastica.

b) Una seconda ragione del comportamento ecologicamente negativo dell'uomo è stata la *non sufficiente conoscenza* del complesso sistema di rapporti che collegano fra loro le varie parti dell'ambiente fisico, i vari esseri viventi, i vari ecosistemi naturali, soprattutto in quei casi in cui si tratta di rapporti indiretti.

c) Ma, anche quando queste interdipendenze sono conosciute, molti uomini continuano ugualmente a comportarsi in un modo che arreca gravi danni agli ecosistemi naturali. Come mai?

Questo accade per *l'egoismo e l'avidità di denaro* che spingono alcune persone a scegliere, per raggiungere i loro obiettivi, la via per loro più comoda e più breve, senza curarsi dei danni che in tal modo arrecano agli altri.

Non di rado accade poi, purtroppo, che coloro i quali, per la posizione che occupano nelle amministrazioni locali o in quella dello Stato, potrebbero e dovrebbero opporsi a queste iniziative, non lo fanno per inerzia o per paura, oppure lo fanno quando ormai è troppo tardi e lo fanno solo in parte (nel senso che, per esempio, se una casa è stata costruita in un luogo dove non avrebbe dovuto sorgere, intervengono non per farla abbattere, come sarebbe giusto, ma solo per colpire con una multa coloro che hanno violato la legge).

Nel corso della storia l'espandersi delle società umane, sia nelle loro connotazioni rurali e sempre più con lo sviluppo urbano e industriale ha di fatto provocato una serie di alterazioni degli equilibri territoriali ed ecologici.

L'impatto antropico ha avuto, specialmente nel corso della seconda metà del XX secolo, un effetto globale su tutti gli ecosistemi.

## **Il complesso meccanismo del clima: l'equilibrio Terra-atmosfera**

L'andamento dei fenomeni meteorologici nel tempo determina il clima.

L'atmosfera ha un ruolo fondamentale per il clima della Terra per cui ogni cambiamento della sua struttura e della sua composizione si ripercuote sull'andamento del tempo meteorologico.

Le caratteristiche dell'atmosfera e i fenomeni meteorologici concorrono a determinare e a differenziare il clima di ogni zona della Terra insieme a numerosi altri elementi:

- le correnti oceaniche;
- l'estensione dei ghiacciai;
- la latitudine;
- le caratteristiche dell'orbita terrestre,
- la luminosità solare,
- l'azione dei vulcani,
- la deriva dei continenti.

Ogni variazione dei parametri che influenzano il clima comporta mutamenti, perché esso è la risultante dell'azione combinata di numerosi fattori che operano simultaneamente interagendo fra loro.

Mentre alcuni elementi climatici (la latitudine, l'altitudine, la distanza dal mare) non variano nel tempo, altri (come la distribuzione del manto vegetale) possono cambiare e quindi ripercuotersi sul clima.

Così, modificandosi anche uno solo degli elementi, si innesca un meccanismo a catena che può determinare cambiamenti di umidità, pressione atmosferica, velocità dei venti, nuvolosità e precipitazioni.

Il complesso meccanismo del clima pertanto determina sul nostro pianeta una distribuzione caratteristica per aree specifiche di precipitazioni, temperature, venti ed è pertanto responsabile dell'estensione e della posizione geografica dei biotopi e quindi della relativa distribuzione di piante e animali. Sulla superficie terrestre si possono così individuare biomi con caratteristiche climatiche ben definite (vedi Capitolo 3)

L'equilibrio termico è quindi un fattore fondamentale per il nostro pianeta e ogni sua alterazione si ripercuote sul complesso meccanismo del clima con pericolose conseguenze per la sopravvivenza.

Nel tempo si sono avvicendati numerosi e vari cambiamenti climatici indotti per cause naturali, mentre negli ultimi due secoli, ma soprattutto negli ultimi decenni i mutamenti climatici in corso avvengono prevalentemente a causa di azioni dell'uomo.

L'equilibrio termico non dipende solo dalla purezza dell'aria e dal suo grado di inquinamento naturale e antropico, ma anche da altri fenomeni che concorrono a stabilizzare la temperatura, quali il trasporto termico da parte della circolazione atmosferica e le correnti marine.

In definitiva intercorre una stretta relazione tra il clima e le condizioni di vivibilità sulla Terra: l'uomo può continuare a progredire e a gestire le risorse che oggi ha a disposizione soltanto a condizione che le sue attività rispettino gli equilibri naturali e si mantenga così l'equilibrio termico Terra-atmosfera.

## Effetti delle attività antropiche sull'atmosfera

Oltre a modificare la composizione dell'atmosfera, e quindi dell'aria che respiriamo, l'inquinamento atmosferico dà luogo ai fenomeni conosciuti come *piogge acide*, *effetto serra* e *buco dell'ozono*, e si traduce quindi in un danno per tutta la Biosfera.

Le piogge acide, che causano un aumento dell'acidità dei suoli, esemplificano nel modo migliore il funzionamento della catena vitale di cui sopra. Esse infatti trasportano direttamente dall'aria al suolo una buona parte del contenuto inquinante presente nell'atmosfera, che passa poi nelle piante e negli animali, fino all'Uomo (fino a provocare la moria dei vegetali ed una riduzione della resistenza alle malattie nel mondo animale) e possono quindi causare, a medio-lungo termine, anche gravi alterazioni climatiche.

Una parte dei gas e dei composti di origine industriale o comunque derivanti dalle attività umane passa invece negli strati superiori dell'atmosfera e provoca sia un aumento della temperatura media del pianeta (con conseguente scioglimento dei ghiacci e innalzamento del livello dei mari), che un maggiore irraggiamento da parte dei raggi ultravioletti, pericolosi per tutti gli esseri viventi compreso l'Uomo – vedi tumori della pelle ed altre affezioni (per effetto della riduzione dello strato di ozono nell'alta atmosfera).

Tra le più importanti e devastanti conseguenze a catena della rottura degli equilibri ambientali, ed in particolare quelle ai danni dell'atmosfera, dovute alle attività umane di quest'ultimo mezzo secolo, vi sono certamente:

- l'effetto serra;
- il buco dell'ozono;
- le piogge acide.

### *Effetto serra*

L'immissione quotidiana nell'atmosfera di tonnellate di fumi e gas, in particolare da parte di tutti i Paesi dell'emisfero nord, continuata per decenni, ha modificato e continua a modificare in modo pesante la composizione dell'aria, soprattutto per quanto riguarda la percentuale di anidride carbonica, la quale nell'ultimo mezzo secolo è pressoché raddoppiata.

Fino alla prima guerra mondiale i quantitativi di CO<sub>2</sub> emessi da tutti gli esseri viventi e dalle combustioni (allora molto più ridotte) operate dall'uomo, venivano assorbiti e riciclati sia dai mari che dalla vegetazione attraverso la fotosintesi clorofilliana, per cui non vi era alcuna alterazione duratura degli equilibri naturali e l'aria veniva continuamente rigenerata in purezza.

Ora questo ciclo è stato alterato: i quantitativi complessivi di CO<sub>2</sub> emessi dalle combustioni sono cresciuti a dismisura, l'estensione forestale si è molto ridotta e l'assorbimento dei mari è ostacolato dall'inquinamento di sostanze oleose che danno luogo ad un velo superficiale in molti specchi d'acqua, specie nei mari interni.

Il risultato è che l'aria di tutto il pianeta è più densa e trattiene negli strati più bassi dell'atmosfera una maggiore quantità di calore solare, che prima si disperdeva verso gli strati più alti.

Il maggior calore così trattenuto comporta l'alterazione dei cicli climatici e la modifica nei fattori fisici e chimici sia nei terreni che nelle acque, nei vegetali e negli animali.

Il clima tende ad estendere e a spostare le manifestazioni di tipo tropicale anche su aree prima temperate; le zone sub-aride tendono a divenire aride, le sub-umide in sub-aride e così via.

Parallelamente cambia tutta la vegetazione relativa, portando una rivoluzione anche in corrispondenza del comparto animale.

Le correnti marine e le relative perturbazioni, così importanti per i flussi vitali della Terra

(corrente del golfo in Atlantico - il Niño e la Niña nel Pacifico - i monsoni ecc) tendono ad alterarsi provocando guasti notevoli ; i ghiacci dei due Poli e delle catene montuose tendono a sciogliersi in misura sempre maggiore, con la prospettiva (se non si troverà il modo di arrestare il fenomeno) di un consistente innalzamento della superficie dei mari e la sommersione, in tempi ravvicinati, di molte città e territori rivieraschi.

### *Il buco dell'ozono*

Tra i gas immessi nell'aria dalle attività umane ci sono anche componenti del cloro (CFC- clorofluorocarburi) che vengono impiegati nell'industria della refrigerazione. Essi hanno la caratteristica di essere molto volatili e di aggredire e distruggere le molecole di ozono della stratosfera. Una molecola di CFC può distruggere migliaia di molecole di ozono.

Tutto il CFC scaricato nell'aria in quest'ultimo mezzo secolo sta aggredendo la fascia di ozono, di cui si calcola abbia già distrutto il 15-20%.

La fascia d'ozono che ha una forma lenticolare essendo più spessa in corrispondenza dell'equatore e più sottile ai Poli, si è strappata prima in corrispondenza dell'Antartide e poi dell'Artico, provocando altrettanti "buchi" che, attraverso fasi cicliche stagionali, si allargano e si restringono tendendo a divenire sempre più vasti.

In tutte le aree intermedie tra i Poli, la fascia d'ozono si sta riducendo di spessore e di densità e si teme che se anche cessassero del tutto le emissioni di CFL la distruzione dell'ozono stratosferico continuerebbe per altre decine di anni.

Come conseguenza la fascia d'ozono, così alterata, sarà in grado di operare un filtraggio più debole e una minor protezione verso i raggi ultravioletti del sole e quindi vi sarà un maggior rischio, per le persone dei territori abitati, di tumori della pelle, di affezioni agli occhi ecc., mentre non mancheranno certamente conseguenze negative anche per i vegetali e gli animali.

### *Le piogge acide*

Le piogge acide sono causate dai prodotti gassosi in sospensione nell'aria, dovuti alle combustioni industriali, di autotrazione, agli insediamenti urbani ecc.

Le precipitazioni dilavano in parte l'aria di questi gas e scaricano a terra acqua e neve, contenenti percentuali diverse di acidi, che ustionano le piante, inquinano i terreni, distruggono parte della sostanza organica in essi contenuta e determinano il processo di isterilimento dei suoli.

Nell'Europa centrale vi sono grandi estensioni di boschi un tempo sani e molto rigogliosi, che ora evidenziano chiaramente i danni dovuti alle piogge acide e cioè "moria" degli alberi più estesa ed in quantità anomale, chiari segni di malattie più o meno gravi in tutte le altre.

I terreni coltivati, a loro volta, accentuano la propensione alla acidificazione e quindi alla perdita di fertilità. Molti di questi terreni, se non corretti adeguatamente, diverranno, nel tempo, sterili e poi desertificheranno attraverso varie forme (polverizzazione, calanchi, brughiere ecc.)

Per quanto detto sopra, la tutela degli equilibri ambientali deve iniziare con la reale cessazione (o la fortissima riduzione) delle emissioni gassose, degli inquinamenti, delle distruzioni forestali, se si vogliono arrestare le progressive trasformazioni del nostro ambiente vitale, in un ambiente a noi totalmente ostile.

Questo è possibile farlo concretamente, dato che le moderne conoscenze scientifiche e

tecnologiche lo consentono, potendo determinare altresì una risultante finale favorevole anche dal punto di vista economico, attraverso il riciclaggio e l'utilizzo vantaggioso di quelle sostanze gassose, liquide e solide che ora, disperse nell'ambiente, stanno alterando gli equilibri ambientali e distruggendo la natura.

## Strategie per il riequilibrio del rapporto uomo-ambiente

E' importante aver individuato, come abbiamo fatto in precedenza, le varie ragioni per cui gli uomini hanno provocato e continuano a provocare l'inquinamento dell'atmosfera, delle acque, del terreno, sconvolgendo e distruggendo equilibri secolari, modificando radicalmente, in senso negativo, gli ambienti in cui vivono.

In base a ciò dovrebbe essere più semplice individuare i mezzi che potrebbero venire utilizzati per far cessare questi comportamenti così dissennati e dannosi e per creare gradualmente in tutti una vera "coscienza ecologica".

### *a) Sviluppo di una sensibilità all'armonia della natura*

E' compito di ciascuno di noi contribuire a sviluppare, in noi stessi e negli altri, una coscienza che sia sensibile anche al godimento e al rispetto delle bellezze ambientali.

Nella scuola molte attività, inserite nei curricula di studio, possono consentire di approfondire concetti ecologici fondamentali.

Ma anche nel corso della nostra vita quotidiana vi sono quasi ad ogni passo occasioni per assumere comportamenti ecologicamente adeguati.

Naturalmente non possiamo pensare di ricostituire equilibri ecologici ormai persi o di eliminare del tutto l'inquinamento dal globo solo con questi nostri comportamenti quotidiani. Ma non dobbiamo sottovalutarne l'importanza.

Essi sono indubbiamente assai utili se vengono condivisi da altri, dato che allora certi risultati generali (come, ad esempio, la pulizia dei boschi o dei parchi pubblici) divengono veramente visibili.

Questi comportamenti quotidiani sono poi utili soprattutto in quanto sviluppano o rafforzano in noi e negli altri la capacità e la forza di chiedere che vengano eliminate, attraverso l'approvazione di nuove leggi o una più severa applicazione di quelle già esistenti, o attraverso accordi internazionali, o una migliore informazione ed educazione, le grandi cause dello squilibrio ecologico (l'inquinamento dell'aria e delle acque, la speculazione edilizia, l'esplosione demografica, la distruzione della fertilità dei terreni, il problema dello smaltimento dei rifiuti, il traffico urbano, ecc.).

Quelle grandi cause cioè che sembrano sfuggire al controllo dei singoli individui e a quello dei singoli Stati e che molti giungono così a considerare come mali inevitabili, *ma che inevitabili non sono*.

E' proprio qui che dobbiamo sviluppare il nostro sforzo maggiore, in questa richiesta costante ed unanime di interventi ecologici, rivolta con insistenza a coloro che più direttamente di altri sono responsabili dell'organizzazione della nostra vita sociale (autorità locali, politici, scienziati, giornalisti, insegnanti, ecc.)

Lo squilibrio ecologico e l'inquinamento minacciano da vicino la nostra esistenza, è vero: ma nessuno di noi si deve rassegnare, e tutti dobbiamo essere ben consapevoli che si possono fare molte cose per ridurre ed eliminare questi gravi pericoli prendendo magari spunto da quanto è già stato realizzato o avviato in altre nazioni.

### *b) Lo studio scientifico integrato delle interdipendenze*

Il potenziamento dello studio scientifico e sistematico delle interdipendenze che caratterizzano l'ambiente appare un'esigenza quanto mai impellente alla luce degli enormi problemi che sempre più caratterizzano il rapporto dell'uomo con l'ambiente.

Una parte rilevante del lavoro scientifico dovrebbe essere volta a scoprire gli impatti negativi che possono essere provocati da una certa modificazione ambientale (prevenzione) ma anche alla ricerca dei mezzi più adatti per ridurre al minimo tali effetti.

*c) Buone leggi per la tutela ambientale*

La conoscenza della fisiologia degli ecosistemi (il che ci darà modo di conoscere gradualmente tutti gli effetti, positivi e negativi, vicini e lontani - nello spazio e nel tempo - di ogni modifica introdotta dall'uomo nell'ambiente) è il presupposto per stabilire leggi precise, perché fondate appunto su queste conoscenze, in grado di indurre davvero tutti gli uomini a tener conto delle interdipendenze messe in luce e ad astenersi da quelle iniziative che danneggiano, direttamente o indirettamente, tutta la comunità.

Naturalmente le leggi non servono se non vi sono anche persone decise a farle rispettare o se manca la possibilità tecnica di un controllo.

*d) Buone tecnologie per il controllo ambientale*

Oggi la tecnologia ci dà la possibilità di utilizzare tecniche sofisticatissime per il controllo dello stato di salute dell'ambiente o per il controllo dei traffici illeciti di specie vegetali e animali.

## Ricostituire gli equilibri ambientali

Passando ora ad esempi in positivo di come sia possibile all'uomo intervenire per il miglioramento di certe situazioni ed equilibri ambientali, grazie alle moderne tecnologie agronomiche e forestali, illustriamo gli effetti della bonifica forestale in terre aride.

L'esperienza in zone africane pre-desertiche, aride o sub-aride ha messo in evidenza la possibilità di invertire la tendenza di determinati suoli alla desertificazione, facendo tesoro delle scarse precipitazioni esistenti e delle essenze vegetali resistenti in quelle situazioni pedologiche e climatiche estreme. Il periodo delle piogge in quelle situazioni ambientali è molto breve ed avaro : decine o al massimo cento o duecento di millimetri di pioggia ogni anno in poche violente manifestazioni temporalesche. La pioggia cade e scorre su suoli duri e incrostati, fino a scomparire entro crepacci o fenditure senza dar luogo ad alcuna utilità per l'agricoltura od il pascolo. Si tratta quindi di trattenere l'acqua "catturandola" entro buche preventivamente scavate e ordinate in file nel senso trasversale alla pendenza del terreno, dove ovviamente confluisce e si concentra una maggior quantità di pioggia.

Ai lati delle buche vengono seminate le essenze vegetali più resistenti, le quali trovano nelle buche una riserva d'acqua sufficiente per il loro sviluppo. L'attecchimento delle prime forme vegetali, con la produzione di sostanza organica e di humus, prepara il terreno ad altre essenze vegetali superiori e quindi più utili ma anche più esigenti. La copertura vegetale che diventa sempre più intensa stabilisce, se attuata su estensioni territoriali significative, un nuovo rapporto con l'atmosfera; dà quindi luogo ad una maggior piovosità e ad un miglior clima. Si apre così un ciclo virtuoso per la bonifica dei terreni ed un miglior equilibrio geo-climatico.

Ma esempi di bonifiche ampie e salutari si sono verificati in diversi periodi storici anche in Italia. Tipico è stato quello operato nel Medioevo dai monaci benedettini e cistercensi con le iniziative delle diverse Abbazie (Nonantola, Pomposa ecc.) ubicate in zone acquitrinose o a brughiera. Con opere di regolamentazione idrica e di lavorazione dei terreni hanno trasformato territori inospitali ed insalubri in zone produttive e densamente abitate, dando luogo ad un arricchimento della fertilità dei suoli e ad un ciclo ambientale virtuoso.

## Bibliografia

AA.VV. (1976): Equilibrio ecologico. Giunti Marzocco  
Ministero dell'Ambiente (2002): Relazione sullo stato dell'ambiente. Edizione Junior.  
AA.VV. ( 2002): Geoagenda. Perugia

## Siti web

[www.geoidee.it](http://www.geoidee.it)  
[www.collambientenellamente.it](http://www.collambientenellamente.it)

## Terza Lezione

### **I PRINCIPALI AMBIENTI TERRESTRI E MARINI**

Ogni ambiente sul pianeta Terra ospita, poco o tanto, "la vita" sotto forma di piante, di animali o di microrganismi (virus batteri ecc.). Il livello di proliferazione degli esseri viventi è in diretta correlazione con gli elementi inorganici di quel particolare tipo di ambiente in cui vivono. Così, dove vi sono condizioni favorevoli la vita si sviluppa ed esplode in una grandissima varietà di forme (soprattutto nelle foreste pluviali equatoriali), dove invece vi sono condizioni sfavorevoli la vita si riduce a poche forme specializzate e adattate a quell'ambiente ( le vette montuose, i poli, i deserti tropicali sabbiosi ecc.)

#### *Ambienti di terra, d'acqua e d'aria*

Una prima grande distinzione, in tema ambientale, è quella (scontata ai nostri occhi, ma fondamentale) tra le situazioni di terraferma, quella dei mari, dei fiumi e dei laghi ecc. e quella aerea. Tale distinzione ci dice quale stretta relazione esista tra ciascuno di quegli ambienti e gli esseri viventi che vi sono ospitati.

E' naturale per noi veder volare gli uccelli e sappiamo bene che ciò non può essere fatto dagli animali terricoli ("l'asino che vola!"), così come ci sembra ovvio che gli uccelli non possono vivere dove vivono i pesci ecc.

Queste evidenze ci dicono come ogni ambiente naturale abbia plasmato, attraverso selezioni e mutazioni nel corso di milioni di anni, le forme in esso viventi per far trionfare quelle che meglio fossero adatte a quelle specifiche condizioni.

Da ciò è nata l'infinita varietà e ricchezza di forme di vita: la biodiversità che costituisce un inestimabile patrimonio del nostro pianeta.

#### *FATTORI FISICI E CHIMICI*

##### *La pressione*

Come sappiamo, la pressione naturale cui siamo sottoposti è costituita dal peso della colonna d'aria che insiste su ogni singolo punto; a sua volta il peso della colonna d'aria è determinato dall'attrazione che la massa della Terra esercita su ogni corpo ad essa vicino o lontano. Così la pressione ha valori diversi alle diverse quote o altitudini: in montagna quindi la pressione è minore perché minore è la colonna d'aria sovrastante.

Analoga situazione si verifica per i corpi che volano, siano essi uccelli o aeromobili.

Nell'acqua dei fiumi, dei laghi, dei mari e degli oceani la pressione è molto maggiore per il diverso peso specifico dell'acqua, rispetto all'aria ed in ragione della sua diversa concentrazione salina; inoltre essa è in diretta correlazione con l'altezza della colonna d'acqua che aumenta con la profondità.

Naturalmente anche sull'acqua grava il peso della colonna d'aria che sulla superficie del mare è un valore pressoché costante ( 1 atmosfera equivalente al peso di una colonna di 96 cm. di mercurio ).

|                 |                                             |                    |         |
|-----------------|---------------------------------------------|--------------------|---------|
| Alcuni esempi : | Monte Bianco - altitudine mt. 4810          | pressione atm. 0,5 | ca      |
|                 | Everest " " 8882                            | " "                | 0,30 "  |
|                 | Mare profondità mt. 100                     | " "                | 10 "    |
|                 | Fossa delle Marianne - profondità mt.10.000 | " "                | "1000 " |

In ciascun tipo di ambiente la struttura di ogni essere vivente è stata molto influenzata dalla

pressione relativa; ad esempio la struttura e lo scheletro degli uccelli sono molto leggeri perché essi non devono sopportare una forte pressione, ma al contrario deve essere ridotta la forza che l'attrazione terrestre esercita su di loro quando volano.

### *La composizione dell'aria*

Tutti sappiamo che il pianeta Terra è circondato da una fascia di aria che cambia di densità e composizione in relazione sia alla quota di altitudine rispetto al livello del mare che alle diverse località che sovrasta. Il primo strato fino a 10.000 mt. è denominato troposfera, oltre quella quota e fino a 25.000 mt. si chiama stratosfera, al di sopra fino a 120 Km. si chiama alta atmosfera, oltre la quale c'è l'esosfera. La densità dell'aria è massima al livello del mare.

Tra gli elementi di cui è composta quello di particolare importanza per l'uomo e per quasi tutti gli animali è l'ossigeno che è essenziale alla loro vita. Per rendersi conto di quanto esso sia essenziale alla vita basta pensare a quale sia il tempo di sopravvivenza per ogni animale (e tra essi l'uomo) in mancanza di ossigeno: pochi minuti e poi sopravviene la morte.

L'aria e quindi l'ossigeno entrano anche nei primi strati del terreno, dove permettono lo svolgimento di alcune funzioni essenziali per la vita delle piante, e nei mari fino ad una certa profondità.

L'ossigeno è un elemento che all'origine, quando la Terra era allo stato magmatico, non era presente nell'aria allo stato gassoso, nelle attuali proporzioni, ed è stato prodotto in seguito con l'instaurarsi della vita. Poche sono attualmente le forme di vita che non dipendono dall'ossigeno (forme anaerobiche) e sono di ordine inferiore.

Ad una altezza intorno ai 25 Km. esiste una fascia di un particolare tipo di ossigeno costituito da tre (anziché due) atomi che si chiama ozono. Questa fascia svolge una funzione molto importante di filtro dei raggi solari trattenendo parte degli ultravioletti che hanno effetti dannosi, oltre certi quantitativi, sugli organismi viventi e in particolare anche su quello umano.

Negli strati inferiori, l'alterazione che subisce l'aria ad opera delle attività umane pregiudica fortemente le funzioni fisiologiche di molti organismi aerobici, provocandone anche la morte.

### *La struttura dei suoli*

La struttura dei suoli è caratterizzata dai minerali in essa contenuti, di cui alcuni in grande quantità ed altri in piccole e piccolissime percentuali. L'uomo da tempo immemorabile ha imparato a estrarre quelli che servono alle proprie attività con "cave a cielo aperto" o con scavi profondi (miniere) o con la perforazione di pozzi.

I suoli inoltre si distinguono per la dimensione delle particelle costituenti (granulometria) che va da quelle sabbiose (granuli grossi) a quelle dei terreni argillosi o limosi (granulometria fine o finissima), passando attraverso quelli di medio impasto. Lo strato superficiale dei suoli contiene inoltre quantità varie di sostanza organica e di microrganismi e di microfauna.

I suoli poi si distinguono per una diversa copertura vegetale (boschi, terreni coltivati, prati, pascoli ecc). La ricchezza in sostanza organica (humus) determina in maggior o minor misura la fertilità dei suoli; le radici di alcune specie di alberi e di arbusti sprofondano nel sottosuolo anche per parecchi metri.

Altri elementi che caratterizzano i terreni sono la loro giacitura (pianura, collina, montagna), la loro pendenza e la diversa esposizione ai raggi solari ed ai venti.

Il complesso degli elementi di cui sopra determina i comportamenti dei suoli sia in relazione agli eventi atmosferici che alle lavorazioni e al tipo di vegetazione che può esservi ospitata.

### *La luce ed il calore (escursioni termiche ed andamento climatico)*

Come sappiamo l'irradiazione solare è la fonte prima di vita sul nostro pianeta. Infatti la luce permette, attraverso la fotosintesi clorofilliana, il nutrimento e quindi l'accrescimento di tutti i vegetali (piante arboree, arbustive ed erbacee) e di conseguenza anche l'alimentazione di tutti gli animali.

Il calore ricevuto dal sole in diversa misura a seconda della latitudine e dell'altitudine, del giorno e della notte e dal diverso angolo di esposizione, determina e regola i diversi cicli vitali di tutti gli organismi viventi; così, per ogni punto della Terra si ha una particolare escursione termica sia a livello quotidiano che stagionale. Tutto ciò genera il microclima in ogni specifica località, che, a sua volta, è collegato intimamente e in modo interdipendente con quello generale della regione e del pianeta.

Va particolarmente rilevata l'assoluta interconnessione di tutti gli elementi citati per la determinazione dei climi generali e particolari. E' del tutto impensabile che cambiando uno o più degli elementi citati, il clima non subisca alterazioni più o meno gravi a seconda della dimensione delle perturbazioni provocate.

### *Fattori vegetali*

Ognuno di noi ha certamente notato, andando in montagna, il cambiamento che si verifica nel tipo di piante che possiamo osservare a mano, a mano che si sale di quota. Lo stesso fenomeno si osserva passando da una latitudine meridionale ad una più settentrionale o viceversa. Così com'è diversa la vegetazione in zone ricche di acqua rispetto a quelle di terre seccagne o di quelle in terreni acidi rispetto a quelle in terreni alcalini, o ancora, tra quelle ricche di humus, rispetto a quelle di tipo sabbioso.

Ad esempio, nessuno pensa di trovare piante di banane o di datteri in zone del nord dell'Europa o dell'America; o salici piangenti in zone desertiche; come nessuno si attende che terreni sterili o magri possano produrre grandi quantità di prodotti agricoli.

Tutto ciò avviene perché, anche se non ci siamo mai soffermati a riflettere su tutto ciò, abbiamo recepito inconsciamente una fondamentale legge naturale : e cioè *la stretta correlazione e più ancora l'influenza che i fattori ambientali, fisici e chimici ed in particolare clima suolo ed acqua, esercitano sulla vegetazione e sulla sua evoluzione.*

Tanto, che ciascuna specie vegetale si differenzia in varietà diverse, proprio per aderire e corrispondere meglio alle diverse composizioni di fattori ambientali. Con questi adattamenti molte specie estendono, anche in maniera notevole gli areali su cui diffondersi, che diversamente sarebbero ovviamente più ristretti

### *Fattori animali*

Anche le specie animali sono fortemente condizionate dai fattori fisici e chimici. Inoltre su di essi esercita un'influenza determinante anche la vegetazione del loro habitat. Così ogni catena alimentare che va dalla micro alla macrofauna fino alle specie animali superiori e dagli erbivori ai carnivori è praticamente legata ad un particolare tipo d'ambiente.

I cammelli ed i dromedari si trovano, in natura, solo in determinate zone dell'Asia e dell'Africa, così come le scimmie antropomorfe; le renne e gli orsi polari solo in aree nordiche e così via.

Questo stretto legame assume una evidenza drammatica quando si osserva che con la distruzione o la riduzione del loro ambiente tipico, certe specie, dapprima si riducono di numero e poi

spariscono del tutto.

Un caso classico è quello del panda gigante che, in Cina, con la trasformazione in terreni agricoli e industriali di territori con vegetazione originaria e spontanea a canneti di bambù, si sta riducendo di numero e tende a scomparire.

Ma moltissime sono le specie che si sono estinte definitivamente nell'ultimo secolo sia nei mari che sulla terraferma a causa delle distruzioni operate dall'uomo, sia nel mare che nelle acque di superficie; nelle foreste, nei territori con attività industriali, agricole, di insediamento urbano e di allevamento.

Per contro, vi sono specie animali che più delle altre manifestano la capacità di adattarsi a diversi tipi di habitat e per questo si trovano in quasi tutte le zone del pianeta, attraverso le loro varietà diversificate. Molti tipi di insetti, alcuni tipi di roditori (topi, ratti, arvicole ecc.) ed anche di uccelli (gabbiani, colombi), ecc..

Va detto comunque che ogni specie ha un suo specifico ciclo evolutivo, che si conclude in un periodo di tempo molto variabile da specie a specie e che può estendersi anche a ere geologiche (tartarughe marine, rinoceronte ecc.). Rientra quindi nella normalità che, nel tempo, un certo numero di specie si estingua. Diventa invece patologico e indice di degrado se questo fenomeno si intensifica ed eccede rispetto alla norma. In questo caso (ed è ciò che avviene attualmente) si tratta di un progressivo e rapido impoverimento della biodiversità, che a sua volta è un segno inequivocabile che gli equilibri ambientali sono compromessi e che vanno diminuendo le potenzialità vitali. Ciò rappresenta una seria minaccia, in tempi più o meno rapidi, anche per la sopravvivenza della stessa vita umana.

## I PRINCIPALI BIOMI DELLA BIOSFERA

Come abbiamo accennato nel precedente capitolo il complesso meccanismo del clima determina sul nostro pianeta una distribuzione caratteristica per aree specifiche di precipitazioni, temperature, venti ed è pertanto responsabile dell'estensione e della posizione geografica dei biotopi e quindi della relativa distribuzione di piante e animali.

Sulla superficie terrestre si possono così individuare biomi con caratteristiche climatiche ben definite nell'ambito dei quali il cammino dell'evoluzione ha determinato l'adattamento di particolari specie di piante ed animali.

### *Le aree temperate e glaciali dell'emisfero settentrionale*

Tali aree sono soprattutto nell'emisfero settentrionale (o boreale) dato che alle corrispondenti latitudini dell'emisfero meridionale (australe) si trova la confluenza degli Oceani Atlantico, Pacifico ed Indiano intorno al polo antartico

Si tratta dei territori che dalla fascia vulcanica della regione mediterranea, in Europa e messicana in America e dalle catene montuose dell'Asia, si estendono fino alle zone artiche.

Sono anche quelle in cui, nei millenni trascorsi, si sono verificati insediamenti umani intensivi che hanno determinato una progressiva trasformazione, dall'habitat originario costituito prevalentemente da un manto forestale integro, in territori in gran parte coltivati e attrezzati per le necessità sociali.

Così nelle pianure meridionali e centrali sono stati abbattuti progressivamente boschi di latifoglie e "macchie" di essenze mediterranee; analogamente vasti boschi di conifere sono stati abbattuti in montagna e nelle zone sub-aride rivierasche per ottenere il legno richiesto per le necessità della navigazione e delle costruzioni.

Limitate estensioni di queste foreste permangono soprattutto in montagna coesistendo con le più ampie superfici trasformate, fino alle aree più fredde confinando a nord con i territori della tundra e della taiga ricoperti da piccole essenze erbacee, da muschi e da licheni, fino al limite dei ghiacci perenni che si incontrano oltre una certa quota di latitudine (zone polari) o di altitudine (vette montuose).

Come già detto, nelle aree temperate l'uomo ha determinato nei secoli profonde trasformazioni dell'ambiente originario, sostituendo al manto forestale terreni coltivati, industrie, aggregati urbani, strade, viadotti, elettrodotti, cave, miniere ecc. E' soprattutto in questi territori che si è determinato lo sviluppo scientifico e tecnologico della società moderna occidentale.

Il manto forestale permane pressoché integro soprattutto nella Penisola Scandinava, in Canada ed in Alaska in ragione soprattutto delle condizioni climatiche particolarmente rigide che hanno consentito un insediamento di popolazione piuttosto scarso, ma anche grazie alla vocazione tradizionale di quelle popolazioni alla tutela ed alla salvaguardia della natura e della foresta.

### *Le regioni polari*

In prossimità dei poli terrestri, l'angolo d'incidenza della luce solare sulla superficie terrestre è minimo, il calore si disperde su un'area molto ampia e le masse d'aria dominanti sono fredde e secche: sono queste le zone più fredde della Terra, perennemente coperte dai ghiacci.

Situate agli antipodi della Terra, le regioni polari sono immensi deserti coperti da ghiacciai riuniti a formare calotte glaciali in cui la temperatura è quasi costantemente sotto zero di varie decine di gradi, la durata del giorno e quella della notte si misurano in mesi, i venti infuriano a velocità di centinaia di chilometri orari.

Queste condizioni caratterizzano le regioni situate oltre i 66°33' di latitudine - rispettivamente il Circolo Polare Artico nell'emisfero boreale e il Circolo Polare Antartico in quello australe - e dipendono dal fatto che i raggi solari arrivano tangenti sulla superficie terrestre, data l'inclinazione

dell'asse del nostro pianeta rispetto al piano della sua orbita.

L'Artide, nell'emisfero boreale, è in realtà un oceano circondato da terre - il mar Glaciale Artico - che tocca una profondità di 5334 m, si estende su una superficie di oltre 14 milioni di km<sup>2</sup> ed è coperto, nel suo nucleo centrale, da una crosta superficiale di ghiaccio in lento movimento: la banchisa.

L'estremità meridionale del nostro pianeta, l'Antartide, è invece un vastissimo continente - quasi 14 km<sup>2</sup> di superficie - che con la sua vetta più alta raggiunge i 5140 m sopra il livello del mare. Temperature invernali di -50 °C sono comuni in entrambe le regioni polari, ma quelle artiche godono della presenza mitigatrice del mare e raramente si abbassano oltre questi valori, mentre in Antartide la temperatura scende spesso a -70 °C.

Il polo nord (artico) a differenza di quello sud (antartico) è privo di terre ed è costituito solo di ghiacci che galleggiano sul mare per la proprietà fisica (anomala) del ghiaccio che ha un peso specifico inferiore a quello dell'acqua

In entrambi i Poli il ciclo delle stagioni determina l'accumulo di masse ghiacciate nel periodo invernale ed il distacco di iceberg (letteralmente montagne di ghiaccio) nel periodo estivo, che vagano negli oceani circostanti per periodi di settimane e di mesi fino al loro scioglimento, costituendo peraltro un serio pericolo per la navigazione.

I ghiacci dei Poli rappresentano la maggior quantità di acqua dolce disponibile sulla Terra. Essi sono molto sensibili al variare della temperatura del pianeta.

Recenti ricerche hanno dimostrato una diminuzione consistente della massa ghiacciata in correlazione all'aumento di una frazione di grado centigrado dovuto all'effetto serra.

Si teme che perdurando ed aumentando l'effetto serra il processo di scioglimento dei ghiacciai polari darà luogo ad un aumento del livello dei mari con conseguente sommersione di molte isole e aree rivierasche.

Solo da pochi decenni i moderni mezzi tecnologici hanno consentito all'uomo "la conquista" dei Poli superando le difficoltà rappresentate dalle temperature estremamente rigide.

Soprattutto dall'Antartide gli scienziati si attendono elementi di conoscenza molto importanti, in particolare per ciò che riguarda la vita del Pianeta attraverso le ere ed i millenni passati, in quanto l'esame della stratigrafia delle sue terre e dei suoi ghiacci può fornire dati preziosi che il freddo ha conservato integri nel tempo.

L'equilibrio di quell'ambiente è peraltro fragilissimo ed una particolare cura è richiesta per evitare di romperlo e causarne il degrado. A tale fine è vigente una convenzione internazionale per escludere che vengano attivati usi che non siano strettamente scientifici e di conoscenza, da attuare con tutte le precauzioni utili contro gli inquinamenti e le distruzioni.

Grande è però la pressione di interessi specifici che vorrebbero sfruttare industrialmente le risorse del suolo antartico. Fortunatamente la convenzione internazionale vigente, che apre il territorio antartico allo studio di tutti i Paesi, si è dimostrata finora in grado di proteggere adeguatamente quel "santuario naturale" da ogni intrusione, consentendo solo qualche limitata attività turistica.

Nonostante le condizioni ambientali siano durissime, le regioni polari non sono deserte. Vi sono animali che vivono solo in queste zone, spesso con popolazioni abbondantissime, sfruttando le inesauribili risorse offerte dal mare. La ricchezza di alghe microscopiche delle acque superficiali, crea infatti nel mar Glaciale Artico e nell'oceano Antartico la base per vaste piramidi alimentari in cui i confini tra gli abitanti delle terre emerse e quelli del mare non esistono più. Del resto il mare, oltre a essere ricco di cibo è anche più ospitale della "terraferma" che in realtà è costituita in gran parte solo da ghiaccio. Quest'ultimo, essendo più leggero galleggia sull'acqua e ha un potere isolante; la temperatura dell'acqua, inoltre, non scende mai sotto i -4 °C (temperatura che corrisponde al punto di congelamento) perché, quando ciò accade, si forma nuovo ghiaccio, galleggiante e isolante. Per questo motivo, le terre polari non sono un bianco deserto, ma sono invece ricche di animali come le foche e gli uccelli marini. Adattamenti essenziali per gli animali che vivono a queste estreme latitudini sono quelli che consentono di limitare la perdita di calore, come la presenza di una folta pelliccia e di uno spesso pannicolo adiposo.

## L'Artide

Nell'emisfero boreale, il clima polare si fa sentire ben oltre il Circolo Polare Artico: interessa i territori più settentrionali dell'Europa, dell'Asia e dell'America del Nord, occupati dalla tundra, e coincide con il confine settentrionale delle foreste. La vegetazione tipica della tundra si sviluppa solo nelle regioni costiere della Groenlandia; per il restante 90% della sua superficie questa immensa isola - la più grande della Terra - è sprofondata sotto una calotta glaciale che raggiunge in alcuni punti uno spessore di 3 km. La crosta ghiacciata che copre il mar Glaciale Artico, la banchisa, ha uno spessore di circa 2 m. Durante l'inverno, per effetto dei venti e delle correnti, vi si formano ammassi caotici di ghiaccio con creste alte anche 30 m, gli *hummocks*. Nei mesi caldi invece, per effetto del disgelo, si aprono nella banchisa numerosi canali che separano grandi zattere di ghiaccio: il *pack*. Dai ghiacciai continentali si staccano invece immensi blocchi di ghiaccio simili a montagne che vanno alla deriva trasportati dalle correnti: sono gli iceberg, quasi completamente immersi nell'acqua (sporgono solo per 1/8 della loro altezza).

La vita nell'Artide si concentra lungo i margini del *pack*. E' qui che l'orso polare vaga in cerca di prede e che i pinnipedi trascorrono il tempo della muta e la stagione riproduttiva. Sono specie esclusivamente artiche il tricheco, la foca barbata e la foca dagli anelli; si spingono molto a nord anche la foca della Groenlandia, la foca grigia e la foca comune. Le maggiori concentrazioni di uccelli si hanno invece lungo le coste continentali che si affacciano verso il Polo Nord, estremamente frastagliate e orlate da una miriade di isole. Particolarmente legata ai ghiacci è la gazza marina minore, che nidifica sulle pareti rocciose e sverna sui ghiacci alla deriva. Questa specie appartiene a una famiglia, quella degli alcidi, che comprende le alche, uccelli straordinariamente simili ai pinguini di cui rappresentano l'equivalente ecologico nelle zone artiche: le alche, come i pinguini, hanno corpo fusiforme, zampe spostate indietro e ali ridotte, anche se possono ancora volare. Altri uccelli marini delle estreme terre nordiche sono la rondine di mare artica, che durante l'inverno migra al Polo Sud, il fulmaro glaciale e lo stercorario maggiore, diffuso anche nell'emisfero australe.

## L'Antartide

Nell'emisfero australe, al Polo Sud, un intero continente è sprofondato sotto il ghiaccio: l'Antartide. Rispetto alla superficie totale (14.107.637 km<sup>2</sup>), solo il 2% delle terre antartiche (250.000 km<sup>2</sup>) è libera dai ghiacci: la penisola Antartica, protesa verso l'America del Sud, la terra di Coates, della Regina Maud e di Mac Robertson e le cime affioranti dei monti Ellsworth. Nelle zone in cui la calotta ha maggiore spessore, 4 km di ghiaccio sovrastano la terra e con il loro immane peso comprimono le rocce facendole sprofondare in alcuni punti fino a 2000 m sotto il livello del mare. Tutto questo ghiaccio non è fermo, ma si sposta a una velocità di circa 2 m l'anno verso la costa, oltre la quale si estende formando una piattaforma ghiacciata che copre il mare, la banchisa, e che si protende fino a 800 km di distanza. Dalla calotta e dalla banchisa si formano gli iceberg e il *pack*. L'Antartide è la regione più fredda del globo (a Vostok i russi hanno registrato la temperatura estrema di -89,6 °C), ma c'è una zona situata a 650 km di distanza dal Polo Sud geografico, il cosiddetto "polo dell'inaccessibilità", in cui fa ancora più freddo. I venti, fortissimi, amplificano il problema del freddo: le tempeste di neve (*blizzards*) riducono la visibilità a non più di 1 m.

Il cuore dell'Antartide è inaccessibile alla vita, ma lungo le coste prosperano molte specie animali perfettamente adattate al freddo. I pinguini, gli animali più noti e rappresentativi dell'Antartide, sono uccelli strettamente acquatici con il corpo affusolato, corte ali trasformate in pinne e una potente muscolatura per il nuoto. Trascorrono a terra solo la stagione riproduttiva e formano colonie di centinaia di migliaia di individui. I pinguini non solo non soffrono il freddo, ma il loro equipaggiamento per combatterlo (penne e grasso) è così efficiente che corrono il rischio di

surriscaldarsi! Oltre ai pinguini, diffusi in Antartide con 7 specie (pinguino imperatore, p. reale; eudipte dal ciuffo dorato, e. crestato; pigoscelide di Adelia, p. antartico, p. papua), vivono al Polo Sud molti altri uccelli marini come il chione bianco, l'ossifraga del sud e il piccione del Capo e numerosi albatry. Altri animali antartici sono la foca cancrivora, la foca leopardo e la foca di Ross. I veri giganti antartici, le balene vivono in mare tutta la loro vita. La loro presenza a queste latitudini è tuttavia stagionale: nei mesi caldi oltrepassano la sinuosa fascia di mare che circonda il continente ghiacciato (la Convergenza Antartica) delimitando le fredde acque dell'oceano Antartico per venire ad alimentarsi di *krill*, cioè dei piccoli crostacei facenti parte del plancton qui straordinariamente abbondanti.

### *La tundra*

Vaste pianure interrotte da acquitrini, coperte da muschi, licheni e bassi arbusti, invase da neve e ghiaccio per molti mesi all'anno e spazzate da venti gelidi, occupano la fascia settentrionale dei continenti dell'emisfero boreale: queste distese costituiscono la tundra, il bioma che circonda il Circolo Polare Artico.

La tundra occupa oltre 10 milioni di km<sup>2</sup> della superficie terrestre e si estende nell'emisfero boreale (America del Nord, Groenlandia, Europa e Asia), delimitata a nord dai ghiacci eterni e a sud dalle foreste di conifere. Nell'emisfero australe le masse continentali sono molto meno estese e l'oceano occupa la fascia latitudinale e climatica corrispondente alla tundra.

Il clima della tundra, un nome lappone che significa "pianura priva di alberi", è rigido e secco: la temperatura media annuale è inferiore a 0 °C (con valori medi che non superano i -10 °C in estate e i -18 °C in inverno) e ogni anno cadono al massimo 200 mm di pioggia.

Un'importante caratteristica della tundra è che il suolo si mantiene costantemente gelato fino a grandi profondità, superiori anche ai 400 m. Il disgelo estivo interessa infatti solo il terreno superficiale, profondo al massimo 1 m. Lo strato sottostante, che prende il nome di *permafrost*, forma un pavimento di ghiaccio in cui l'acqua non riesce a circolare e le radici delle piante, soprattutto quelle degli alberi, non possono penetrare.

Nonostante il clima secco, in estate quando il ghiaccio si scioglie, l'acqua ristagna un po' dovunque. La temperatura è comunque troppo bassa perché l'acqua possa evaporare e il suolo sottostante, permanentemente ghiacciato, crea uno strato impermeabile cosicché si formano una miriade di acquitrini.

L'inverno nella tundra è molto lungo e gelido: per 9 mesi all'anno il terreno è coperto di ghiaccio, la temperatura scende spesso sotto i -30 °C e il sole sparisce dietro l'orizzonte. Sono i mesi in cui la tundra appare come una buia landa desolata e priva di vita. D'estate invece il sole non tramonta mai ed è abbastanza alto da sciogliere ghiaccio e neve e permettere alle piante di svilupparsi: sono i mesi in cui la tundra rapidamente si popola di varie forme di vita.

La vegetazione della tundra è costituita da muschi, licheni, piante erbacee e arbusti di piccole dimensioni come alcune specie di eriche, i salici nani e le betulle nane. I rigori termici, la brevità della stagione estiva e la superficialità del suolo impediscono infatti la crescita di alberi e grandi arbusti. Le piante in grado di sopravvivere in queste condizioni estreme per la maggior parte si sviluppano, fioriscono e fruttificano in pochi mesi, ma ve ne sono alcune che impiegano diversi anni per completare il ciclo vitale: il primo anno preparano le gemme fiorali, l'anno successivo fioriscono e a distanza di un anno ancora fruttificano.

Rispetto alla vegetazione si distinguono diversi tipi di tundra. La prima è la tundra ad arbusti nani, più meridionale, dove crescono salici e betulle nani ed ericacee come i mirtilli, l'uva orsina e l'azalea delle nevi. Nella tundra a muschi, caratteristica dei terreni più umidi, sono diffusi gli eriofori, ciperacee che sviluppano candidi pennacchi piumosi. Il terzo tipo di tundra è la tundra a licheni, gli organismi vegetali capaci di resistere a condizioni estreme, che si spinge fino alle latitudini più settentrionali. Un altro tipo di tundra infine è la tundra-steppe, in cui alle specie tipiche

della tundra si mescolano piante caratteristiche di ambienti steppici come ad esempio gli astragali e le artemisie.

Sono pochi gli animali che vivono stabilmente nella tundra e tutti hanno particolari adattamenti per resistere al freddo. Pochi vanno in letargo (come il citello di Parry, un roditore del Nord America) perché l'inverno è troppo lungo e freddo per poter regolare adeguatamente le funzioni vitali. Un folto mantello isolante, di pelo o di piume, è uno dei meccanismi più efficaci per garantire un isolamento termico: il bue muschiato, la lepre artica, la volpe polare, la pernice bianca nordica, il girfalco e il gufo delle nevi ne sono tutti ben forniti. Le pernici e le lepri hanno un morbido rivestimento piumoso o peloso anche sulle dita dei piedi che consente loro di muoversi più agevolmente, come se avessero delle racchette da neve. Un ulteriore adattamento, condiviso dalle lepri, dalle pernici, dagli ermellini e dalle volpi, consiste nel cambiare colore e confondersi nel paesaggio divenendo invisibili agli occhi dei predatori o delle prede: il loro manto, bruno o grigiastro durante l'estate, diventa candido d'inverno. Lo stesso fenomeno accade parzialmente anche nel girfalco e nel gufo delle nevi: mentre i maschi sono bianchi tutto l'anno, le femmine, più vulnerabili durante la stagione riproduttiva, in estate assumono un colore a strie bianche e grigie. Durante la breve estate artica la tundra pullula di insetti e altri invertebrati il cui ciclo vitale è regolato dall'alternarsi delle stagioni. Questi organismi costituiscono un importante fonte di nutrimento per molte specie di uccelli migratori che ogni anno raggiungono la tundra per riprodursi. Le renne (chiamate caribù nell'America del Nord) compiono anch'esse migrazioni cicliche dalla taiga alla tundra dove, nei mesi del disgelo, trovano un'illimitata disponibilità di pascoli.

### *La taiga*

Le foreste di conifere che si estendono in un'immensa fascia dell'emisfero boreale costituiscono la taiga, caratterizzata da lunghi inverni rigidi e nevosi.

Una fascia quasi ininterrotta dell'emisfero boreale, tra i 50° e i 70° di latitudine, è coperta da foreste di conifere, gli alberi dalle foglie ad ago ben adattati ai climi freddi e secchi. Queste foreste, che in Siberia prendono il nome di taiga, sono le più estese del pianeta: ricoprono 23 milioni di km<sup>2</sup> di superficie terrestre nell'America del Nord, in Europa e in Asia. A latitudini ancora più settentrionali questa fascia forestale lascia il posto alla tundra, mentre a sud viene sostituita dalle foreste temperate e dalle praterie.

Gli alberi che dominano il paesaggio vegetale delle foreste boreali sono i pecci, gli abeti e i pini, tutti sempreverdi, chiusi a formare con le loro chiome un manto così fitto che poca luce riesce a raggiungere il terreno, e i larici a foglia caduca, che creano foreste più aperte e luminose. Il sottobosco delle foreste boreali è ricco di muschi, licheni ed ericacee come le eriche, il brugo e i mirtilli. Il suolo, coperto di neve durante l'inverno, è formato da un tappeto di aghi caduti, uno strato torboso di humus acido solo parzialmente decomposto e uno strato ancora più basso, detto orizzonte di lisciviazione, in cui le sostanze nutritive sono state in gran parte dilavate via.

Gli inverni nella foresta boreale sono lunghi e freddissimi, con minimi di temperatura che arrivano a toccare i -70 °C, mentre le estati sono brevi e abbastanza calde, con temperature che toccano i 10 °C per almeno 3 mesi l'anno. Le differenze stagionali sono così marcate che l'escursione termica annuale in alcune zone può raggiungere i 100 °C. Le precipitazioni piovose sono scarse, non superando i 400-600 mm l'anno, e non sono uniformemente distribuite nel corso dell'anno, ma concentrate durante i mesi estivi. D'inverno alla pioggia si sostituisce la neve.

Le conifere, classe delle gimnosperme, sono gli alberi caratteristici delle grandi foreste del nord: sono piante per la maggior parte sempreverdi, hanno foglie sottili e acuminate e si riproducono per mezzo di frutti legnosi denominati coni o pigne.

Le conifere possono essere definite gli alberi del freddo per i numerosi adattamenti grazie a cui riescono ad affrontare i gelidi inverni boreali. Le foglie, con la loro forma ad ago, hanno una

superficie di scambio ridotta al minimo, in modo da limitare le perdite d'acqua per traspirazione. Questa caratteristica è molto importante quando, per il freddo, l'acqua è immobilizzata sotto forma di neve o ghiaccio. Inoltre gli aghi delle conifere riescono a catturare la luce del sole, che a queste latitudini è più debole e diffusa, da tutte le angolazioni. La forma degli alberi, più o meno piramidale o a spirale, è importante per far sì che la neve scivoli sul terreno anziché accumularsi sui rami e gravare con il suo peso fino a spezzarli. Infine la chioma sempreverde, che caratterizza tutte le conifere delle foreste boreali a eccezione del larice, consente di iniziare l'attività di fotosintesi subito all'arrivo della primavera e sfruttare al massimo la breve stagione mite.

Tutte queste caratteristiche, importantissime per la vita degli alberi, sarebbero tuttavia insufficienti se la stagione mite non fosse abbastanza lunga, vale a dire se per almeno 3 mesi l'anno la temperatura non si mantenesse su valori medi di 10 °C. Il vero limite alla vita degli alberi infatti non è tanto il freddo di per sé (i minimi di temperatura del pianeta, con valori di -70 °C si registrano proprio nella taiga, in Siberia), quanto il freddo prolungato.

Le marcate differenze stagionali che caratterizzano le foreste boreali condizionano la vita degli animali. Gli insetti che popolano la taiga quando arriva l'inverno si rifugiano dove possono, seppellendosi nel terreno o trovando un nascondiglio nei tronchi degli alberi; molti trascorrono questa stagione in una fase giovanile del ciclo biologico, sotto forma di uova, larva, o pupa (detta anche crisalide). Le formiche rosse consumano le riserve accumulate nei loro grandi nidi, rilievi di aghi di pino alti anche 1,5 m che si diramano profondamente nel terreno con un sistema di gallerie e camere sotterranee. Queste formiche hanno un ruolo ecologico importantissimo per le foreste di conifere, dal momento che si nutrono di molti insetti dannosi agli alberi. Ripuliscono gli alberi dagli insetti anche uccelli come le cince e i picchi, mentre l'urogallo, il francolino di monte e il fagiano di monte, tetraonidi tipici delle foreste boreali, sfruttano gli aghi sempreverdi delle conifere. Altri uccelli ancora, tra cui i crocieri, la nocciolaia e la ghiandaia siberiana, si nutrono invece dei semi delle pigne. Tra gli uccelli che vivono nella taiga troviamo poi predatori come l'alocco di Lapponia, l'ulula, l'astore e lo sparviero. Alcuni di loro al sopraggiungere dell'inverno devono compiere piccoli spostamenti verso sud per poter sopravvivere, ma la maggior parte degli uccelli che popolano le grandi foreste del nord affrontano grandi migrazioni stagionali e trascorrono a queste latitudini solo la breve stagione estiva. L'inverno è una stagione difficile anche per i mammiferi e sono pochi quelli in grado di affrontarlo: l'alce, piccoli carnivori predatori come l'ermellino, la martora, lo zibellino, la lutreola e il visone, e carnivori di grande mole come il ghiottone, la lince, il lupo, l'orso bruno e l'orso nero americano. Gli adattamenti di questi animali per resistere al freddo sono numerosi e diversificati: dal pelo folto e spesso, al colore del manto (che in alcuni diviene bianco in inverno), all'estremità delle zampe (che nell'alce, per esempio, terminano con lunghi zoccoli divaricabili che consentono all'animale di non affondare nella neve o nel suolo soffice delle torbiere).

### *Le foreste temperate*

Alle latitudini intermedie, dove la piovosità è uniforme nel corso dell'anno e la temperatura determina l'alternanza di quattro stagioni (con quella calda e quella fredda piuttosto moderate), crescono alberi dalle foglie larghe e laminari che si spogliano del manto fogliare in autunno e tornano a coprirsi di foglie in primavera.

Grandi estensioni forestali ricoprivano un tempo la maggior parte della fascia temperata: le foreste decidue di latifoglie, formate da alberi con foglie ampie e laminari a sviluppo stagionale. Queste formazioni forestali sono tipiche delle regioni in cui si alternano una stagione calda e mite, moderatamente umida, con una fredda, meno favorevole all'accrescimento delle piante. Le foreste decidue temperate sono distribuite nelle zone più densamente popolate del mondo e sopravvivono oggi, dopo una lunga storia di disboscamento, negli Stati Uniti nord orientali, nell'Europa centro settentrionale, in Estremo Oriente (Cina nordorientale e Giappone settentrionale), nelle propaggini

meridionali dell'America del Sud e in Nuova Zelanda. Anche se la foresta temperata propriamente detta ha alberi a foglia caduca (querce, faggi, frassini, noccioli, ecc.) in alcune regioni della fascia temperata vi sono foreste sempreverdi, come per esempio lungo la costa nordamericana del Pacifico dove crescono grandi conifere (abeti, sequoie, tsughe, tuie, ecc.) e nell'Australia sud orientale, in cui le foreste sono formate da eucalipti sempreverdi. In altre regioni ancora, per esempio nella zona dei grandi laghi canadesi, ci sono foreste miste di conifere e latifoglie (querce, betulle, pini, abeti e aceri).

Le foreste temperate crescono nella fascia temperata, dove si alternano inverni freddi ed estati calde - la temperatura d'estate non deve scendere sotto i 10 °C - e dove le precipitazioni piovose sono abbondantemente distribuite durante il corso dell'anno (pur con delle variazioni stagionali) e sufficienti alla crescita degli alberi. Gli alberi dominanti delle foreste decidue variano da zona a zona, in gran parte in funzione del regime delle piogge: nell'Europa settentrionale troviamo betulle e ontani; nell'Europa centrale il faggio, aceri e il tiglio; più a sud le querce e il castagno. Le foreste di faggio si sviluppano dove le precipitazioni annuali superano i 1000 mm.

La parola "deciduo" deriva dal latino e significa "cadere", ma perché gli alberi delle foreste temperate perdono le foglie all'arrivo dell'autunno e rinverdiscono in primavera? La caduta delle foglie è un carattere adattativo alle condizioni climatiche delle zone temperate (e in particolare all'alternanza stagionale) che si è evoluto come meccanismo per difendere la pianta dalla perdita d'acqua durante i mesi invernali. La caduta delle foglie fa risparmiare acqua alla pianta nei mesi in cui l'acqua, pur abbondante, è spesso gelata e non utilizzabile. La caduta delle foglie è uno stratagemma dispendioso in termini energetici, ma evidentemente vantaggioso. Nel ciclo delle piante che perdono le foglie sono però necessari almeno quattro mesi di recupero per potersi rifare del tempo perduto. In primavera, quando si allunga la durata del giorno, il sole diventa più alto nel cielo e la temperatura supera i 5 °C, la linfa ricomincia a scorrere nei tronchi e sui rami spuntano le gemme. In estate, gli alberi sono completamente coperti di foglie e, sfruttando la luce solare, immagazzinano sostanze nutritive necessarie per l'inverno. In autunno, le chiome degli alberi cambiano colore perché la pianta cessa di nutrire le foglie, che cadono e si accumulano sul terreno formando la lettiera. In inverno gli alberi appaiono spogli, mentre nel terreno molti organismi decompongono lentamente le sostanze organiche della lettiera restituendo al terreno sali nutritivi che saranno essenziali al ritorno della stagione vegetativa.

Una foresta temperata di latifoglie - così come una foresta di conifere - è costituita da diversi strati di vegetazione: i grandi alberi formano lo strato più elevato (strato arboreo) sotto cui cresce il sottobosco formato sia da cespugli e arbusti (strato arbustivo) che, più in basso, da piccole piante erbacee (strato erbaceo). L'ultimo strato è la lettiera, cioè il tappeto di detriti vegetali e foglie che si accumulano sul terreno.

Le foreste di latifoglie sono diverse da continente a continente. In Europa centrale la volta arborea è dominata da querce a cui si associano tigli, aceri, olmi, pioppi e frassini mentre lo strato arbustivo del sottobosco è formato da noccioli, biancospini, agrifogli, pruni, cornioli, edera. Le faggete sono le foreste tipiche delle aree più piovose e delle pendici montane. Negli Stati Uniti orientali le specie dominanti sono aceri, faggi e tigli, mentre nelle zone meno umide dell'America del Nord si sviluppano i querceti, e sul Pacifico le foreste sono formate da grandi conifere. In Asia, accanto agli alberi a foglia caduca (querce, aceri, frassini), sono diffusi alberi sempreverdi come magnolie, canfori e conifere. Nell'emisfero australe sono diffuse diverse specie di faggi del genere *Nothofagus*, tra le conifere sudamericane troviamo podocarpi e araucarie e, in Australia, una grande varietà di eucalipti.

Gli animali che vivono in una foresta possono utilizzare diversi strati di vegetazione, dalla lettiera alla volta arborea. Tipici abitanti del tappeto di foglie e altri detriti organici che si accumulano sul terreno sono gli invertebrati, tra cui ragni, acari, insetti, scorpioni, vermi, millepiedi e centopiedi. Sul terreno cercano nutrimento insettivori come i ricci, oltre a roditori, rane di bosco e salamandre. Le beccacce frequentano invece le erbe alte e i cespugli del sottobosco, tra cui pascolano cervi e cinghiali. I tronchi e i rami degli alberi costituiscono l'habitat per molti invertebrati, per esempio

insetti le cui larve si nutrono del legno, ma soprattutto per gli uccelli che costruiscono i loro nidi tra i rami o nelle cavità del tronco come le cince, l'astore, l'allocco, il gufo reale, il picchio muratore e il cuculo, e per mammiferi come lo scoiattolo, la martora e il ghio.

### *Praterie e steppe*

Nelle zone temperate, all'interno delle masse continentali, vi sono grandi estensioni pianeggianti che ricevono precipitazioni troppo scarse per consentire lo sviluppo degli alberi. La vegetazione erbacea tuttavia si sviluppa in queste regioni con grande rigoglio costituendo praterie o steppe, a seconda del clima locale. Anche le savane, nelle zone tropicali, sono in gran parte ricoperte da vegetazione erbacea.

Nelle zone temperate continentali si estendono vaste aree monotone coperte da vegetazione erbacea, dove gli alberi crescono solo lungo il corso dei fiumi. Sono le praterie, che ricoprono le grandi pianure dell'America del Nord, e le steppe, che in Europa e in Asia vanno dal Danubio fino al deserto della Mongolia. Questi spazi si presentano come un immenso mare d'erba. Le praterie sono coperte da vegetazione erbacea durante l'estate e sono povere o prive di vegetazione nei mesi invernali. Le steppe, che preannunciano il deserto, hanno due periodi di riposo, uno invernale e l'altro estivo. Anche se i vasti spazi erbosi caratterizzano prevalentemente l'emisfero boreale, praterie più o meno aride si trovano anche nell'America del Sud (*pampas* e *chaco*), in Sudafrica (*veldt*) e in Australia (*scrub*).

Le praterie si trovano nelle aree continentali interne in cui la distanza dal mare fa gradualmente diminuire l'apporto di piogge che giungono con i venti oceanici. Le precipitazioni si aggirano tra i 250 e i 750 mm annui e sono troppo scarse per consentire la crescita degli alberi: d'altra parte, la mancanza di una copertura arborea fa sì che l'umidità evapori prima di essere assorbita dal terreno. In assenza degli effetti mitiganti che l'umidità ha sul clima, le differenze stagionali sono molto marcate, con inverni gelidi ed estati calde e secche. Nelle praterie nordamericane, per esempio, la temperatura può passare da -30 °C in inverno a oltre 40 °C in estate. Il limite tra la foresta e la prateria non è ben netto, mentre quello tra la prateria e la steppa è dato approssimativamente dalla linea oltre la quale le precipitazioni non superano i 450 mm annui.

Le praterie e le steppe sono il regno delle graminacee e costituiscono il bioma più ricco di specie di piante vascolari dei climi temperati. Le specie dominanti variano da una regione all'altra, ma tra le più diffuse troviamo rappresentanti dei generi *Stipa*, *Bromus*, *Festuca*, *Andropogon*, *Panicum*, *Agrostis* e altri ancora, che formano tappeti in cui emergono cespi di labiate come la salvia e il timo e i capolini di composite come cardi, achillee e artemisie. Le erbe possono essere alte oppure basse: le prime raggiungono anche i 2 m di altezza e dominano nelle aree più umide dove le precipitazioni annuali sono superiori ai 750 mm; le seconde, alte circa 30 cm, ricoprono le regioni semiaride in cui non cadono più di 450 mm di pioggia l'anno. Nelle aree in cui si verificano condizioni intermedie, anche le erbe raggiungono un'altezza intermedia, di circa 1 m. Le erbe della prateria e della steppa hanno una caratteristica importante che consente loro di rigenerarsi dopo gli incendi o la distruzione operata dagli erbivori con il pascolo e il calpestio: il punto di crescita non è all'apice, bensì alla base delle foglie, vicino al suolo. Questo fa sì che la pianta, bruciata, calpestata o brucata, non sia distrutta, ma possa ricrescere.

Le praterie e le steppe sono il regno degli erbivori. Numerosissimi roditori vivono in tane e gallerie scavate nel terreno (citelli, criceti, spalaci, topi, ratti, arvicole, gopher e i famosi cani delle praterie nordamericane), assicurandosi così un rifugio dai predatori. Altri animali, come le lepri tra i lagomorfi, si sottraggono allo stesso pericolo con la fuga. Veloci corridori come i nandù, uccelli tipici delle *pampas* argentine, adottano anche un'altra strategia, quella di vivere in branco, come fanno i grandi mammiferi, dai bisonti americani nelle praterie dell'America del Nord, alle saighe nelle steppe eurasiatiche. Gli ambienti aperti e il clima arido favoriscono la presenza di molti rettili come i colubri e i velenosi crotali. Tra i predatori, oltre a questi serpenti, troviamo poiane, volpi, il

coyote nelle praterie nordamericane, il crisocione in quelle dell'America del Sud e il lupo nell'emisfero settentrionale. Altri animali tipici delle praterie sono i gruiformi come l'otarda e la gallina prataiola in Eurasia, e i galliformi come i tetraonidi delle praterie nordamericane. Questi uccelli, che nidificano sul terreno, si difendono dai loro nemici col criptismo, cioè confondendosi grazie al colore delle loro piume. Animali ancora più caratteristici delle grandi estensioni erbacee sono una moltitudine di insetti, primi tra tutti grilli e cavallette, e altri invertebrati che hanno colonizzato tutti i microambienti disponibili.

### *Le regioni mediterranee*

In tutto il mondo, vi sono alcune regioni costiere caratterizzate da un clima invernale mite e da estati molto calde e secche, come nel Mediterraneo. In queste condizioni si sviluppa una vegetazione particolare costituita da piante sia arboree che arbustive con foglie dure sempreverdi.

In alcune zone temperate del mondo, si verificano forti differenze climatiche stagionali, con estati torride e inverni miti e piovosi. Queste regioni possono essere molto lontane tra di loro e avere una storia assai diversa. Vengono chiamate "regioni mediterranee", dal nome del mare omonimo (il Mediterraneo) che bagna la più estesa zona del mondo in cui si manifestano queste condizioni: l'Europa meridionale, l'Africa settentrionale e la parte più occidentale del Vicino Oriente. Le altre regioni a clima mediterraneo del mondo sono il *chaparral* in California, il *matorral* nel Cile, i *fynbos* nell'Africa meridionale, il *mallee* nell'Australia sudoccidentale e le basse pendici occidentali dell'Himalaya.

Anticamente, le regioni costiere del Mediterraneo erano in gran parte ricoperte da foreste sempreverdi, ma l'intenso sfruttamento a cui sono state sottoposte da parte dell'uomo ha determinato profonde trasformazioni ambientali: la macchia, un'associazione vegetale costituita da piante arbustive, ha preso il posto delle antiche foreste. Nelle zone sfruttate ancora più intensamente, la gariga, in cui predominano piante cespugliose ed erbacee, ha sostituito la macchia. Questo tipo di paesaggio vegetale si sviluppa in modo del tutto simile anche in altre regioni del mondo degradate dall'uomo e caratterizzate dalle stesse condizioni climatiche.

In genere, le regioni mediterranee si estendono in prossimità di zone desertiche dai cui sistemi di alta pressione derivano condizioni estive di notevole siccità. Dal mare, nei mesi freddi, provengono invece basse pressioni che rendono l'inverno mite, umido e piovoso. La lunga estate secca è il periodo più sfavorevole per le piante e gli animali che popolano le regioni mediterranee. Nei mesi più torridi, gli incendi possono svilupparsi con grande facilità ed è molto probabile che uno dei fattori determinanti del successo evolutivo delle piante sempreverdi su quelle caducifoglie sia stato proprio la loro capacità di resistere al fuoco.

Tra le regioni a clima mediterraneo, quella che nel corso dei millenni ha subito le maggiori trasformazioni a opera degli insediamenti e delle attività dell'uomo è l'area costiera del Mediterraneo, il mare che è stato la culla di alcune tra le più antiche civiltà del mondo. L'uso del legno come materiale da costruzione, l'estendersi delle aree coltivate e l'allevamento del bestiame, hanno fatto sì che le regioni costiere del Mediterraneo fossero spogliate del loro originale manto forestale. La macchia, una particolare forma di vegetazione sempreverde costituita da cespugli e arbusti di leccio, lentisco, rosmarino, oleandro, mirto, cisto, ginepro e fillirea, ha sostituito le foreste. Questa associazione vegetale caratterizza la fascia costiera calda e arida del Mediterraneo e cambia aspetto e struttura a seconda della specie dominante. Altre piante che caratterizzano il bacino del Mediterraneo sono quelle coltivate e selezionate dall'uomo fin dall'antichità: l'olivo, la vite, il fico, il pistacchio, il grano.

Le piante della macchia mediterranea hanno una serie di adattamenti per resistere all'aridità estiva limitando le perdite d'acqua e per sfruttare le favorevoli condizioni invernali. Le conifere (gimnosperme) hanno foglie sottili e acuminate (aghiiformi) che, riducendo la superficie, limitano l'evaporazione. Le latifoglie sempreverdi per trattenere l'umidità hanno foglie lucenti di consistenza

coriacea (sclerofille). Nella macchia mediterranea molte piante fioriscono in inverno. Questo accade perché in epoche passate il clima del Mediterraneo era diverso da quello attuale, con periodi più caldi e altri più freddi. La fioritura "fuori stagione" è un retaggio delle piante che si sono evolute in condizioni di clima subtropicale e che sono poi riuscite a sopravvivere bene anche con un clima diverso. Un'altra prerogativa delle piante mediterranee è la straordinaria resistenza agli effetti distruttori del fuoco. Molte hanno la capacità di emettere continuamente nuovi getti dalla base del fusto e dalle radici. La sughera, ha addirittura una corteccia spessa e spugnosa dotata di potere isolante. Ma le caratteristiche delle piante mediterranee non finiscono qui: molte erbe germinano in autunno, con l'arrivo delle piogge, e restano dormienti (anche sotto forma di semi) durante l'estate; molti arbusti hanno spine e foglie a margine denticolato per difendersi dagli erbivori, alla stessa funzione servono anche i forti odori che sprigionano le foglie di molte piante (dovuti agli oli essenziali in esse contenuti). Mirto, alloro, rosmarino e molte altre piante che l'uomo apprezza e utilizza per le qualità aromatiche, proprio a causa di questi odori sono inappetibili o indigeste per molti animali. Tali oli essenziali servono anche per aumentare la densità dei liquidi nei tessuti e quindi per rallentare l'evapotraspirazione.

La fauna della macchia mediterranea è molto impoverita rispetto a quella che popolava le foreste del passato. Uno degli animali più caratteristici di questo ambiente, la lince pardina, vive ormai solo in alcune aree della penisola iberica mentre il biancone, un'aquila particolare che si nutre soprattutto di serpenti, rischia di estinguersi. Il muflone, una pecora selvatica la cui origine è molto discussa, è stato introdotto in diverse aree protette: fino a pochi decenni fa viveva solo in Sardegna e Corsica. Gli animali caratteristici della macchia mediterranea sono soprattutto invertebrati, la maggior parte dei quali insetti. Tra i vertebrati ricordiamo il daino (originario del Mediterraneo orientale), il coniglio selvatico, il cinghiale, l'occhiocotto e altri piccoli uccelli insettivori, il gruccione, le tartarughe terrestri (t. marginata, t. greca e t. di Hermann) e molti altri rettili. Il cinghiale, l'istrice e il falco pellegrino sono molto abbondanti negli ambienti mediterranei, anche se non esclusivi di questi.

In Australia la vegetazione di tipo mediterraneo è dominata da latifoglie sempreverdi sclerofille a crescita cespugliosa e prende il nome di *mallee*, un termine che in lingua aborigena vuol dire "impenetrabile". Gli eucalipti nani sono le piante arbustive più diffuse nel *mallee* e hanno molti adattamenti per resistere all'aridità. Hanno la capacità di emettere nuovi getti e di accrescersi rapidamente dopo gli incendi; le loro radici si sviluppano sia in profondità che in superficie per raccogliere tutta l'acqua reperibile e le loro foglie pendenti fanno gocciolare sul terreno le foglie di rugiada. Tra gli animali che vivono nel *mallee*, ce ne sono alcuni esclusivi di questo ambiente, come l'opossum del miele, il canguro striato, il parrocchetto dalla coda nera e la tartaruga dal collo corto, e altri diffusi anche in altri ambienti tra cui l'echidna istrice, il canguro gigante rosso e il fagiano australiano.

In California, lungo le coste del Pacifico, il clima è molto simile a quello del Mediterraneo. Per questo troviamo somiglianze nella vegetazione, caratterizzata da latifoglie sempreverdi sclerofille, tra cui dominano le querce, e da conifere. Rispetto alle zone affacciate sul Mediterraneo, le coste californiane hanno subito meno l'impatto delle attività e degli insediamenti dell'uomo e conservano aree in gran parte intatte in cui si distinguono due tipi di ambienti: le foreste (nelle zone più piovose poste tra i 500 e i 1000 m di quota) e il *chaparral*, un nome spagnolo che vuol dire "quercia cespugliosa", simile alla macchia mediterranea. Tra gli animali che vivono nel *chaparral* ne troviamo alcuni diffusi anche in altri ambienti come il puma, il coyote, la moffetta, il corridore delle strade e l'avvoltoio dal collo rosso, e altri esclusivi (o quasi) di questo ambiente arbustivo, come il mimo della California e diverse specie di colibrì.

La vegetazione dell'estremità meridionale dell'Africa non ha niente a che vedere con quella che si trova nel resto del continente. E' una vegetazione cespugliosa e arbustiva di piante sclerofille che i primi coloni boeri chiamarono *fynbos*, un nome che le è rimasto. La flora è ricchissima di specie che in gran parte vivono solo qui. Per fare un esempio ci sono 520 piante diverse del genere *Erica*, quasi tutte esclusive di questa zona. Altri generi di piante molto diffusi sono *Leucadendron*, *Olea* e

*Protea*. Mentre per quanto riguarda la flora il *fynbos* è una regione del mondo particolare e interessantissima, la fauna lo è soltanto per quanto riguarda gli invertebrati. Gli animali endemici di questa zona sono soprattutto insetti mentre i vertebrati che vivono nelle regioni costiere del Sudafrica sono in gran parte gli stessi che vivono nelle savane o nelle zone semidesertiche vicine.

### *Le zone aride e sub-aride*

Esse costituiscono un terzo delle terre emerse e vanno dalle zone temperate (di cui occupano una parte del territorio specie in Asia e nell'America meridionale) fino alle zone tropicali ed equatoriali, estendendosi intorno ad esse, ai deserti ed alle foreste pluviali. Tali aree sono denominate a seconda dei luoghi e delle condizioni, steppe, savane, praterie pampas, ecc.

In questa fascia è compresa anche la maggior parte dei deserti veri e propri (deserto arabico, australiano, Sahara ecc.) dove la quasi totale assenza di acqua e di precipitazioni, di vita vegetale ed animale determina condizioni che sono per l'uomo tra le più inospitali, con escursioni termiche fortissime e mancanza total di risorse alimentari

In quelle terre le precipitazioni sono generalmente scarse e l'equilibrio ecologico è molto instabile, tendendo facilmente a rompersi e a desertificare.

Ed è quello che purtroppo sta avvenendo in questi anni, per cause antropiche, per cui alcuni deserti estendono la loro superficie (vedi Sahel) ed in altre zone il processo inizia.

I deserti occupano circa 1/7 della superficie delle terre emerse e costituiscono regioni inospitali, torride e spazzate dai venti, prive di acqua e apparentemente disabitate. Le piogge sono scarsissime, non superando i 100 mm annui, e cadono in modo imprevedibile e irregolare; di conseguenza anche la vegetazione è estremamente rada e distribuita irregolarmente, se non del tutto assente. La siccità e la mancanza di un manto vegetale determinano una fortissima escursione termica giornaliera, con temperature che dal giorno alla notte possono variare anche di oltre 30 °C. Sono relativamente poche le piante e gli animali che riescono a sopravvivere nel deserto; ancora meno quelle che hanno sviluppato adattamenti per resistere a condizioni di vita così ostili.

Le grandi aree desertiche del globo sono orlate da regioni di transizione semiaride, le steppe e le savane, in cui le precipitazioni piovose, di carattere stagionale, oscillano da 250 a 500 mm l'anno, consentendo la crescita solo a piante erbacee resistenti all'aridità e ad arbusti spinosi.

I deserti non sono distribuiti a caso nel globo, ma occupano zone in cui particolari condizioni impediscono l'afflusso di aria umida carica di piogge.

I deserti caldi, che costituiscono il principale tipo di deserti, formano due fasce discontinue a cavallo del Tropico del Cancro (Sahara e penisola arabica) e del Tropico del Capricorno (Kalahari, Australia). Sono le latitudini in cui le masse d'aria calda e umida provenienti dall'Equatore hanno ceduto tutta l'umidità che trasportavano e, incontrando masse d'aria altrettanto secca, creano una zona di alta pressione e danno luogo a correnti discendenti calde completamente prive di nubi in relazione ai *jet streams* subtropicali.

I deserti costieri (il Namib in Africa e l'Atacama nell'America del Sud) sono localizzati tra il 15° e il 30° grado di latitudine Sud, lungo il margine occidentale dei continenti, dove correnti oceaniche fredde fanno sì che i venti provenienti dal mare, normalmente carichi di umidità, si raffreddino e perdano il loro carico di piogge prima di raggiungere la costa. Pur essendo estremamente aridi, i deserti costieri sono quasi costantemente avvolti dalla nebbia che mitiga fortemente l'escursione termica.

Altre grandi regioni aride sono i deserti continentali freddi, come quelli dell'Asia centrale (Gobi, Mongolia, Takla Makan, Zungaria), che si estendono a tale distanza dal mare che non possono essere raggiunti dalle masse d'aria umida di provenienza oceanica. Questi deserti si trovano a latitudini medie e sono caratterizzati da marcate differenze stagionali con inverni molto freddi in cui cade la neve.

Anche le catene montuose bloccano le masse d'aria umida provenienti dal mare, come accade nelle

regioni desertiche dell'America del Nord (il Grande Bacino, il deserto di Sonora, il deserto di Mojave e il deserto di Chihuahua).

Le zone desertiche non sono estensioni monotone, come si potrebbe pensare, ma offrono una grande varietà di forme e paesaggi.

Il Sahara, il deserto più vasto del mondo, a sud confina con una zona semiarida di savana (*sahel*) in cui crescono grandi acacie spinose. Le zone di transizione settentrionali sono invece steppe caratterizzate da marcate differenze stagionali. Il deserto vero e proprio può essere un deserto sabbioso (*erg*), con grandi dune create e mosse dal vento, oppure un deserto di rocce e pietre (*reg*) che possono formare estesi tavolati. I massicci montuosi, scolpiti dagli agenti erosivi che in assenza della vegetazione agiscono con tutta la loro forza, occupano 3/4 della superficie del Sahara. I corsi d'acqua (*uadi*), che hanno una vita effimera legata all'arrivo di piogge inaspettate, interrompono con i loro alvei asciutti e cespugliosi i territori aridi: l'acqua si conserva sottoterra e alcune piante riescono a raggiungerla. Altri tipici aspetti del paesaggio desertico, nel Sahara come in altre zone del mondo, sono i grandi bacini salati: è ciò che resta di antichi laghi, ormai prosciugati, in cui si raccoglievano le acque dei fiumi prima che la regione si inaridisse.

Nelle zone aride vivono piante che mostrano vari adattamenti alla mancanza d'acqua. Molte sono piante effimere, caratterizzate da un ciclo vitale breve e molto rapido: appaiono dopo le piogge e in un mese sono già scomparse lasciando semi pronti a germogliare quando l'acqua sarà disponibile di nuovo, anche a distanza di anni. Le piante succulente, come i cactus in America e le euforbie in Africa, hanno una strategia completamente diversa: raccolgono tutta l'acqua disponibile e la accumulano nei fusti e nei rami che si sono trasformati in organi spugnosi. Un ulteriore adattamento di queste e di altre piante specializzate alla vita nel deserto è quello di avere le foglie ridotte o trasformate in spine, in modo tale da ridurre la traspirazione e contemporaneamente proteggersi dagli erbivori. Un apparato radicale enormemente sviluppato è indispensabile ai pochi alberi e arbusti che riescono a crescere negli ambienti aridi, come le acacie e le tamerici nel Sahara, gli eucalipti e le atroplici nel cuore arido dell'Australia. Alcune specie hanno radici superficiali che formano un'estesa rete nei primi strati del suolo, altre invece cercano l'acqua in profondità. Foglie carnose per accumulare l'acqua, oppure lunghe e sottili per evitare di perderla, spesse cuticole cerosi per limitare la traspirazione, oppure una fitta pelosità sono tutti adattamenti all'estrema aridità del clima. Nei deserti freddi, caratterizzati da marcate differenze stagionali, un altro importante stratagemma per far fronte alle severe condizioni ambientali è quello di rallentare o interrompere l'attività sia durante i rigidi mesi invernali che al culmine della torrida estate.

Gli animali che vivono nei deserti hanno due problemi particolarmente importanti da affrontare: la scarsità d'acqua e l'eccessivo calore. Vi sono animali che limitano la perdita d'acqua con adattamenti fisiologici. Il topolino delle piramidi, per esempio, recupera il vapore acqueo prodotto con la respirazione facendolo condensare nelle narici. I dromedari e i cammelli invece riciclano il grasso accumulato nelle gobbe, una riserva energetica essenziale nei periodi di digiuno, ricavando acqua come prodotto del metabolismo. Uccelli e rettili non hanno il problema di perdere acqua con l'urina poiché i loro reni eliminano una sostanza solida che non ha bisogno di diluizioni, l'acido urico; i mammiferi del deserto, al contrario, hanno meccanismi fisiologici per concentrare l'urina che, come prodotto di rifiuto contiene urea, una sostanza che se non fosse disciolta in acqua sarebbe altamente tossica. Molti animali riescono addirittura a vivere senza bere: l'acqua di cui hanno bisogno proviene tutta dal cibo e, da questo punto di vista, le piante succulente come i cactus dei deserti americani sono una fonte importante del prezioso liquido. Gli adattamenti morfologici per prevenire la disidratazione sono particolarmente sviluppati nei rettili e in molti artropodi (insetti e scorpioni), corazzati con robusti rivestimenti corporei. Altri adattamenti morfologici diffusi tra gli animali deserticoli hanno lo scopo di facilitare la dispersione di calore: servono a questo le grandi orecchie del fennec e quelle della lepre americana. Le abitudini di vita e i comportamenti non sono meno importanti delle altre caratteristiche morfologiche per garantire agli animali la sopravvivenza nel deserto: uscire solo di notte per evitare l'insolazione diurna; sfuggire con l'estivazione - una forma di vita latente - agli eccessi di calore dell'estate; seppellirsi nella sabbia, scavare buche o

ripararsi all'ombra; saltare o correre velocemente per evitare di fermarsi sulla sabbia ardente sono tutti espedienti che consentono agli animali di affrontare le particolari condizioni di vita dei deserti.

### *La savana*

Nelle regioni tropicali caratterizzate da un lungo periodo di siccità, da una breve stagione piovosa, da temperature costantemente elevate e da suoli poveri, si estendono le savane, grandi spazi aperti coperti da alte erbe, spesso interrotti da alberi sparsi e popolati da una ricca fauna.

Le savane non sono altro che praterie tropicali, più o meno alberate, e possono essere considerate ambienti di transizione tra le foreste equatoriali e i deserti. Occupano vaste aree del pianeta, sia a nord che a sud dell'Equatore, in Africa, nell'America del Sud e nell'Australia settentrionale. Estensioni minori di savana si trovano anche in India e nel Centro America.

Le formazioni di savana più estese del mondo si trovano in Africa. Questo continente è occupato per oltre 1/3 della sua superficie da pianure sconfinite e dolci rilievi collinari coperti dalla vegetazione tipica della savana. Nelle aree protette e in quelle meno abitate dall'uomo, ancora oggi le savane sono abitate da grandi erbivori come le giraffe, le antilopi, le gazzelle, gli gnu, gli elefanti e le zebre, che pascolano con immense mandrie.

Le savane non sono un ambiente uniforme, ma assumono un aspetto eterogeneo in funzione della diversa durata e quantità delle piogge annuali, con una distinzione in fasce in cui prevale la vegetazione erbacea e altre più densamente alberate. A questa eterogeneità si aggiunge un radicale cambiamento di fisionomia nelle diverse stagioni: nei mesi delle piogge le savane appaiono verdi e lussureggianti mentre nella stagione arida le erbe si seccano e il paesaggio appare arido e spoglio.

Le savane sono caratterizzate da una marcata stagionalità: le precipitazioni sono moderate (generalmente tra i 250 e i 1000 mm annui) e sono concentrate in un breve periodo, definito stagione delle piogge, che non dura più di 2-4 mesi; per il resto dell'anno non piove quasi mai. La temperatura è costantemente elevata, con valori che non scendono mai sotto i 21 °C, e il periodo più caldo coincide con la stagione delle piogge. Il clima condiziona fortemente il tipo di vegetazione. Le regioni più umide sono quelle a ridosso delle foreste tropicali, in cui la piovosità è alta (800-1400 mm annui) e la savana presenta un'elevata percentuale di copertura arborea. Allontanandosi dalle foreste, il clima si fa semiarido (con precipitazioni annue di 500-1000 mm) e le zone di prateria aperta divengono sempre più estese. Avvicinandosi ai deserti, infine, l'entità delle precipitazioni si abbassa a 250-500 mm annui, i ciuffi di erba divengono sempre più radi e arbusti spinosi tendono a prendere il posto degli alberi.

Il clima ha un'importanza fondamentale nel determinare la formazione della savana, tuttavia l'estensione di questo bioma dipende anche dall'uomo: la deforestazione infatti ha sottratto alle foreste tropicali (soprattutto in Africa e nell'America Meridionale) vaste estensioni che si sono trasformate in savane secondarie, ambienti instabili destinati a subire ulteriori trasformazioni e che differiscono profondamente dalle savane primarie. Solo queste ultime costituiscono il bioma originario tipico delle fasce semiaride tropicali, frutto di una condizione di equilibrio (*climax*) raggiunta al termine di una successione di trasformazioni ecologiche.

La composizione floristica delle savane è influenzata essenzialmente da tre fattori: l'aridità più o meno elevata, il pascolo delle immense mandrie di erbivori e il fuoco, distruttore e rigeneratore, sempre presente non solo per cause naturali come l'autocombustione, ma anche per volontà e per azione dell'uomo.

Le fasce più umide sono quelle più densamente alberate, ma in ogni caso sono le piante erbacee, alte 1-2 m, che costituiscono la vegetazione preponderante della savana. In Africa le più comuni e diffuse sono le graminacee perenni, come l'erba degli elefanti (*Pennisetum purpureum*) molto appetita dai grandi erbivori, e le ciperacee, abbondanti nelle zone a clima più umido, tra cui è compreso il papiro (*Cyperus papyrus*) che forma una vegetazione lussureggiante attorno alle paludi, i laghi e gli acquitrini della savana. Alberi tipici della savana africana sono invece le acacie spinose,

con le caratteristiche chiome a forma di ombrello, i baobab e le euforbie giganti.

Gli adattamenti delle piante per resistere alla siccità, al pascolo e al fuoco sono numerosi e diversificati. Le piante erbacee hanno radici molto sviluppate, per assorbire dal terreno la massima quantità d'acqua durante la stagione delle piogge e potersi rigenerare dopo l'azione distruttrice di un incendio. Inoltre, le foglie hanno zone di accrescimento vicine all'attaccatura allo stelo, in modo che gli erbivori, consumandole, non distruggano la pianta. Anche alberi e arbusti hanno i loro mezzi di difesa: spesse cortecce, rami spinosi, foglie decidue che perdono all'arrivo della stagione arida e tessuti adibiti ad immagazzinare acqua, come i tronchi succulenti dei baobab.

Gli animali che popolano le savane mostrano adattamenti collegati a due importanti fattori: la stagionalità, che comporta una disponibilità di risorse alimentari diversificata nel corso dell'anno, e la mancanza di nascondigli.

Un problema che tutti devono affrontare durante la stagione arida è quello di procurarsi l'acqua, motivo per cui si affollano attorno ai laghi, alle paludi e agli acquitrini che raccolgono quella caduta in eccesso durante la stagione delle piogge. Un importante adattamento che consente ai grandi erbivori di sopravvivere alla siccità è quello di essere impegnati in continue e cicliche migrazioni che risolvono la necessità di procurarsi sia l'acqua che il cibo. Gli adattamenti per la vita in un ambiente aperto sono numerosi. Il mimetismo criptico, che consiste nell'avere un manto dello stesso colore dell'ambiente (come quello dei leoni) oppure la presenza di strie o macchie che scompongano il profilo contro lo sfondo (come nei leopardi, nelle iene o nelle zebre) confondono gli animali agli occhi delle prede o a quelli dei predatori. Molti animali della savana, come i rettili, gli insetti e i roditori, hanno piccola taglia e possono rifugiarsi in tane scavate nel terreno, ma ve ne sono molti altri di taglia gigantesca, come elefanti, ippopotami e rinoceronti: la mole rende questi animali inattaccabili una volta raggiunta l'età adulta. Altri importanti adattamenti sono quelli legati al comportamento animale: la vita in società, che consente una migliore organizzazione difensiva, come nei babbuini; la velocità nella corsa, sia per attaccare che per difendersi, in cui sono veri campioni ghepardi e struzzi; un collo allungato per poter vedere al di sopra dell'alto strato d'erba, che nella giraffa sembra quasi esagerato.

Le savane sono ambienti a elevata produttività biologica popolati da una fauna ricca e diversificata. Tra gli erbivori, i più tipici abitanti delle savane africane sono i mammiferi di media e grossa taglia come gazzelle, damalischi, impala, gnu e zebre che brucano le stesse erbe, ma in momenti diversi della loro crescita. I bufali pascolano nei terreni più umidi, i facoceri scavano le radici sotterranee e le antilopi brucano a varie altezze mentre giraffe ed elefanti si sono specializzati a consumare le chiome degli alberi. Le mandrie di erbivori sono oggetto di preda per i grandi carnivori (leopardi, ghepardi, licaoni, leoni e iene) che, dopo aver consumato la maggior parte della carne degli animali abbattuti lasciano il posto agli spazzini come gli sciacalli, e gli avvoltoi.

### *Le aree tropicali e sub-tropicali*

Sono aree dove, in relazione alla piovosità e alla disponibilità di acqua si possono avere foreste pluviali analoghe a quelle equatoriali con esplosione di forme vegetali ed animali o anche estese coltivazioni e ricche piantagioni di cotone, caffè, cacao ecc., o di frutta (banane, ananas, cocco, mango, arachidi ecc.).

Sono zone particolarmente favorite dalla natura per la loro bellezza e per le condizioni climatiche. Esse sono localizzate soprattutto nel Centro America, nelle isole del Pacifico e dell'Indonesia, in buona parte del sud-est asiatico ed in alcune regioni dell'Africa e dell'America latina.

### *Le foreste pluviali equatoriali*

Esse rappresentano le condizioni in cui la natura, sulla terraferma, esplica in maggior misura la

sua potenza vitale. L'accelerazione del ciclo dell'acqua che ha luogo determina una abbondantissima piovosità (da cui la denominazione ) che unita alle alte temperature provoca e sostiene l'esplosione di una enorme quantità di forme di vita vegetale ed animale.

Pur costituendo solo il 15% della superficie totale delle terre emerse, le foreste pluviali ospitano la maggior parte delle specie e delle varietà viventi di cui solo una parte (forse la decima parte) sono note e classificate.

Sono frequenti e continue le risorse che la scienza medica e farmaceutica traggono da quelle foreste ed è facile prevedere che sempre maggiori saranno in futuro in parallelo col progredire della scienza e della ricerca.

Oltre a ciò, rappresentando questo sistema il maggior volume di biomassa della Terra è certamente anche il maggior "polmone verde" a vantaggio di tutto il pianeta, sia per la sua continua produzione di ossigeno, che per il corrispondente assorbimento di anidride carbonica.

Esso è pertanto un formidabile regolatore della composizione dell'aria ed anche del clima, in ragione dell'imponente evapotraspirazione della sua massa forestale.

Purtroppo un patrimonio che è arrivato a noi e alle nostre generazioni pressoché integro è, da qualche decennio oggetto di estese distruzioni per mezzo di incendi e di abbattimenti indiscriminati, che ne hanno ormai ridotto la consistenza di oltre il 15 % nell'America meridionale, in Africa e nel Sud-est asiatico.

E' facile prevedere che se non si troverà il modo di arrestare tali distruzioni, esse faranno tra non molto "tabula rasa" di tutte le foreste pluviali, privando in modo irreversibile l'umanità di una risorsa inestimabile e forse indispensabile alla vita sulla Terra.

Si tratta di trovare rimedi adeguati alle ragioni che provocano tali distruzioni che sono quelle di ricavare il controvalore dei legni pregiati (un albero ogni centinaia che vengono distrutti col fuoco) e creare estensioni di terre da mettere a coltura.

Il risultato è una enorme produzione di CO<sub>2</sub> dovute alle combustioni ed agli incendi (in contrapposto con l'assorbimento di grandi quantità di CO<sub>2</sub> che operavano le foreste abbattute) e la creazioni di suoli in condizioni di stabilità precaria, che in pochi anni degradano.

Entrambi i processi vanno ad incrementare fortemente l'effetto serra.

Vaste regioni dell'America del Sud, dell'Africa occidentale e dell'Asia sudorientale situate tra il Tropico del Cancro e il Tropico del Capricorno, sono coperte da foreste tropicali, ambienti lussureggianti caratterizzati da un clima molto caldo e umido e da una netta stratificazione verticale della vegetazione. Le foreste tropicali sono popolate da una grande varietà di specie animali e vegetali distribuite in modo tale da poter sfruttare le diverse situazioni ecologiche che si creano ai vari livelli. Tra le foreste tropicali, quelle più rigogliose sono le foreste pluviali che crescono in condizioni di temperatura e di umidità costanti, dove le piogge sono distribuite uniformemente durante il corso dell'anno e superano i 2000 mm. Le foreste pluviali si sviluppano in realtà tanto nelle aree temperate quanto in quelle tropicali; tuttavia, è lungo la fascia equatoriale che si trovano quelle più estese e importanti, sia dal punto di vista della biomassa che della diversità biologica.

Le foreste pluviali sono ambienti complessi, antichi e straordinariamente ricchi di vita: alberi colossali innalzano i loro tronchi lisci fino a 40 m formando con le loro chiome sempreverdi una copertura pressoché ininterrotta; altri alberi svettano al di sopra della volta arborea superando anche i 60 m di altezza; piante epifite (come molte orchidee) crescono sui rami, sui tronchi e sulle foglie affondando le radici nel muschio e nei detriti che vi si raccolgono; liane e altri rampicanti si avvinghiano a rami e tronchi formando un ammasso intricato; la densità, la varietà e la stratificazione degli organismi vegetali creano condizioni ideali per la vita di un numero incalcolabile di animali.

Le foreste tropicali pluviali si trovano nelle zone più piovose del mondo e sono caratterizzate da una notevole stabilità climatica: la temperatura si mantiene costantemente sui 24-26 °C e il livello delle precipitazioni piovose annue è in media di 1500 mm, ma può raggiungere i 4000 mm. Variazioni stagionali compaiono allontanandosi dall'equatore verso i tropici, dove si delinea l'alternanza di una stagione asciutta (con 3 o più mesi secchi) e di una stagione piovosa che coincide con l'arrivo del

monsone.

I diversi strati di vegetazione della foresta pluviale non hanno tutti lo stesso clima, ma diversi microclimi. Le ampie chiome degli alberi che costituiscono la volta, per esempio, sono esposte alla luce solare molto intensa mentre sul terreno arriva appena il 2% delle radiazioni solari. Si passa dunque dalla luce all'oscurità. E per quanto riguarda il vento, le condizioni sono altrettanto mutevoli. Sopra la volta l'aria si muove a velocità 10-20 volte superiore a quanto avviene tra le chiome degli alberi e 100 volte maggiore della velocità a terra. La volta è assoluta, battuta dal vento e dalla pioggia mentre a terra l'aria ristagna, c'è pochissima luce e l'umidità è altissima, per citare solo le condizioni microclimatiche più estreme.

In base a diverse caratteristiche che comprendono il tasso delle precipitazioni annue, la fertilità, il drenaggio e la natura del suolo, i botanici hanno classificato ben 40 diversi tipi di foreste di pianura. Inoltre, salendo in altitudine si assiste a un'ulteriore trasformazione della foresta.

La foresta più ricca di specie arboree è la foresta sempreverde di pianura, che cresce nelle regioni in cui le precipitazioni sono costanti durante tutto il corso dell'anno.

A pochi gradi di distanza dall'Equatore già compaiono minime differenze nel tasso delle precipitazioni, che diminuiscono per 2 o 3 mesi all'anno. Questo lieve cambiamento incide sulla vegetazione, che acquista un carattere semi perenne, anche se il fenomeno non è evidente: molti alberi perdono infatti le foglie, ma lo fanno in periodi diversi, cosicché la foresta mantiene il suo manto verde.

Allontanandosi ancora di più dall'Equatore, la foresta monsonica stagionale prende il posto della foresta pluviale: gli alberi, in funzione dell'alternanza di un periodo secco e di una stagione piovosa, perdono il fogliame facendo apparire la foresta secca e spoglia durante i mesi asciutti. Un'altra caratteristica delle foreste monsoniche è che non riescono a crescervi le piante rampicanti che hanno bisogno di un clima costantemente umido.

Sui terreni sabbiosi, che non trattengono l'acqua, crescono foreste secche dette *kerangas* nel Borneo e *caatinga* in Sud America: oltreché d'acqua, il terreno è povero anche delle sostanze nutritive necessarie alla crescita degli alberi che, per questo, hanno fusti piuttosto sottili. Per sopperire al bisogno di sostanze nutritive, molte piante diffuse in queste foreste hanno sviluppato strategie particolari, come quella di catturare insetti.

Le foreste inondate sono invece quelle che si trovano in zone di pianura soggette ad allagamenti periodici o occasionali quando le acque dei fiumi che le attraversano rompono gli argini. Nelle foreste amazzoniche, l'inondazione può durare diversi mesi e il livello dell'acqua può superare i 10 m di altezza, ma le piante continuano a vivere sommerse.

Le spiagge tropicali riparate sono orlate da un particolare tipo di foresta pluviale in cui crescono alberi adattati a vivere nelle acque salate dei terreni fangosi costieri: le mangrovie. Queste piante hanno radici aeree, gli pneumatofori, che emergono dal fango e permettono di prendere direttamente dall'aria l'ossigeno necessario per svolgere le funzioni vitali.

Importanti cambiamenti della foresta pluviale si osservano salendo in montagna: il clima diventa meno afoso, la volta arborea si abbassa, una nebbia quasi perenne avvolge la vegetazione e scompaiono sia i frutti che crescono sui tronchi sia le radici avventizie. Licheni, felci e altre piante epifite, come orchidee e bromeliacee, diventano sempre più abbondanti e la volta arborea non appare più irregolare, ma piatta e uniforme.

Nonostante il loro aspetto lussureggiante, le foreste pluviali hanno un suolo sterile. L'azione dilavante delle piogge, particolarmente marcata nei terreni sabbiosi, porta via qualsiasi sostanza nutritiva. Ripetuta per milioni e milioni di anni, questa incessante rimozione non poteva che produrre un completo impoverimento del suolo. Gli alberi e le altre piante che crescono sul terreno si sono adattati a questa situazione: con le loro radici riescono a estrarre elementi preziosi alla crescita da qualsiasi detrito vegetale e formano un manto spugnoso superficiale che intercetta ogni sostanza prima che sia dilavata. Data l'importanza del riciclaggio delle sostanze utili, nelle foreste pluviali più che in qualsiasi altro ambiente è essenziale il ruolo svolto dagli organismi decompositori che, a vari livelli, attaccano i resti di altri esseri viventi. In alcune foreste dell'Asia

sud orientale è stato calcolato che le termiti consumano quasi il 20% delle foglie cadute sul terreno, e riescono a farlo grazie alla presenza, nel loro intestino, di protozoi e batteri in grado di digerire la cellulosa. Le termiti da sole rappresentano circa il 70% degli invertebrati che vivono sul terreno, ma sono numerosissimi gli altri insetti che rosicchiano resti vegetali aprendo la strada all'ulteriore decomposizione operata da funghi e batteri. Questi con la loro azione liberano azoto, fosforo, ferro e altre sostanze prontamente riutilizzate dalle piante che, grazie alla temperatura elevata e alla costante disponibilità di acqua, riescono a produrre 25-30 tonnellate l'anno di nuova vegetazione per ogni ettaro, il doppio della quantità prodotta da una foresta temperata e tre volte quella calcolata per la taiga.

La varietà di forme animali e vegetali che vivono nelle foreste pluviali è sorprendente. In un solo ettaro di foresta pluviale si possono trovare anche 300 diverse specie di alberi, mentre in una foresta temperata ce ne sono una decina o poco più. Nella sola Colombia vivono circa 25.000 specie diverse di piante, contro le 17.000 stimate per l'intera America del Nord, e circa il 70% sono alberi. Questo accade perché la competizione per la luce è altissima, e quindi le possibilità di conquistarsela sono legate all'altezza. Gli alberi più alti, che si ergono come giganti solitari, raggiungono i 50-60 m di altezza. Lo strato di vegetazione più fitto si trova a 20-30 m dal suolo, dove si espandono le chiome degli alberi che formano la volta, carichi di epifite - tra cui felci, orchidee, bromeliacee, muschi - e rampicanti come le liane. Segue più in basso uno strato di alberi più piccoli e giovani con chiome allungate in senso verticale, poi uno strato di piante erbacee e infine il terreno. L'impenetrabilità delle foreste vergini (o primarie) è solo un mito: infatti in queste foreste la luce che arriva sul terreno è così scarsa da limitare fortemente la crescita della vegetazione. Invece, nelle foreste secondarie (che si sviluppano in aree che hanno subito disboscamenti) e lungo il corso dei fiumi, la foresta assume il carattere di una giungla: i margini della foresta e le rive dei corsi d'acqua appaiono bordate da un muro verde fitto e intricato. Ciò accade perché il disboscamento oppure il fiume creano un varco in cui la luce può raggiungere il terreno favorendo la crescita delle piante. Una caratteristica comune a molti alberi della foresta pluviale è quella di avere dei sostegni alla base del tronco che si continuano nelle radici, a forma di contrafforti o di trampoli. Queste strutture servono a ripartire il peso della pianta su una superficie più ampia e a sostenerla contro la forza del vento. Le foglie sono per lo più lunghe e affusolate, lisce e con l'apice appuntito, per far sgocciolare l'acqua e impedire così la crescita di muschi e licheni che vi si potrebbero sviluppare sopra. Molti alberi hanno tronchi e grossi rami su cui crescono direttamente i fiori e i frutti. Per la dispersione dei semi le piante usano vari modi: alcune hanno frutti che esplodono lanciandoli lontano, altre affidano i semi al vento (ma questo vale soltanto per gli alberi della volta arborea), altre li fanno trasportare dagli animali.

Alla varietà di piante che crescono formando diversi strati di vegetazione, corrisponde una diversità altrettanto elevata di specie animali. La foresta pluviale offre loro risorse illimitate per tutto l'anno, senza interruzioni: fiori ricchi di nettare e polline, nascondigli e tane sicure, acqua a volontà, una temperatura ottimale, passaggi a tutte le altezze. Per questo, animali di tutte le dimensioni, con le più disparate abitudini di vita, popolano la foresta pluviale. Quelli che la caratterizzano maggiormente sono comunque gli animali adattati a vivere sugli alberi, che mostrano particolari specializzazioni e straordinarie convergenze per muoversi sulle parti aeree delle piante. Alcune specie di rane, serpenti, mammiferi e sauri hanno sviluppato delle membrane che permettono il volo planato da un ramo all'altro. I bradipi hanno zampe con lunghi artigli per arrampicarsi, le scimmie del Nuovo Mondo e altri mammiferi hanno code prensili. Oltre a questi animali, troviamo sugli alberi anche agili felini, come la pantera nebulosa delle foreste asiatiche, camaleonti (in Africa e Madagascar), gechi e altri rettili dalle grandi capacità criptiche, uccelli dal piumaggio variopinto e pipistrelli dalle più svariate abitudini alimentari. Sul suolo non mancano gli scavatori, come gli armadilli e il formichiere gigante dell'Amazzonia, l'ilochero delle foreste africane e i tapiri sudamericani e asiatici. Per quanto riguarda i vertebrati erbivori si va da pigmei come il paca dell'Amazzonia, ai gorilla, agli elefanti, i più grandi mammiferi viventi sulla terraferma. Nella vegetazione si nascondono poi grandi carnivori come la tigre in Asia e il giaguaro nell'America del

Sud. Ma la ricchezza e la diversità di forme dei vertebrati che vivono nelle foreste pluviali è ben poca cosa rispetto alla straordinaria diversità degli invertebrati e, più in particolare degli insetti.

*Le variazioni nella flora e nella fauna in rapporto alle quote altimetriche ed alle profondità marine*

Se immaginiamo, in qualsiasi punto del pianeta un asse verticale che dal centro della Terra salga alle più alte quote montane, dobbiamo constatare che il livello del mare rappresenta una linea di separazione tra due zone distinte del regno vegetale e del regno animale: quella delle alghe e dei pesci verso il basso; quella di tutti i restanti tipi di vegetazione e degli animali terricoli ed di aria, verso l'alto.

Tale separazione implica però diverse eccezioni ed intrusioni, come quella dei pinguini che sono uccelli e di parecchie specie di mammiferi, tutti perfettamente adattati alla vita marina. Così come pesci che hanno sviluppato qualche attitudine a brevi voli sulla superficie marina o svariati tipi di pesci d'acqua dolce che vivono in fiumi e laghi anche a quote altimetriche elevate.

Come detto sopra la vegetazione marina è costituita, quasi esclusivamente da alghe fino alla profondità in cui giunge la luce (500-700 mt.); al di sotto di tale quota non vi è più alcuna vegetazione e quindi la fauna marina è esclusivamente carnivora, alimentandosi dei residui animali che precipitano dall'alto.

La fauna marina, oltre ai pesci, comprende negli strati superficiali (una fascia di qualche centinaio di metri) parecchie specie di mammiferi perfettamente adattati al mare (balene, foche, delfini, orche ecc.) nonché animali di altri ordini e specie.

La varietà delle forme e delle dimensioni della fauna marina è enorme condizionata soprattutto dalla pressione, dalla luce, dalla temperatura e dalla salinità, adattata alle infinite variazioni dell'habitat (sabbia, roccia, argilla, limo ecc.) e dal paesaggio (distese piane, scogliere, anfratti ecc.).

La fauna marina (ma soprattutto gli uccelli) possiede, rispetto agli animali di terra, la caratteristica di una grande mobilità, che in molti casi dà luogo a migrazioni a vasto raggio.

Per quanto riguarda la vegetazione terrestre, a seconda del complesso di condizioni ambientali, si hanno associazioni vegetali o fitocenosi di piante erbacee, arbustive ed arboree. La diversità vegetale propria di ciascuna area o località è rappresentata dalla fitogeografia o geografia vegetale. Le formazioni climatiche regionali sono essenzialmente tre: boschive, erbacee e desertiche.

In linea generale si può dire che ogni associazione vegetale, come foresta, boscaglia rada, prato, brughiera, risulta costituita da un numero vario di specie aventi affinità e origini diverse, ma concordanti per esigenze di vita. delle quali alcune per le loro dimensioni, per la singolarità della forma o per il gran numero di individui, sono la rappresentazione più evidente e immediata delle condizioni ambientali.

La distribuzione della fauna terrestre nelle varie zone del mondo è studiata dalla zoogeografia che indaga sia sulla distribuzione animale attuale, che su quella passata, dato che ogni specie ha avuto origine in una area limitata e poi si è diffusa, per migrazione o per trasporto passivo, nell'area attuale.

Così come per il tipo di vegetazione, anche la fauna terricola ed area varia con l'altitudine. Partendo dalla pianura, così come alle coltivazioni erbacee ed ai boschi di latifoglie e di aghifoglie, succedono le conifere e poi i prati-pascoli, i muschi e i licheni ed infine le rocce nude ed i ghiacciai, anche la fauna, superata la quota collinare, fino alla quale ogni specie è compatibile, in montagna i fattori climatici e vegetali selezionano progressivamente le specie animali. Con la diminuzione dei roditori, delle lepri, dei conigli e di altre specie che rappresentano le prede, diminuisce in corrispondenza la presenza del lupo, dell'orso, della lince che sono i predatori.

Al di sopra vi è l'areale proprio degli ungulati di montagna (caprioli, stambecchi ecc.) per giungere infine alla zona dei rapaci delle vette (aquile, condor ecc.).

## *La montagna*

Le montagne, cioè le parti più elevate della superficie terrestre, estremamente diversificate per forma, dimensioni, altezza, età e origine geologica, ma accomunate dal fatto che, con il variare dell'altitudine, variano le condizioni climatiche e meteorologiche e l'ambiente si trasforma.

Le montagne più alte del mondo si trovano nell'Asia centrale e arrivano a 8872 m di altezza con il monte Everest. In Africa la vetta più alta è il Kilimangiaro (5895 m), mentre i sistemi montuosi più importanti delle Americhe sono le Montagne Rocciose in quella settentrionale e le Ande in quella meridionale. Entrambe le catene del Nuovo Mondo corrono parallele alla costa del Pacifico. Le prime si sviluppano per 4500 km, dall'Alaska - dove, a 6193 m di altezza, si erge il monte più alto dell'America del Nord (il Mc Kinley) facente parte di un altro sistema montuoso - fino al Messico e culminano con il monte Elbert (4396 m). La cima maggiore delle Ande, che corrono per oltre 8000 km, è invece l'Aconcagua (6959 m). L'Australia non ha cime molto elevate, toccando i 2230 m con il monte Kosciuszko; in Europa, invece, le Alpi formano un imponente sistema di rilievi che separa da un punto di vista climatico e ambientale, l'Europa centrale da quella mediterranea. Il monte Bianco, con 4807 m di quota ne rappresenta la vetta più elevata.

Le montagne poste a diversa latitudine presentano una differente successione di fasce vegetazionali (piani altitudinali), che però vengono condizionate anche da altri fattori.

Prendendo come esempio le Alpi, il primo livello altitudinale che si incontra è quello delle fertili e verdi vallate (piano basale). Più in alto si succedono vari tipi di foresta. Le basse pendici montuose sono ammantate da querceti - con diverse specie di querce dominanti alle diverse altitudini - e castagni (piano submontano). Subito dopo troviamo foreste di faggio (piano montano) e foreste di conifere (piano subalpino), seguite da una zona di transizione in cui crescono solo arbusti contorti. La montagna vera e propria ha inizio dove anche questo tipo di vegetazione scompare: è un alternarsi di praterie altomontane (piano dei pascoli) coperte per la maggior parte dell'anno dalla neve, lande desolate in cui si sviluppa una vegetazione simile a quella della tundra (piano alpino), ghiaioni e creste rocciose incessantemente battute dai venti, ghiacciai perenni (piano nivale).

La situazione cambia in funzione della latitudine, dell'ubicazione dei rilievi, della loro conformazione, della circolazione delle masse d'aria e dell'influenza sul clima esercitata dalle correnti oceaniche. Per esempio, sul versante pacifico delle Ande, si passa dai deserti costieri alla curiosa e densa vegetazione che copre le basse pendici frequentemente avvolte dalle nebbie, alla foresta tropicale (nelle Ande settentrionali), alla foresta delle nuvole (sempre nelle Ande settentrionali), seguita più in alto dai tradizionali ambienti altomontani. Le montagne del mondo, con i loro altopiani erbosi, le guglie e le pareti rocciose, i picchi innevati, offrono scenari e ambienti estremamente diversificati. In un certo senso, si può dire che, salire su una montagna equivale a percorrere il globo dall'equatore verso i poli: nei due viaggi si incontrano tipi di associazioni vegetali molto simili o per lo meno analoghi. Le piante e gli animali che vivono sulle montagne hanno dovuto adattarsi a condizioni di vita che, con l'aumentare dell'altitudine, diventano sempre più dure. Proprio per queste loro caratteristiche, i rilievi montuosi costituiscono importanti barriere per la distribuzione degli esseri viventi.

Salendo di quota sono molti i fattori che variano. L'insolazione diventa sempre più forte, ma l'aria si fa via via più rarefatta cosicché, nonostante l'intensità delle radiazioni solari, la perdita di calore per irraggiamento determina un abbassamento della temperatura dell'aria di circa 0,5 °C ogni 100 m di altezza. Alle quote più elevate, la perdita di calore per irraggiamento è tale che ne risulta un'escursione termica giornaliera molto elevata e una grande differenza di temperatura al suolo tra le zone in ombra e quelle esposte al sole. La piovosità, sul versante esposto ai venti oceanici, aumenta e, salendo in altezza, le precipitazioni diventano nevose. Questo accade perché le masse d'aria umida provenienti dal mare incontrando i rilievi salgono verso l'alto per superarli. In quota si espandono e si raffreddano per via della bassa pressione formando nebbie e nuvole e dando luogo a precipitazioni che, oltre una certa altitudine, sono generalmente nevose. In funzione di questi cambiamenti climatici, la vegetazione si trasforma gradualmente dalle pendici alle vette.

L'alta montagna è un ambiente poco ospitale per le piante e per gli animali. Nelle latitudini temperate, gli alberi che si spingono più in alto sono le conifere (gimnosperme). Capaci di resistere benissimo al freddo, al vento e alla neve, le conifere sono rappresentate sulle Alpi soprattutto dall'abete rosso, dal pino silvestre e dal larice. Eccetto il larice, sono tutte sempreverdi, perdono cioè le foglie un po' alla volta senza spogliarsi mai completamente. Le foglie, a forma di ago e coperte da una sostanza cerosa, consentono di trattenere l'umidità, preziosa d'inverno, quando l'acqua è immobilizzata come ghiaccio o neve e non può essere assorbita dalle radici. La forma piramidale o conica degli alberi, con i rami rivolti verso il basso, è un'altra caratteristica importante: è ideale per lasciare che la neve scivoli giù anziché accumularsi e spezzare i rami con il suo peso.

Oltre una certa quota sul livello del mare (che varia secondo la latitudine), gli alberi non ce la fanno più a crescere: la foresta si dirada e lascia il posto a bassi arbusti contorti, come i ginepri e i rododendri, che nelle zone maggiormente battute dal vento crescono prostrati sul terreno. Le erbe che coprono le praterie d'altitudine (carici, brachipodi, festuche, seslerie, cardì, genziane, crochi, ecc.), hanno rinunciato alle parti legnose e in parte si sviluppano solo nei mesi caldi. Gli adattamenti più importanti per resistere al freddo sono: la presenza di una fitta peluria che isola sia dal gelo che dalla siccità; la presenza di grandi quantità di zuccheri nelle radici che funzionano come antigelo; la crescita delle foglie radenti al terreno, attaccate allo stelo. Per difendersi dal vento le piante perenni hanno bisogno di un apparato radicale molto esteso, che le ancori bene al terreno.

Licheni e muschi, eriche di piccola taglia e salici nani si insediano ancora più in alto, dove finisce la prateria d'alta quota e il paesaggio montano diventa simile a quello della tundra.

Un adattamento particolare di alcune piante montane insediate nelle fessure delle rocce, che le protegge dal vento, dal freddo e dall'aridità conseguente alla forte insolazione, è quello di formare densi cuscinetti (o pulvini) che sembrano piccole foreste in miniatura.

Nella successione altitudinale degli ambienti lungo i versanti delle montagne, troviamo animali tipici di ciascun livello e altri che si trovano in tutti gli ambienti. La fauna tipicamente montana è quella che troviamo oltre il limite della vegetazione forestale. Il problema più importante che devono affrontare gli animali che vivono in alta montagna, non è soltanto quello di resistere al freddo, ma soprattutto la capacità di sopportare grandi escursioni termiche. Nei piani altitudinali più elevati, la mancanza di una copertura arborea e arbustiva pone anche il problema di rendersi invisibili agli occhi dei predatori, o delle prede. La forte azione del vento limita le possibilità di vita per gli animali che volano: in conseguenza di ciò, molti insetti sono atteri, cioè privi di ali, mentre gli uccelli non sono molto numerosi. I pochi uccelli che vivono a tale altezza sono dei formidabili volatori (corvidi, aquile, ecc.). Per far fronte alle condizioni che caratterizzano l'alta montagna, gli animali hanno sviluppato numerosi adattamenti: folte pellicce isolanti, la capacità di confondersi con l'ambiente mutando il colore del manto nelle diverse stagioni, una condizione di vita latente (ibernazione o letargo) durante i mesi invernali, la possibilità di migrare verso il fondovalle all'arrivo della stagione fredda. Sulle Alpi, maestri nell'arte del camuffamento sono la pernice bianca, l'ermellino e la lepre alpina che diventano bianchi d'inverno. Sulle stesse montagne ungulati come i camosci e soprattutto gli stambecchi, mostrano una grande abilità nell'arrampicarsi sui terreni più impervi. Gli ungulati, che trovano nelle praterie d'altitudine abbondanti risorse alimentari, hanno una notevole diffusione in tutte le montagne del mondo: troviamo il bighorn e la capra delle nevi sulle Montagne Rocciose, lo yak e il goral in Tibet, lama, vigogna e guanaco sulle Ande. Numerosi sui pascoli altomontani e nelle zone in cui si accumulano detriti rocciosi sono anche i roditori, che trovano in tane sotterranee un riparo dal freddo intenso: la lepre fischiante (o Pica) e il cane della prateria dalla coda bianca nell'America del Nord, la marmotta sulle Alpi e il cincillone di Cuvier sulle Ande, dove è invece praticamente scomparso allo stato selvatico il cincillà. Una particolarità del ciclo vitale di alcuni anfibi e rettili che vivono nelle zone di alta montagna, è quella di partorire figli vivi, come nel caso della salamandra nera e della lucertola vivipara che vivono sulle Alpi.

### *Gli oceani , le correnti ed i cicli climatici*

Il complesso degli oceani e dei mari è un elemento essenziale per la vita sulla Terra. Si ha ragione di ritenere che le prime forme di vita si siano originate nei mari e che solo successivamente esse abbiano invaso la terraferma e l'aria.

Sono innumerevoli le specie che popolano i mari, dalle forme microscopiche fino a quelle di dimensioni maggiori in assoluto (balene, capodogli, orche ecc.)

I mari e gli oceani hanno uno stretto rapporto sia con il clima che con le terre. Molto importante è l'azione termoregolatrice esercitata nei confronti dei territori bagnati dai mari. Ciò è dovuto ai tempi più lunghi con cui le acque si riscaldano e si raffreddano rispetto alle terre.

E' noto il moto ciclico dei venti che di giorno vanno dal mare alla terra, perché con i suoli più caldi, la colonna d'aria sovrastante crea gli spazi per l'aria più fresca e più pesante proveniente dal mare. Il moto ovviamente si inverte la notte quando i suoli si raffreddano più rapidamente, mentre le acque trattengono più a lungo il calore solare.

Oltre che su base diurna questi movimenti eolici ciclici avvengono anche su base stagionale assumendo denominazioni diverse a seconda dei luoghi (alisei, contralisei, brezze, ecc.).

Ciò ovviamente comporta per le terre anche un apporto pluviometrico notevole delle acque evaporate dai mari.

Una funzione di particolare importanza è quella svolta dai monsoni nel continente asiatico dove stagionalmente sono regolatori della pluviometria su cui è basata larga parte dell'economia agricola di quei territori (coltivazione del riso ecc.).

A beneficiare di questa azione inducendo un clima mite e temperato sono soprattutto quelle regioni come quella mediterranea che si affacciano su mari interni, in particolare poi, come nel caso specifico, quando sono circondati a nord da catene montuose che le proteggono dalle perturbazioni settentrionali.

L'azione di termoregolazione viene ulteriormente potenziata grazie alle correnti permanenti che si instaurano negli oceani in conseguenza delle differenze di temperatura tra le zone tropicali ed equatoriali e quelle settentrionali e polari.

Molto nota è l'influenza esercitata in Atlantico dalla "Corrente del golfo" che partendo dal golfo caraibico giunge a lambire le coste della Francia settentrionale, dell'Inghilterra, dell'Irlanda e della penisola scandinava migliorandone radicalmente i climi, rispetto a quelli di altri territori situati alle corrispondenti latitudini.

Un fenomeno analogo avviene nell'oceano Pacifico con la corrente detta del Nino, che dalle zone calde della Polinesia giunge a lambire le coste dell'America meridionale (Cile, Perù ecc.) nel periodo natalizio (di qui il nome di Nino = Bambinello in lingua spagnola), apportando clima temperato e piogge.

Altrettanto nota è la formazione delle correnti aeree, dei venti e degli uragani in dipendenza della temperatura dei mari e dei connessi processi di evaporazione.

E' stata misurata con precisione l'origine delle più violente perturbazioni atmosferiche che, a seconda dei luoghi in cui si formano, sono chiamati uragani, cicloni o tifoni accumulati tutti da una temibile forza distruttiva. Ciò avviene quando la temperatura dell'acqua degli oceani aumenta oltre un certo limite fino oltre la profondità di 200 mt.

Meno noto è l'importante processo esercitato dai mari e dagli oceani per l'assorbimento della CO<sub>2</sub> dell'aria.

Tenendo presenti le principali caratteristiche illustrate possiamo renderci conto di quanto sia deleteria per gli equilibri generali la pesante influenza esercitata dall'uomo con le attività degli ultimi decenni.

La pesca attuata con criteri distruttivi ha già ridotto o fatto scomparire parecchie forme di vita; in particolare l'indiscriminata caccia alle balene mette questa specie a rischio di totale estinzione.

Così come l'inquinamento dei mari con prodotti oleosi indotti dai fiumi e dagli scarichi delle petroliere determina un velo che, galleggiando superficialmente, ostacola il processo di

evaporazione e quindi il regolare svolgimento del ciclo dell'acqua, nonché quello dell'assorbimento della CO<sub>2</sub>.

E' pertanto evidente che l'aumento delle temperature del pianeta, dovuto all'effetto serra, altera in modo profondo i delicati e vitali equilibri esistenti negli oceani e nei mari e contribuisce a determinare condizioni climatiche sempre più violente ed improvvise

### *Gli oceani*

Gli oceani costituiscono l'ambiente più esteso di tutto il pianeta dal momento che comprendono il 99,9% dell'acqua presente sulla Terra, ricoprono quasi 3/4 della superficie del globo e con le loro acque si spingono a una profondità media di circa 4000 m. Gli oceani sono anche gli ambienti più antichi del pianeta ed è nelle acque costiere degli oceani primordiali che si pensa si sia verificata l'origine della vita e quelli in cui gli animali sono straordinariamente diversificati: sono pochissimi i grandi gruppi zoologici che non hanno rappresentanti nell'ambiente marino, come per esempio gli anfibi, e ve ne sono alcuni, tra cui gli echinodermi, che vivono esclusivamente in mare.

I fattori fisico-chimici che caratterizzano gli oceani e che influiscono di più sulla distribuzione e sulle attività funzionali degli animali marini sono:

- 1) una concentrazione salina elevata, pari al 35-36 ‰ (35-36 grammi di sali per chilogrammo di acqua), dovuta a una grande quantità di sostanze chimiche disciolte, e in particolare a 6 elementi molto diffusi (cloro, sodio, zolfo, magnesio, calcio e potassio);
- 2) la temperatura, che crea vere e proprie barriere alla distribuzione degli esseri viventi e che varia da 32 °C nelle regioni tropicali a -2 °C nei mari polari, con un'escursione annua raramente superiore ai 5 °C nelle diverse aree;
- 3) la profondità, i cui valori massimi si registrano nelle fosse oceaniche e da cui dipendono sia la luce che la pressione;
- 4) la luce solare, che riesce a penetrare solo nei primi strati d'acqua e che, sotto i 400 m di profondità lascia il posto a un'oscurità completa e permanente;
- 5) la disponibilità di ossigeno variabile, come quella di altri gas disciolti, in funzione della temperatura e della profondità;
- 6) la disponibilità di sostanze nutritive.

Altri importanti fattori che condizionano la vita degli organismi in mare sono i movimenti delle acque (onde, maree e correnti), la natura dei fondali (rocciosi, sabbiosi, fangosi), la distanza dalla costa, la prossimità al fondo e la presenza di foci fluviali. La pressione, invece, pur aumentando in modo vertiginoso dalla superficie verso il fondo (1 atmosfera ogni 10 m di profondità), non sembra porre particolari limiti alla distribuzione degli animali marini.

La varietà delle condizioni descritte fa sì che l'ambiente marino non sia affatto uniforme e monotono.

L'ambiente marino comprende due grandi domini caratterizzati da diversi complessi biologici, il dominio bentonico e quello pelagico, ulteriormente suddivisi in senso verticale e orizzontale in varie regioni e zone.

I fondali, dalla zona costiera dove si infrangono le onde fino alle profonde e oscure superfici dei bacini e delle fosse oceaniche, costituiscono il dominio bentonico. Questo a sua volta comprende una regione litoranea, che arriva fino ai margini superiori della scarpata continentale, e una regione profonda, che si inabissa fino alle massime profondità oceaniche. La regione litoranea, soggetta anche all'azione delle maree, abbraccia una fascia raggiunta solo dagli spruzzi (zona epilitorale), una zona periodicamente sommersa dall'alta marea (zona sopralitorale), un successivo livello di profondità compreso tra i limiti abituali dell'alta e della bassa marea (zona mesolitorale o intertidale) e una zona sottostante che, dal livello della bassa marea, scende fino al bordo della piattaforma continentale, a circa 200 m sotto il livello del mare. La regione profonda invece è divisa nella degradante scarpata continentale (zona batiale), nella vasta estensione delle pianure abissali

(zona abissale) la cui profondità media si aggira sui 4000 m e da cui si innalzano i rilievi e le dorsali oceaniche e, in alcuni punti, in una zona sottostante ancora più profonda (zona adale) che costituisce il fondo delle fosse oceaniche.

Le acque libere dei mari e degli oceani formano il dominio pelagico, articolato in ulteriori suddivisioni ecologiche. In senso orizzontale, le acque che sovrastano il bordo dei continenti (cioè la platea continentale) costituiscono la regione neritica, mentre la colonna d'acqua aperta che colma i bacini oceanici forma la regione oceanica. Quest'ultima si suddivide ulteriormente in senso verticale e comprende: uno strato superiore illuminato dalla luce solare che scende fino a circa 200 m (zona epipelagica), la colonna d'acqua sottostante che scende fino a 700 m (zona mesopelagica), lo strato ancor più basso che sovrasta i fondi abissali tra i 700 e i 4000 m (zona batipelagica), la fascia che dai 4000 m scende fino ai 6000 m (zona abissopelagica) e le acque ancor più profonde delle fosse oceaniche che dai 6000 m toccano i 10.000-11.000 m (zona adopelagica).

Piante e animali che popolano mari e oceani, e più in generale gli ambienti acquatici, vengono divisi in grandi raggruppamenti di organismi in funzione dei diversi rapporti che li legano ai fondali e alla massa d'acqua libera.

Il primo di questi insiemi è costituito dal benthos, cioè da quegli organismi che vivono in stretto contatto con i fondali, attaccati alle rocce o agli scogli, sprofondati o ancorati alla sabbia, striscianti o reptanti sul fondo oppure infossati in gallerie scavate nel substrato. Ne sono un esempio le grandi alghe dei bassi fondali costieri, le spugne (poriferi), che vivono perennemente attaccate o incrostate sul fondo, la maggior parte degli echinodermi come ricci e stelle di mare, i vermi tubicoli (anellidi), le attinie e le madrepore (celenterati), la maggior parte dei molluschi (vongole, ostriche, polpi, ecc.) e molti crostacei tra cui i granchi e le aragoste. Fra i pesci ne fanno parte sogliole, rombi, murene, triglie, scorfani, ghiozzi e tutti quelli che nuotano poco e vicino al fondo. Anche se durante la vita adulta questi organismi sono in vari modi strettamente associati ai fondali, negli stadi precoci del loro ciclo vitale si affidano in gran parte alle correnti, per potersi assicurare la dispersione.

Il secondo raggruppamento prende il nome di plancton e comprende gli organismi che, pur se dotati di appendici per la locomozione, non sono in grado di opporsi ai grandi movimenti della massa d'acqua. Alcuni hanno dimensioni microscopiche come i minuscoli organismi unicellulari, principalmente diatomee e dinoflagellati, che costituiscono il fitoplancton (cioè la componente vegetale del plancton) e che vivono negli strati luminosi superficiali o i piccoli crostacei copepodi e le larve di tanti animali marini che rappresentano uno dei più importanti costituenti dello zooplancton (cioè la componente animale del plancton). Altri raggiungono dimensioni considerevoli, come le grandi meduse (celenterati) o altri organismi dal corpo gelatinoso come le salpe (tunicati) o gli ctenofori.

Il terzo grande insieme di organismi marini è il necton, che comprende gli animali capaci di muoversi attivamente con i loro mezzi in opposizione al moto ondoso e alle correnti come la maggior parte dei pesci, molti gamberi, le tartarughe, i delfini, le balene e i calamari.

La vita degli organismi che popolano il mare dipende, come sulla terraferma, dalla luce del sole, dall'acqua, dall'anidride carbonica e dai sali disciolti. L'acqua ovviamente non è un fattore limitante, mentre lo è la luce solare, dal momento che le radiazioni luminose si estinguono rapidamente dopo i primi metri sotto la superficie. Un altro fattore limitante è la disponibilità di fosfati e nitrati, sali nutritivi essenziali per la crescita degli organismi vegetali che costituiscono la base delle catene alimentari, entrambi presenti nell'acqua marina in concentrazioni molto basse. In alcune zone (in prossimità dell'Equatore e vicino ai margini continentali) questi sali salgono in superficie dagli strati profondi più freddi dove sono maggiormente concentrati grazie a correnti di risalita (*upwelling*). Le zone in cui questo accade sono particolarmente produttive e ricche di vita animale e vegetale.

Le catene alimentari, nel mare come sulla terraferma, hanno inizio dalle piante marine, e più in particolare dal fitoplancton (vedi precedente paragrafo), che forma un invisibile strato d'intensa attività di fotosintesi nelle acque superficiali degli oceani. Di queste microscopiche alghe si nutrono i minuscoli animali che formano lo zooplancton e questi a loro volta rappresentano una fonte di cibo per altri organismi carnivori sia di piccole che di grandi dimensioni. Al vertice delle complesse reti

alimentari del mare si collocano i superpredatori come gli squali, i calamari e i capodogli, che si nutrono di altri carnivori o di grossi consumatori primari.

### *I mari glaciali*

Essi sono ricchissimi di vita. Viene considerato il luogo dove inizia la catena alimentare dei mari e degli oceani, attuata attraverso vere e proprie migrazioni stagionali di pesci, mammiferi ed uccelli.

In particolare sono acque ricche di krill (prevalentemente piccoli crostacei) di cui si alimentano molte specie ittiche e molti mammiferi come foche, balene ecc. nonché diverse specie di uccelli tipici e atipici come i pinguini.

Il Mar glaciale artico in gran parte dell'anno è ricoperto da strati di ghiaccio spessi anche qualche metro, che praticamente uniscono i territori settentrionali col polo.

La navigazione di quei mari è possibile solo nei mesi estivi ed il transito dall'oceano Atlantico all'oceano Pacifico che è stato attuato solo di recente avviene col passaggio cosiddetto a nord-ovest se transita a nord della Groenlandia, del Canada e dell'Alaska ;"passaggio a nord-est" se passa a nord della penisola scandinava, della Russia e della Siberia.

### *I mari interni*

Com'è noto, con questa denominazione si definiscono quei mari che, pur essendo collegati, attraverso canali o stretti, con gli oceani, sono circondati da ogni lato dalle terre.

Nei secoli hanno svolto un'importante funzione di collegamento tra popoli e Paesi che si affacciano a quei bacini ed è in questi mari che hanno avuto inizio le prime forme di navigazione. Non vada dimenticato a questo proposito che una delle massime opere letterarie dell'antichità, l'Odissea, è proprio incentrata sulla trattazione dei pericoli, ma anche delle scoperte e dell'evoluzione che la navigazione in un mare interno fin da allora permetteva.

Tra questi mari il Mediterraneo (che deriva il proprio nome proprio dal fatto di essere in mezzo alle terre) con tutte le sue suddivisioni in bacini ed in particolare l'Egeo, è stato sede di fiorenti civiltà, favorite dalla facilità di scambi culturali e merceologici.

Altri mari interni sono il Mar Baltico (che ha dato luogo nel tempo alla fiorente civiltà anseatica), il mare del nord, il mar dei Caraibi e delle Antille.

In senso lato possono essere annoverati tra di essi anche i mari dell'Indonesia, della Cina e del Giappone oltre a quelli delle isole polinesiane. Tutti, infatti per la contiguità con terre e isole hanno svolto nel tempo funzioni di collegamento e di scambio.

Una situazione particolare è quella dei mari che tali sono per la loro vastità e per la salinità delle loro acque, ma che differiscono dagli altri mari interni per la specificità che non sono collegati con altri mari o con oceani. Essi sono il mar Caspio ai confini tra l'Europa e l'Asia ed il Mar Morto in Medio Oriente.

Da un punto di vista ecologico tutti questi mari sono in una più o meno forte condizione di degrado, soprattutto quelli che, come il Mediterraneo ed il Mar Baltico sono circondati da territori con forte sviluppo industriale ed intensi insediamenti urbani ed agricoli.

In questi mari i fiumi ed i canali riversano continuamente enormi quantitativi di liquami e di rifiuti tossici provenienti dalle discariche delle industrie, dai residui chimici dei trattamenti agricoli e dalle fogne delle città.

A ciò si aggiungono gli scarichi tossici provenienti dall'intenso traffico di natanti ivi particolarmente attivo, nonché gli abbandoni fraudolenti di materiali altamente inquinanti, come residui radioattivi o chimici che organizzazioni senza scrupoli attuano in spregio delle leggi e della morale.

La salvaguardia ambientale di questi mari (come quella degli oceani) è legata alla corretta e

puntuale applicazione delle norme che regolano l'adozione di adeguati sistemi di depurazione, sia lungo i fiumi, che nei canali e negli scarichi fognari. Altra misura importante è la corretta applicazione delle norme che regolano il traffico marittimo.

### *I laghi*

I laghi sono bacini di raccolta delle acque dolci che si formano in depressioni naturali o artificiali della superficie terrestre più o meno estese e profonde. Nei laghi la corrente ha effetti trascurabili e, a differenza di quanto avviene negli stagni e nelle paludi, la parte centrale è libera da vegetazione radicata sul fondo. Il modo in cui un lago ha avuto origine e la sua età sono fattori importanti nel determinarne la forma, l'estensione, la profondità e la ricchezza di vita.

La nascita di un bacino lacustre può essere legata a movimenti della crosta terrestre (per esempio l'innalzamento o lo sprofondamento di rocce) oppure il lago può occupare crateri o caldere di vulcani spenti, formarsi a causa dello sbarramento del corso di un fiume, avere origine per opera del carsismo (quando la cavità in cui si raccolgono le acque si forma a opera della lenta azione solvente dell'acqua sulle rocce calcaree) o può prendere vita dalle acque di fusione dei ghiacciai. Qualunque sia la loro origine, i laghi tendono a regredire perché sono soggetti a un processo di interrimento provocato dai resti organici delle piante e degli animali che li popolano e dai detriti portati dai fiumi loro immissari. Questo processo fa sì che i laghi rappresentino un ambiente transitorio, destinato a trasformarsi in uno stagno e quindi in una palude, un acquitrino, una torbiera e infine un prato o un bosco.

Il processo di interrimento di un lago - conseguenza della cosiddetta eutrofizzazione - e la sua lenta trasformazione in stagno, palude e acquitrino, è molto lento e produce un cambiamento nella composizione chimica dell'acqua in base alla quale i laghi, tenendo conto anche della natura del suolo, si possono suddividere in:

- 1) laghi oligotrofici: sono laghi giovani dalle acque limpide che si formano su terreni privi di calcio. Questi laghi hanno il fondo libero da depositi organici e ben ossigenato, inoltre sono poveri di vita (per quanto riguarda l'abbondanza di piante e animali presenti), anche se il numero di specie può essere elevato;
- 2) laghi mesotrofici: sono i laghi maturi con acque ricche di nutrienti e abbondante vegetazione sia per quanto riguarda le alghe in sospensione che le piante lungo le sponde;
- 3) laghi eutrofici: sono i laghi vecchi, ricchissimi di nutrienti formati su suoli non acidi. Poco profondi e altamente produttivi, hanno acque ricche di calcio, nitrati e fosforo. In questi laghi c'è un'elevata densità di organismi fluttuanti (plancton), per cui l'acqua appare verdognola e poco trasparente, e sul fondo sono depositati grandi cumuli di detriti organici in cui l'ossigeno non riesce a penetrare. Sono laghi ricchi di vita e densamente popolati.
- 4) laghi distrofici: sono i laghi che si formano su suoli particolarmente acidi, con acque scure e molto torbide. Le loro acque hanno un'elevata concentrazione delle sostanze che formano l'humus.

Un altro tipo di classificazione dei laghi si basa sul tipo di circolazione delle acque (a sua volta legata alla temperatura) e sulla localizzazione geografica del bacino:

- 1) laghi temperati: nei laghi della fascia temperata, in conseguenza della stratificazione termica delle acque (cioè la formazione di strati d'acqua con diversa temperatura), l'acqua è stagnante sia durante l'estate che nei mesi invernali più freddi. Ci sono però due periodi in cui l'acqua si mescola circolando liberamente dalla superficie verso il fondo e dal fondo verso la superficie: sono la primavera e l'autunno;
- 2) laghi polari: nei laghi delle estreme latitudini, dove l'acqua non scende mai sotto i 4 °C, la circolazione completa tra il fondo e la superficie si verifica soltanto in estate.
- 3) laghi subtropicali: nelle regioni temperate calde e subtropicali la temperatura dell'acqua nei laghi non scende mai sotto i 4 °C. In questi laghi l'acqua circola completamente solo in inverno;
- 4) laghi tropicali: sono i laghi in cui il profilo termico dell'acqua è stabile (che mantengono cioè una

temperatura costante nei diversi strati dalla superficie verso il fondo) e in cui l'acqua circola completamente molto di rado.

Il profilo termico di un lago e le variazioni stagionali della temperatura svolgono un ruolo determinante per gli scambi di ossigeno e di nutrienti tra gli strati superficiali e quelli profondi.

In un lago, dalla riva verso le acque libere, si possono distinguere diverse zone:

- 1) zona litoranea: è la fascia periferica di acque basse in cui la luce raggiunge il fondo e dove si sviluppano piante con radici.
- 2) zona limnetica: è la fascia superficiale di acque aperte in cui domina il fitoplancton, cioè gli organismi vegetali galleggianti.
- 3) zona profonda: è la zona che non viene raggiunta dalla luce, popolata da organismi che per il nutrimento dipendono dalla zona litoranea e dalla zona limnetica. In questa fascia predominano i processi di decomposizione.

In base alla penetrazione della luce, si possono distinguere inoltre una zona eufotica, che riceve la luce del sole, e una zona afotica, perennemente buia.

Nei laghi la fotosintesi svolge un ruolo fondamentale per rifornire di ossigeno l'acqua: questo gas aumenta nelle ore diurne, per effetto dell'attività degli organismi vegetali, e diminuisce di notte; il contrario avviene per l'anidride carbonica.

In un lago l'energia di base fornita dal sole viene utilizzata dalle alghe e dalle piante acquatiche e trasferita da queste ai consumatori primari, secondari e così via.

Alle nostre latitudini, gli argini dei laghi sono colonizzati da una boscaglia igrofila (letteralmente, amante dell'umidità) costituita da ontani e salici tra le cui radici crescono ranuncoli, mente acquatiche e nasturzi. Verso l'interno, questa fascia di vegetazione è seguita da una fascia a grandi carici, equiseti e giunchi. Invece, entrando in acqua, ha inizio la vegetazione palustre costituita man mano che aumenta la profondità, da tife e cannuccia di palude. La vegetazione acquatica vera e propria è costituita da piante interamente sommerse oppure ancorate con le radici sul fondo e con le foglie galleggianti in superficie: è la zona di potamogeti e ninfee. Dove l'acqua è più profonda crescono alghe ramosi, mentre in acqua vivono sospese microscopiche alghe costituenti del plancton.

Nei laghi vivono varie comunità animali che hanno rapporti diversificati con il fondo, la superficie e la massa d'acqua libera. Alcuni vivono in contatto con la pellicola superficiale dell'acqua: di questo insieme, che prende il nome di neuston, fanno parte molti insetti come i collemboli che vivono molto vicino alle rive, diversi emetteri (notonette, gerridi, ecc.) e le larve delle zanzare. Il bentos comprende organismi che vivono in stretto contatto con il fondo, fissati o adagiati su di esso oppure infossati tra i sedimenti: numerose larve di insetti (tricoteri, efemeroteri, coleoteri e ditteri), molti crostacei, molluschi e anellidi oligocheti. I ditteri chironomidi e gli oligocheti tubificidi (detti comunemente *tubifex* e usati per nutrire i pesci d'acquario) sono tipici abitatori delle zone più profonde. Le acque libere sono dominate dal plancton che ha come tipici rappresentanti protozoi, rotiferi, molti crostacei, uova e stadi giovanili di pesci: si tratta di organismi incapaci di opporsi attivamente alle correnti e che vivono sospesi nella massa d'acqua. Il necton infine è costituito dai pesci che hanno la capacità di opporsi alle correnti e si spostano liberamente tra la zona litoranea e quella limnetica: tra quelli più tipici dei nostri laghi possiamo ricordare il persico reale, il luccio, la tinca e la carpa, oltre a specie introdotte come il coregone, il persico sole e il pesce gatto. Altri vertebrati tipici di laghi, stagni e più in generale di vari habitat d'acqua dolce, sono gli anfibi, come rane e tritoni, alcune specie di rettili e mammiferi, e numerose specie di uccelli che si affollano soprattutto lungo le rive nel canneto. La biscia tassellata è un serpente assai abile nel nuoto piuttosto comune nei laghi europei (oltre che nei fiumi) che si nutre di pesci. Il castorino o nutria, originario dell'America del Sud, è sfuggito dagli allevamenti e ha ormai invaso numerosi laghi e fiumi europei.

Lungo le sponde dei laghi, ma ancor più negli stagni, paludi e acquitrini, si sviluppa il canneto, formato da piante perfettamente adattate a crescere in un terreno molle, fangoso e poco ossigenato. E' questo l'ambiente di vita, di rifugio o di nidificazione per una moltitudine di uccelli come le

folaghe, gli svassi, numerose specie di anatre e aironi, il falco di palude, la cannaiola, il cannareccione, il porciglione e molte altre specie dell'ambiente lacustre.

Un lago costituisce un ambiente transitorio destinato, prima o poi, a prosciugarsi. Man mano che i materiali trasportati nel bacino lacustre dagli immissari e quelli erosi dalle rive per effetto del moto ondoso si accumulano sul fondo, il lago invecchia e diventa sempre meno profondo: un processo detto eutrofizzazione che culmina con l'interramento del bacino. Stagno, palude e acquitrino rappresentano gli ambienti che si susseguono nel processo di colmata e di trasformazione di un lago.

Lo stagno è uno specchio d'acqua in cui la vegetazione radicata sul fondo ha invaso tutta la superficie, la temperatura è più dipendente da quella atmosferica e le acque hanno movimenti minimi. La palude è un bacino poco profondo completamente invaso da una vegetazione costituita da canne e giunchi. L'acquitrino, infine, è una distesa d'acqua interamente coperta da erbe palustri.

### *I corsi d'acqua*

Un corso d'acqua è una via d'acqua dolce in movimento sulla terraferma alimentata da acque sotterranee, da un lago oppure dalla fusione della neve o del ghiaccio il cui carattere cambia, lungo il percorso, in funzione di vari fattori, primo tra tutti la velocità della corrente. Quest'ultima è determinata dall'inclinazione del terreno su cui l'acqua scorre e dalla forma dell'alveo.

Un corso d'acqua è un ambiente ricco di vita, popolato da una grande varietà di esseri viventi in gran parte dipendenti dall'apporto di sostanze provenienti dall'esterno: accanto agli organismi decompositori (batteri e funghi), agli animali erbivori e ai predatori, nei fiumi vivono numerosissimi animali detritivori che sfruttano come risorse alimentari i frammenti vegetali e i residui organici provenienti dal terreno, dilavati per azione delle piogge.

In ogni corso d'acqua, spostandosi dalla sorgente alla foce, si possono distinguere vari ambienti popolati da diverse comunità biologiche: il ruscello, il torrente, il fiume pedemontano, il fiume lento delle zone pianeggianti. I fattori più importanti che determinano questa successione sono la pendenza, la velocità della corrente, la profondità dell'acqua, la quantità di ossigeno disciolto, la natura del substrato e la copertura vegetale dei terreni che vengono drenati dalle acque fluviali. La velocità della corrente è sicuramente quello più importante.

Un ruscello ha un alveo stretto e basso, a fondo pietroso, acqua limpida e ben ossigenata, corrente molto rapida. Le pietre sommerse sono coperte da muschi e alghe incrostanti. In questo tratto vivono soprattutto invertebrati che camminano ancorandosi al fondo grazie a speciali strutture adattative (uncini, ventose e corpi appiattiti). I vertebrati comprendono principalmente alcune specie di anfibi.

In un torrente l'alveo è più ampio e profondo e diminuisce la velocità della corrente. Sulle rive crescono ontani, salici, pioppi, felci e farfaracci mentre nelle pozze profonde abbondano le alghe. Nei torrenti europei, a seconda della velocità e della portata dell'acqua, vivono diverse specie di pesci (trote, temolo, lasca, alborella, ghiozzi, ecc.), rane, tritoni e alcuni crostacei (gamberi e granchio di fiume).

Man mano che si procede verso la foce, il fiume scorre sempre più lentamente, diminuisce l'ossigeno disciolto nell'acqua, aumenta la temperatura e il fondo diventa ghiaioso, sabbioso, argilloso e melmoso. Queste condizioni sono favorevoli allo sviluppo della vegetazione acquatica; tra gli invertebrati predominano specie nuotatrici (coleotteri ditiscidi) oppure fossorie (bivalvi, oligocheti, ecc.) mentre i pesci più tipici sono i barbi che prevalgono nei tratti ghiaiosi con acque ancora limpide, il luccio e il cavedano. Nelle zone tranquille, calde, melmose e ricche di vegetazione compaiono la carpa e la tinca. La biscia dal collare e la testuggine d'acqua sono i più comuni rettili dei fiumi europei. La lontra, mammifero carnivoro specializzato a nutrirsi di pesci e anfibi, è ormai sempre più raro.

Alla foce, dove l'acqua dolce si mescola con quella salata ed è ricca di sostanze organiche in

sospensione, vivono moltissimi organismi decompositori e penetrano diverse specie di pesci marini come la spigola, la passera di mare e i cefali. Sulle sponde si sviluppa una vegetazione ripariale costituita da canne palustri, oleandri e tamerici.

## Quarta Lezione

### IL RAPPORTO TRA L'UOMO E L'AMBIENTE

#### NEL CORSO DEI SECOLI E DEI MILLENNI

Le scoperte della paleontologia umana sui tempi e sui luoghi della prima comparsa sulla Terra dell'*Homo sapiens sapiens*, si susseguono di anno in anno e sembrano avvalorare la tesi che il luogo d'origine della specie sia unico ed ubicato nell'Africa meridionale, in un'epoca che risale a 50 mila anni fa.

Da lì la specie si è espansa in tutte le aree geografiche della Terra, dimostrando una capacità di adattamento ai vari ambienti naturali che è una e non l'ultima ragione del suo successo evolutivo.

Anche per ambienti che per le loro caratteristiche fisiche gli sarebbero preclusi (come l'aria e le profondità marine), l'uomo ha creato e sta creando sempre nuovi strumenti idonei per superare con successo questi ostacoli fisici (aerei, equipaggiamenti marini, sottomarini ecc.) ed è ora in atto il suo sforzo per la conquista anche degli spazi extra terrestri.

E' abbastanza diffusa la convinzione che l'abilità acquisita dall'uomo nell'uso delle mani, abbia a sua volta facilitato la conquista di sempre più sofisticati processi mentali e la capacità di risolvere problemi essenziali come quello di difendersi dalle minacce di pericoli incombenti, dalla fame, dal freddo, come curare le ferite e le malattie. Di qui la possibilità di adattarsi alle diverse situazioni del pianeta e la sua espansione in tutte le aree e in tutti i climi.

Con l'innata capacità di aggregazione e di socializzazione, si sono formate, nel corso della storia, tribù, città, popoli e nazioni, ognuna con le sue leggi, usanze, tradizioni ed i suoi riti religiosi. Tra i popoli sono così iniziati gli scambi merceologici, culturali, ecc. e sono altresì cominciate e proseguite le competizioni e le guerre.

In molti casi esse hanno dato luogo ad invasioni cruente di interi popoli su aree e territori di altre genti determinate da cause diverse come la necessità di lasciare i propri territori divenuti inospitali, o il desiderio di dominazione o di possesso di beni materiali. Questi fenomeni, in sé deprecabili per i lutti, le rovine e le miserie che hanno generato, hanno avuto anche qualche effetto positivo, tra cui quello di mettere a contatto culture e tecnologie diverse per una ulteriore evoluzione culturale.

Le prime comunità umane interagivano sull'ambiente con l'uso di mezzi e strumenti artificiali al fine di garantirsi la sopravvivenza e soddisfare i bisogni fondamentali. Attività quali la raccolta di erbe, bacche e frutti, la caccia, la pesca e il pascolo, soprattutto se replicate metodicamente, non rientravano negli equilibri naturali ma, poiché venivano esercitate con ritmi lenti e in modo puntiforme, non provocavano sensibili impatti sull'ambiente. La popolazione inoltre non superava i 5-10 milioni di individui, poiché era vincolata automaticamente alla disponibilità di alimenti.

Nel momento in cui l'uomo passò dalla semplice attività di raccolta alle pratiche agricole e all'allevamento degli animali si ampliarono le basi alimentari e la possibilità di sostenere un maggior numero di individui. Ma nonostante questi progressi, il periodico verificarsi di carestie ed epidemie, le pessime condizioni igienico-sanitarie e le guerre generate dalle alterne vicende politiche rappresentavano fattori limitanti all'aumento della popolazione.

Pur tuttavia, come conseguenza dell'aumento demografico e della concentrazione della popolazione in vere e proprie aree urbane, si è accresciuta nel tempo la pressione sull'ambiente naturale, sia come domanda di risorse e beni naturali che come produzione di sostanze di rifiuto. Le attività dell'uomo si sono incrementate velocemente e diffuse a livello globale e planetario, implicando profonde trasformazioni dell'ambiente.

Le attività che sono state ritenute tradizionalmente responsabili di questi cambiamenti sono essenzialmente l'agricoltura, la produzione energetica e la produzione industriale, poiché alla loro

base c'è l'utilizzazione delle risorse naturali.

Le velocità con cui le attività produttive hanno utilizzato le materie prime e le risorse naturali è andata oltre il ritmo biologico della loro ricostituzione e l'accumulo di sostanze di rifiuto ha oltrepassato la capacità di smaltimento degli ecosistemi terrestri.

A ciò si aggiunga una generale carenza di politiche di pianificazione e di corretta gestione a livello globale delle risorse: sempre di più infatti il corso della storia ha dimostrato che lo sfruttamento dei beni naturali ed i consumi non è stato ugualmente distribuito.

Nonostante i minori tassi di natalità e il minor numero di individui, nei paesi industrializzati i consumi individuali e assoluti di energia e materie prime sono decisamente superiori a quelli degli altri paesi: costituiscono infatti l'80% dei consumi mondiali.

Quindi un cittadino di un paese industrializzato avrà un effetto sull'ambiente decisamente maggiore, come consumo di risorse e corrispondente rilascio di sostanze inquinanti e di rifiuto, di un abitante di un paese non industrializzato.

### *La soglia di sopportabilità ambientale delle attività umane*

Come abbiamo visto in precedenza, le attività umane sono, senza dubbio alcuno, le maggiori responsabili del progressivo degrado ambientale in atto.

Sorge allora spontaneo chiedersi quale sia la soglia, il limite oltre il quale la natura non riesce più a sopportare gli effetti di tale attività senza degradare.

Prima di rispondere a questo quesito è utile fare qualche considerazione.

Innanzitutto occorre distinguere il degrado localizzato da quello generalizzato o globale. Il primo, ad esempio, si ha quando i rifiuti tossici di una industria inquinano i terreni circostanti o i liquami di un insediamento urbano vengono versati in un corso d'acqua uccidendo le forme di vita che conteneva. Un degrado generalizzato si ha quando vengono abbattute estese superfici di foreste, in quanto gli effetti nocivi non si limitano alle aree interessate, ma incidono sugli equilibri generali del pianeta. Il degrado poi diventa globale quando, con l'immissione di enormi quantitativi di gas si modifica la composizione dell'aria e ciò manda gli effetti su tutto il globo.

Detto ciò, appare velleitaria la pretesa di alcuni che vorrebbero definire la soglia di sopportabilità ambientale con l'applicazione di formule matematiche. Infatti è già difficile che tale calcolo possa rappresentare adeguatamente gli effetti di un inquinamento localizzato, tali e tanti sono i fattori che entrano in gioco. E' del tutto impossibile che fenomeni di degrado generalizzato o globale si possano rappresentare con formule più o meno complesse.

A questo proposito quindi ci si deve accontentare di una osservazione scrupolosa ed attenta dei fenomeni che le attività umane provocano in natura, evitando di superare quella soglia oltre la quale si inducono alterazioni persistenti.

Può essere invece accettata l'impostazione di dotarsi di alcuni strumenti che ci diano la possibilità di comprendere al meglio quale può essere la quota di ambiente globale a disposizione di ogni abitante della Terra per poter meglio gestire in modo responsabile le risorse che ogni individuo ed ogni nazione del mondo ha a disposizione.

Uno dei primi tentativi in questo senso è stato quello della definizione della "capacità di carico" (*carrying capacity*) cioè della popolazione massima di una specie che può essere supportata in una determinata area senza ridurre la sua capacità di supportare la stessa specie nel futuro.

Per individuare in particolare una metodologia di calcolo dell'impatto umano sull'ambiente e dunque per valutare la pressione ambientale di ciascuno di noi o di una nazione secondo il suo stile di vita, due ricercatori dell'Università canadese della Columbia Britannica a Vancouver, Mathis Wackernagel e William Rees, hanno elaborato il calcolo della cosiddetta "Impronta Ecologica".

Un'altro approccio è quello sviluppato dall'associazione ecologista "Amici della Terra" e dall'Istituto Wuppertal che fa ricorso al concetto di "spazio ambientale". Questo rappresenta il quantitativo di energia, acqua, territorio, materie prime non rinnovabili e legname che può essere

utilizzato in maniera sostenibile.

Se il successo evolutivo di una specie dovesse essere misurato dall'incremento della sua popolazione, dalla sua capacità competitiva e la sua capacità di controllo delle risorse, la specie umana otterrebbe la medaglia d'oro.

Partendo da un'origine evolutiva modesta, la specie umana è arrivata a dominare la biosfera. La chiave di questo successo deve essere ricercata nella capacità di evoluzione culturale della nostra specie.

L'elevato sviluppo cerebrale, la capacità di comunicare e la condizione bipede della specie umana hanno aperto la strada all'apprendimento, alla trasmissione di idee ed allo sviluppo tecnologico.

L'evoluzione culturale ha permesso alla specie umana non solo di adattarsi all'ambiente, ma addirittura di modificarlo a suo vantaggio, per mezzo dell'innovazione tecnologica. Questa capacità di sottrarsi alle limitazioni dell'ambiente giustifica (l'arroganza non ci fa difetto) l'adozione di un termine, antroposfera, per designare l'insieme degli esseri umani ed i loro artefatti.

Tuttavia, l'evidente successo della specie umana (nel suo complesso, perché le disuguaglianze sono molte ed in aumento) non deve sviare l'attenzione dai problemi di questo pianeta. L'antroposfera si sviluppa in seno alla biosfera, e la competizione con il resto delle specie che dividono con la nostra l'ecosistema globale ha prodotto un bilancio nettamente negativo per queste ultime.

Le risorse del pianeta sono limitate, e quelle di cui hanno bisogno gli esseri umani sono molte. Basti pensare al territorio, ancora in espansione, di cui hanno bisogno gli esseri umani e che ha spostato, persino fino all'estinzione, molte altre specie.

Inoltre, le attività umane, come quelle di qualsiasi altra specie, producono rifiuti. Questa produzione, ulteriore misura dell'impatto dell'uomo sulla biosfera, non è proporzionata al metabolismo interno, bensì all'uso di energia esterna, che aumenta con lo stesso ritmo esponenziale della tecnologia. L'estensione e l'ubiquità dell'inquinamento provocato dalle attività umane sono tali da aver già provocato cambiamenti globali.

La capacità del nostro pianeta di mantenere una popolazione umana è limitata. L'insensato sviluppo non sostenibile che ha caratterizzato l'espansione dell'umanità sul pianeta, unito ad una crescita demografica esponenziale, porteranno sicuramente ad una crisi, se la specie umana, con la dose di umiltà che conviene alla sua arroganza, non si prenderà la responsabilità di conservare la biosfera.

### *La metà del secolo ventesimo come punto di rottura di molti equilibri ambientali*

La relazione dell'uomo con la natura è enormemente cambiata lungo il percorso della storia e, in conformità con essa, è cambiato il suo impatto sulla biosfera.

Nell'ambito della continuità che presuppone lo sviluppo dell'umanità, possiamo distinguere tre grandi tappe, che corrispondono allo sviluppo dell'agricoltura, dell'industria e della tecnologia dell'informazione.

Tuttavia, non va dimenticato che lo sviluppo di molti popoli è stato diseguale. Esistono infatti tribù che vivono di caccia e della raccolta della frutta, come faceva l'insieme della specie umana prima del neolitico.

Lo sfruttamento eccessivo delle risorse è stato praticato frequentemente da parte di diversi popoli in tutte le epoche della storia e ciò ha portato al collasso di economie e culture fiorenti, alle quali è mancata la capacità di conservare le risorse rinnovabili, o l'opportunità di espandersi ed accedere a risorse di altre aree. Il bacino mediterraneo ed il vicino oriente offrono come abbiamo visto in precedenza esempi cospicui di deforestazione, pascolo eccessivo e desertificazione.

Sebbene la spoliatura della natura non sia stata in nessun modo patrimonio della cultura occidentale, è proprio questa che intorno alla metà del secolo scorso ha invertito la tendenza ponendo in pericolo le risorse non rinnovabili su scala globale.

Chi ha vissuto parte della propria esistenza nella prima metà del secolo, ormai trascorso, ricorda perfettamente quali erano le condizioni di vita di allora e le profonde differenze rispetto a quelle attuali. Le industrie erano poche e disperse nel territorio anche nei Paesi più progrediti.

La maggior parte delle risorse erano prodotte dall'agricoltura e dalle trasformazioni più o meno artigianali dei prodotti agricoli. L'esplosione industriale dalla fine della guerra 1939-1945 in poi ha moltiplicato in maniera esponenziale l'emissione di prodotti inquinanti e determinato il fenomeno dell'inurbamento con la conseguente dilatazione dei centri urbani e la produzione di enormi quantitativi di rifiuti di ogni genere.

La conduzione delle attività agricole (che prima assorbiva, in Italia il 30-40% della popolazione si è poi ridotto progressivamente al 3-4%) era attenta alla conservazione ed alla valorizzazione del capitale terra, mantenendo ed aumentando la sua fertilità mediante l'aumento della sostanza organica, evitando un suo sfruttamento intensivo, come oggi avviene, mediante l'uso eccessivo di fertilizzanti chimici, che portano ad una progressiva sterilità dei suoli e all'inquinamento dei corsi d'acqua in cui scolano.

Le "rese" in termini di produzione erano nettamente inferiori alle attuali: i migliori terreni producevano 30-40 quintali per ettaro di grano al posto degli attuali quantitativi raddoppiati.

Naturalmente le economie dei Paesi sviluppati erano più depresse e soggette a frequenti crisi ; vi era una povertà diffusa anche nei paesi europei e dell'America del Nord, nonostante il fatto che la popolazione mondiale di allora non superasse i 2,5 miliardi di persone a fronte degli attuali 6 miliardi.

In Italia la popolazione che all'inizio del ventesimo secolo era di 25 milioni di abitanti, a metà del secolo era già di 40 milioni per giungere agli attuali 57 milioni.

Tutte queste trasformazioni hanno determinato la dilatazione delle attività, attuate senza alcuna preoccupazione per gli equilibri ambientali, dando quindi luogo ad un degrado generalizzato in forte aumento.

Il maggior impatto sull'ambiente è dato da agricoltura, industria e produzione di energia.

Negli ultimi 300 anni l'agricoltura e l'industria hanno raddoppiato la concentrazione di metano nell'atmosfera e aumentato di 1/4 la concentrazione di CO<sub>2</sub>.

Dal 1900:

- la popolazione mondiale è più che triplicata;
- l'economia mondiale ha avuto un'espansione di 20 volte;
- il consumo di combustibili fossili è aumentato di 30 volte;
- la produzione industriale di 50 volte.

I 4/5 di questi aumenti hanno avuto luogo dopo il 1950 che rappresenta il "punto di rottura" di molti equilibri ambientali.

La sfida attuale consiste nella trasformazione delle attività in atto in un modo che sia rispettoso degli equilibri ambientali, pur continuando a rispondere alle necessità esistenti. Le conoscenze scientifiche e tecniche, nonché le risorse economiche di cui dispone l'umanità, consentirebbero di accettare e vincere detta sfida, purché vi fossero le volontà concordi necessarie, che finora appaiono titubanti e ritrose.

## *L'inquinamento dell'aria*

L'atmosfera ha subito sicuramente modificazioni nella sua composizione nell'ultimo miliardo di anni a causa dei processi geologici, anche se non c'è accordo tra gli scienziati sulle forme e le modalità di questi cambiamenti.

Su un punto però esiste un accordo sostanziale: la società moderna sta modificando la composizione dell'atmosfera, e con una rapidità senza precedenti.

E' infatti inusitata la velocità con la quale si stanno verificando i cambiamenti attuali. Il tasso annuale di accumulazione di biossido di carbonio nell'atmosfera è dello 0,4% e quello del metano, altro gas di serra, è anche maggiore, dell'1%. Questi tassi del cambiamento biogeochimico non hanno precedenti nella storia geologica della Terra.

Non solo l'uomo ha aumentato le emissioni di sostanze che già si trovavano in essa, come gli ossidi di zolfo o di azoto, ma ha anche liberato nell'atmosfera sostanze nuove, come molti dei gas utilizzati come propellenti nei polverizzatori.

Dal secolo scorso a oggi la concentrazione di *anidride carbonica* è aumentata da 290 ppm (parti per milione) a 345 ppm, soprattutto a causa dell'uso di combustibili fossili.

Ogni volta che si usa la macchina o si accende la televisione si aggiunge un po' di carbonio all'atmosfera. E purtroppo anche un aumento apparentemente di piccola entità può avere effetti molto seri sul clima della Terra.

Infatti, quando bruciamo i combustibili fossili o le foreste, oppure quando eliminando le foreste stesse provochiamo una riduzione del flusso di ossigeno derivante dal processo di fotosintesi che gli alberi abbattuti avrebbero svolto, incrementiamo il contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera. L'atmosfera attuale contiene circa 720 miliardi di tonnellate di carbonio, con un notevole incremento rispetto ai 590 miliardi che erano presenti nell'era preindustriale.

In atmosfera sono presenti in minore quantità altri gas, come il *metano*, dovuti a fenomeni naturali o a sottoprodotti dell'industria di estrazione petrolifera.

Anche il metano ha un effetto indiretto sul clima. Come l'anidride carbonica, esso assorbe l'energia emessa dalla superficie terrestre, contribuendo ad aumentare l'effetto serra.

Un altro elemento conseguenza recente delle attività umane sono i *clorofluorocarburi* o *CFC*. Questi sono composti di carbonio e fluoro, di cui si conoscono famiglie diverse chimicamente per le proporzioni di fluoro e carbonio, ma con effetti simili sull'atmosfera. Fino a qualche anno fa erano largamente usati dall'industria che ne apprezzava il basso costo e la bassa tossicità. Sono stati usati come fluidi refrigeranti nelle serpentine dei frigoriferi e come solventi nell'industria elettronica.

Si racconta che per dimostrare la loro innocuità, i primi ricercatori lavassero le stoviglie nei CFC. Solo in ritardo però si è scoperto che i CFC sono dei veri killer dell'ozono stratosferico, la causa del buco dell'ozono con effetti devastanti sulla capacità di schermare la superficie della Terra dai raggi ultravioletti più pericolosi.

Una caratteristica dell'inquinamento atmosferico è che i suoi effetti raramente sono locali, come possono esserlo l'inquinamento delle acque dolci o delle zone acquifere, ma spesso colpiscono aree molto estese e lontane dal focolaio di emissione. Questo trasporto di agenti inquinanti, che non ha frontiere, è stato motivo di confronti tra paesi limitrofi, ma ha stimolato anche la cooperazione internazionale nella lotta per l'ambiente.

Negli ultimi decenni, molti paesi hanno stabilito rigidi controlli delle emissioni di agenti inquinanti dell'atmosfera, con alcuni successi riconosciuti.

Ad esempio, le emissioni di ossidi di *zolfo*, la principale causa della pioggia acida, sono state ridotte dalla fine degli anni Settanta. Questa riduzione è dovuta, in parte, ai controlli sulle emissioni di centrali termiche che bruciavano carbone ricco di zolfo, sebbene essa abbia altresì coinciso con un maggiore utilizzo di altre fonti di energia, a scapito del carbone.

Le emissioni di *piombo*, un metallo con effetti negativi sul sistema nervoso, in particolare nei bambini, sono state anch'esse ridotte nei paesi che hanno limitato il suo utilizzo industriale, in

particolare come additivo della benzina.

Altre sostanze inquinanti, al contrario, sono aumentate. È questo il caso degli *ossidi di azoto*, che vengono emessi con la bruciatura di combustibili fossili e durante gli incendi forestali. Il carattere disperso di tali emissioni rende difficoltoso il loro controllo.

Tutti sanno che una centrale termica inquina, ma è più difficile accettare la responsabilità del proprio veicolo nella formazione di ozono e smog fotochimico, e rinunciare di buon grado ad uno dei benefici di una condizione sociale ottenuta con grandi sforzi.

Il *cambiamento climatico globale* è la minaccia all'ambiente, causata dalle attività umane, più infausta e di maggiori proporzioni tra quelle che riguardano l'atmosfera. È altresì una delle minacce più difficile da provare, analizzare e prevedere, a causa dell'estrema complessità dei meccanismi di regolazione dell'ecosistema globale.

Le attività umane stanno liberando nell'atmosfera gas di serra, con tassi di emissione che sono andati aumentando fin dalla rivoluzione industriale. I gas di serra attirano le radiazioni infrarosse emesse dalla Terra e riscaldano l'atmosfera, provocando così un cambiamento nel bilancio energetico del pianeta.

Questo spostamento di uno stato di equilibrio produce una risposta nel meccanismo di adattamento del bilancio energetico: il clima.

Un cambiamento climatico significa un cambiamento nella temperatura media dell'atmosfera, nelle precipitazioni medie, o nella distribuzione globale delle temperature e delle precipitazioni. La grande maggioranza dei modelli sviluppati per simulare gli effetti dell'aumento presente e futuro dei gas di serra coincidono nella previsione di un clima globale più caldo (con un aumento medio da 1,5 a 5,5 °C) e più umido, ma non mancano modelli che prevedono un raffreddamento della Terra.

Un cambiamento del clima globale non è un fenomeno inusitato nella storia della Terra. Il clima del nostro pianeta è variato di molto nel corso della sua storia, con periodi più caldi di quello presente, ed altri più freddi (glaciazioni).

Cambiamenti nella temperatura globale si sono verificati anche in tempi storici. Ad esempio, durante il XVIII e parte del XIX secolo, il clima si raffreddò quanto bastava perché questo periodo meritasse la denominazione di "piccola glaciazione". Esistono indicazioni del fatto che le temperature sono aumentate negli ultimi decenni. Queste si basano sia su misurazioni dirette delle temperature (difficili da integrare sull'intero pianeta), sia in inferenze basate sui processi colpiti dal clima (che integrano il clima su un'area più estesa). Ad esempio, le registrazioni delle date di formazione e fusione del ghiaccio su laghi nelle latitudini medie indicano che queste sono coperte dal ghiaccio per un periodo ogni volta più breve.

L'aumento della temperatura globale che è stato registrato negli ultimi decenni (di 0,3-0,6 °C) è tuttavia modesto, ma la quasi totalità degli scienziati afferma che, con tutta probabilità, esso è dovuto, almeno parzialmente, a cause umane e non ad una fluttuazione naturale del clima. Tutto indica che le emissioni di gas di serra nell'atmosfera continueranno ad aumentare in futuro, e con un tasso ogni volta maggiore. Ci si aspetta che, verso la metà del XXI secolo, la concentrazione di biossido di carbonio sia raddoppiata rispetto ai livelli pre-industriali.

In queste condizioni, la domanda non è se il clima cambierà, ma come e quando.

Pertanto dobbiamo purtroppo attenderci l'intensificazione dei cambiamenti già in atto e cioè un sostanziale cambiamento delle temperature globali del pianeta, l'estensione della desertificazione, la tropicalizzazione delle aree temperate, la radicalizzazione dei fenomeni meteorici, lo scioglimento dei ghiacciai, l'aumento del livello dei mari.

Tutto ciò comporterà certamente ingenti spostamenti e migrazioni delle popolazioni e conseguenti perturbazioni sociali.

## L'inquinamento dei suoli

Il suolo è la base per la produzione di alimenti e foraggio, di materie prime organiche, è una riserva per le sostanze nutritive delle piante e per l'acqua piovana che raccoglie. Funziona da filtro, tampone, produttore e depuratore delle acque sotteranee.

Se consideriamo i danni al suolo di carattere qualitativo, emergono due fenomeni molto gravi, perchè generalizzati, caratteristici dei tempi moderni: la perdita di fertilità naturale (humus) e l'inquinamento.

### *La perdita di humus*

In un ecosistema naturale, senza interventi antropici, la fertilità del suolo è conservata e potenziata dai residui vegetali ed animali che cadono in continuazione e forniscono l'apporto indispensabile per l'autoalimentazione dell'ecosistema mediante il processo di umificazione della sostanza organica.

L'agricoltura allontana totalmente o in gran parte la produzione vegetale, destinandola all'alimentazione dell'uomo o degli animali domestici e quindi facendola uscire dal circuito naturale suolo-vegetazione-residui organici-suolo.

In passato l'uomo cercava di ricostituire la fertilità del suolo convogliandovi letame animale e mediante speciali pratiche colturali, quali la rotazione (alternando piante miglioratrici a piante depauperanti) e il sovescio (sotterrando nel terreno piante o parti di piante allo stato fresco e ad alto potere fertilizzante).

Recenti indirizzi tecnico-economici quali la dissociazione dell'allevamento zootecnico dall'azienda agricola, l'abbandono delle lettiere di paglia, le monocolture ceralicole, l'abuso di concimi chimici e biocidi, hanno portato ad un progressivo e pressoché generale decadimento della fertilità naturale del suolo.

Tale decadimento conduce rapidamente alla perdita della struttura grumosa del terreno che diventa pesante, astrutturato e più sensibile all'erosione dell'acqua e del vento; inoltre diminuisce la potenzialità di filtrazione e di autodepurazione.

Ciò è tanto più grave se si considera che sempre più spesso i terreni sono diventati luoghi in cui l'uomo scarica quantità considerevoli di rifiuti solidi e liquidi, organici ed inorganici: di conseguenza si manifestano sempre più gravi fenomeni di inquinamento non solo del suolo ma anche delle falde acquifere sotteranee.

Le cause dell'inquinamento dei suoli sono molteplici e tra di esse principalmente :

- residui industriali scaricati direttamente nei corsi d'acqua superficiali
- rifiuti e scoli da insediamenti urbani
- fertilizzanti e fitofarmaci chimici usati in eccesso in agricoltura
- piogge acide.

### *L'inquinamento*

Proprio per questa sua azione di filtraggio, esercitata soprattutto dalla frazione organica, il terreno va incontro nel tempo a fenomeni di accumulo di sostanze dovute ad una immissione volontaria da parte dell'uomo (concimi minerali e organici, fitofarmaci) o per effetto della ricaduta accidentale di diverse emissioni antropiche trasportate dall'atmosfera, che non dipendono dalla coltivazione del terreno (metalli pesanti, sostanze organiche tossiche, piogge acide).

I *fertilizzanti minerali* riportano nel terreno le sostanze nutritive consumate dalle piante come sali (nitrati, fosfati, potassio) per cui in linea di massima la fertilità non ne risente, ma col tempo vengono a mancare i produttori di humus che sono indispensabili per la nutrizione dell'*edafon* (la flora e la fauna del terreno).

I concimi minerali solubili vengono lisciviati nel terreno dalle acque di infiltrazione: il nitrato non si lega quasi per nulla alle particelle del terreno e viene quindi facilmente dilavato.

Nei concimi a base di fosfati è presente cadmio in diverse quantità (con una concimazione di 70 kg di  $P_2O_5$ /ha restano nel terreno 2-3 g/ha di cadmio).

Anche attraverso la concimazione organica, soprattutto quella effettuata tramite *liquami*, possono giungere al terreno inquinanti di diversa natura. Nei mangimi commerciali per l'allevamento dei maiali è presente, per una migliore assimilazione dell'alimento e per la salute degli animali, una buona quantità di rame, che resta sui campi allorché il liquame prodotto dai suini viene sparso su di essi. Questo, come quello dei bovini, è un veleno per i lombrichi e per la mesofauna.

I fanghi di depurazione creano problemi a causa dell'eccesso di azoto e della presenza di *metalli pesanti*, tossici anche in piccole dosi e che non possono essere decomposti né eliminati dal terreno.

Arsenico, cromo, mercurio e piombo vengono assorbiti fortemente dal terreno mentre cadmio, tallio e zinco (che possono raggiungere alte concentrazioni in prossimità di industrie metallurgiche) sono facilmente riscontrabili nelle piante. Essi possono concentrarsi e tramite la catena alimentare arrivare all'uomo.

Con un trattamento fatto secondo i limiti imposti dalla legge, il terreno riceve circa 1-3 kg di *pesticidi* per ettaro in un anno.

Nel terreno i pesticidi vengono assorbiti dalle particelle di suolo e di humus, si accumulano negli organismi, vengono decomposti chimicamente o biologicamente e passano nelle acque sotterranee per dilavamento.

Le conseguenze dei fitofarmaci sugli esseri viventi del suolo sono diverse a seconda dei principi attivi e delle specie di organismi.

### **Inquinamento dei mari (naufragio di petroliere, immissione di rifiuti tossici e non degradabili dai corsi d'acqua, dagli insediamenti rivieraschi e direttamente dalle imbarcazioni).**

Da sempre il mare viene utilizzato come una gigantesca discarica di rifiuti, costituiti da immense quantità di sostanze di ogni tipo, estranee all'ambiente naturale marino.

Esse giungono attraverso tre vie fondamentali:

- dalla terraferma (scarichi diretti in mare oppure scarichi indiretti attraverso i fiumi che vi sboccano);
- da attività svolte sul mare (navigazione marittima e aerea; estrazioni di materie prime dal mare; scarico di rifiuti);
- dall'atmosfera (attraverso i venti e le piogge che trasportano sostanze estranee provenienti da impianti e attività svolte in terraferma).

#### *Inquinamento tellurico*

Da sempre gli insediamenti civili lungo le coste immettono le loro acque di scarico direttamente nel mare. L'importanza di questi scarichi è andata crescendo con l'espansione urbana lungo le coste, legata allo spopolamento di molte aree interne ed agli insediamenti turistici: vi è poi da considerare che fino ad epoca recente gli scarichi delle fognature costiere non venivano in alcun modo depurati, facendo affidamento sulla capacità autodepurante e diluente del mare.

Anche gli scarichi industriali lungo le coste hanno assunto nel tempo una crescente importanza, in relazione ad insediamenti incoraggiati dalla vicinanza dei porti, dalla possibilità di usare acqua di mare per il processo produttivo ed infine dalla facilità di smaltire acque di scarico e rifiuti. Agli scarichi industriali è legato in particolare il problema delle sostanze tossiche difficilmente decomponibili e quindi progressivamente accumulabili.

A tutto ciò si aggiunge l'intero carico inquinante dei fiumi che questi non sono riusciti ad abbattere lungo il loro corso e che viene immesso in forma concentrata nel mare attraverso la foce. Si tratta di sostanze della più diversa provenienza (scarichi civili, agricoli ed industriali, effluenti dagli impianti di depurazione).

### *Eutrofizzazione*

L'eutrofizzazione (dal greco "*eu*", "bene", e "*trophós*", "alimentare") è il processo di fertilizzazione di un ecosistema per apporto di una sostanza nutritiva abitualmente limitante. Il termine viene usato preferibilmente per descrivere l'insieme di fenomeni che accompagnano l'aggiunta continuata di fosforo o azoto negli ecosistemi acquatici.

Il principale responsabile dell'eutrofizzazione delle acque continentali è il fosforo, che è frequentemente la sostanza nutritiva che limita la produzione in questi ecosistemi, sebbene in estuari e zone costiere, così come in alcuni laghi, il principale responsabile può essere invece l'azoto.

Il fosforo può giungere alle acque attraverso fonti focali di inquinamento, come le dispersioni di acque residuali, o attraverso fonti diffuse, come il trasporto dell'eccesso di fosforo dai campi agricoli e dalle zone urbane per mezzo dello scorrimento superficiale, così come il trasporto di fosforo derivante dall'erosione del suolo.

Il controllo delle fonti fecali è semplice, sebbene costoso. È sufficiente regolare l'utilizzo di prodotti che contengono fosfati (come molti detergenti in polvere) e costruire depuratori delle acque residuali che realizzino la precipitazione del fosforo nell'acqua. Il controllo delle fonti diffuse si rivela invece molto più complesso.

La conservazione di boschi di riva aiuta a trattenere le particelle che trasportano il fosforo, prima che raggiungano le acque dolci, ma questi mezzi non risolvono il problema radicalmente. È necessario limitare l'erosione e regolamentare l'uso di concimi fosfatici e azotati in agricoltura.

L'eutrofizzazione possiede molteplici effetti sugli ecosistemi acquatici. La fertilizzazione delle acque porta ad un aumento della produzione primaria, accompagnata dalla sostituzione delle comunità planctoniche. In casi estremi, i cianobatteri possono dominare la comunità planctonica. Questi batteri, capaci di realizzare la fotosintesi e, in molti casi, di fissare azoto atmosferico, possono sviluppare popolazioni molto numerose e formare schiume, che galleggiano sulle acque. Inoltre, essi producono tossine che rendono necessario il trattamento delle acque per il consumo umano.

Gli effetti dell'eutrofizzazione si manifestano anche nelle acque profonde, dove l'accumulo di materia organica, durante la stratificazione del lago, porta all'esaurimento dell'ossigeno. In casi gravi, la mescolanza delle acque provoca una carenza di ossigeno generalizzata, che può provocare la moria massiccia di pesci.

Gli ecosistemi acquatici reagiscono all'eutrofizzazione esportando l'eccesso di sostanze al di fuori dell'ecosistema: verso l'atmosfera nel caso dell'azoto, e verso il sedimento nel caso del fosforo. Se le fonti di sostanze nutritive vengono controllate l'ecosistema ritorna ad uno stato di oligotrofia, ma questo recupero può essere moderato dalla liberazione nelle acque del fosforo immagazzinato nei sedimenti.

### *Inquinamento da traffico marittimo*

Durante la navigazione o nei porti le navi possono espellere sostanze di rifiuto derivanti dalla normale attività di bordo (oli di sentina) ma soprattutto sostanze pericolose trasportate tra le quali la più importante, per i volumi enormi, è il petrolio.

L'inquinamento da petrolio può essere sistematico (acque di lavaggio dei serbatoi delle petroliere che vengono scaricate in alto mare in modo fraudolento) oppure accidentale (complessivamente meno importante anche se impressiona maggiormente l'opinione pubblica) cioè sversamenti che si possono verificare per collisioni, incagli, incendi esplosioni ed altri incidenti provocati dall'uomo o da eventi naturali.

Un caso particolare è costituito dal "*dumping*" cioè dallo scarico in mare, mediante navi appositamente attrezzate, di rifiuti speciali che risulta difficile smaltire sulla terraferma. Con questo sistema sono state illegalmente immesse nel mare sostanze altamente pericolose come rifiuti

radioattivi previamente condizionati, rifiuti provenienti dall'estrazione del biossido di titanio (fanghi rossi di Scarlino), rifiuti di idrocarburi clorurati (che vengono bruciati in mare, introducendo nello stesso i fumi acidi della combustione).

Anche le attività di estrazione petrolifera dalla piattaforma continentale (pozzi off shore) e di trasporto attraverso condotte sottomarine possono presentare dei rischi perché esposti a guasti, sabotaggi e d atti di guerra con conseguenze catastrofiche (come verificato nel conflitto Iran - Iraq).

#### *Inquinamento marino dall'atmosfera*

Le immissioni nel mare di sostanze provenienti dall'atmosfera possono avere gravi conseguenze.

Le più pericolose sono quelle da idrocarburi alogenati, appartenenti a due famiglie principali: gli insetticidi tipo DDT ed i bifenili policlorurati (PCB).

I primi, ormai proibiti nei paesi industrializzati per la loro tossicità, continuano ad essere usati nei paesi tropicali: nel trattamento con questi insetticidi, una grossa percentuale del prodotto va direttamente nell'atmosfera e giunge attraverso le piogge alla terra e da questa, attraverso i fiumi, al mare.

Il PCB è contenuto in molti prodotti dell'industria plastica (come il PVC) e nella combustione di questi a temperature non molto elevate, passa inalterato nell'atmosfera e da questa, attraverso le piogge, giunge alla terra e al mare.

### **La distruzione delle foreste tropicali ed equatoriali**

L'estensione delle foreste sul nostro pianeta alle soglie del Duemila veniva ritenuta di 3,4 miliardi di ettari: le zone di foresta in aree tropicali coprono 1,76 miliardi di ettari mentre le foreste temperate e boreali coprono 1,67 miliardi di ettari. Durante il periodo 1981-90 le foreste tropicali sono scomparse a un tasso dello 0,8% l'anno (15,4 milioni di ettari). La situazione del manto forestale è dunque particolarmente grave nelle zone tropicali, ma non è del tutto rosea anche nelle aree temperate dove ambienti forestali di grande valore, come le foreste siberiane e quelle di alcune zone degli Stati Uniti, sono sottoposte a tagli irrazionali. Tuttavia, il fenomeno della deforestazione interessa in modo particolarmente drammatico la fascia tropicale dove l'impatto antropico è sempre crescente e si accompagna con l'allarmante crescita della popolazione.

Il ruolo delle foreste tropicali nel ciclo dell'acqua a livello planetario è di grande importanza: più della metà delle precipitazioni che cadono sulle foreste pluviali amazzoniche nell'America del Sud deriva dalle grandi quantità di acqua immesse nell'atmosfera grazie ai fenomeni di evapotraspirazione della biomassa vegetale delle foreste stesse.

L'evapotraspirazione delle foreste tropicali deriva dalla condensazione del vapore acqueo che esse producono e consente il riciclo dell'acqua, oltre ad avere interessanti relazioni con il clima.

La deforestazione tropicale ha luogo per vari fattori: il taglio diretto degli alberi per rifornire il mercato internazionale del legno; l'utilizzazione del legname come risorsa energetica di base da parte della crescente popolazione dei paesi poveri; le pratiche agricole itineranti; gli incendi spontanei o indotti; l'avanzamento dei pascoli. Alle origini della deforestazione c'è sia l'onnipresente fattore demografico, sia gli altrettanto onnipresenti fattori economici, politici e sociali legati alle sperequazioni esistenti tra paesi ricchi e paesi poveri per l'utilizzo delle risorse.

La FAO ha quantificato gli usi del legname per consumo e produzione. Nel solo 1991 sono stati utilizzati 1,8 miliardi di metri cubi come legname da combustione e da carbone (tale quota dovrebbe raggiungere i 2,5 miliardi nel 2010). Nel 1994 sono stati prodotti 3,429 miliardi di metri cubi di legname per scopi industriali. La produzione di pasta di legno è giunta a 155 milioni di tonnellate, quella della carta a 230 milioni di tonnellate.

E' ormai sempre più necessario avviare grandi azioni internazionali tese a rimboschire la Terra, frenare drasticamente la distruzione delle foreste tropicali, avviando così uno sforzo convinto per

invertire l'attuale rotta negativa intrapresa. Il lungo lavoro internazionale per giungere a una convenzione mondiale per la tutela delle foreste trova difficoltà a concretizzarsi soprattutto perché i paesi ricchi non sono ben disposti a pagare per la tutela delle foreste dei paesi poveri. D'altra parte, questi ultimi tendono a sfruttare al massimo le foreste per ottenere benefici economici a breve termine.

In definitiva le maggiori estensioni di foreste distrutte interessano principalmente l'America latina (Amazzonia), l'Africa tropicale ed equatoriale e l'Asia sud-orientale (Indonesia, Borneo ecc.).

I più importanti effetti negativi che ne derivano sono :

- L'aumento globale della CO<sub>2</sub> nell'aria non più assorbito dalla foresta abbattuta
- La distruzione della biodiversità in essa contenuta
- L'alterazione del clima locale e generale.
- Il rapido degrado dei terreni così spogliati.

## **L'impoverimento della biodiversità**

Fin dalle origini l'umanità ha tratto grandi vantaggi dalla progressiva conoscenza della natura vivente, aumentando così anno dopo anno, le sue potenzialità vitali e di intervento in molte sue attività : l'agricoltura, la ortofrutticoltura, l'allevamento, la medicina, la farmacologia ecc.

In particolare se esaminiamo gli alimenti di cui ci nutriamo, scopriamo quanti di essi non erano originari del nostro territorio e sono stati acquisiti da varie parti del mondo per migliorare la nostra dieta alimentare, grazie alla ricchezza della biodiversità esistente sulla Terra.

Anche più prezioso è il contributo che la biodiversità ha dato alla medicina ed alla farmacologia. E tuttora essenze vitali che non conosciamo ancora potrebbero rivelarsi in futuro molto importanti per la cura di malattie.

L'ambiente più ricco di biodiversità è certamente la foresta ed in particolare quella tropicale, la cui estensione purtroppo sta riducendosi anno dopo anno e con essa la biodiversità in essa contenuta.

La nostra specie, con le sue immense capacità tecnologiche, è oggi in grado di distruggere, in un arco di tempo brevissimo, tantissime specie viventi evolute in milioni di anni sul nostro pianeta, facendole scomparire per sempre dalla faccia della Terra, cioè creando una vera e propria perdita secca del patrimonio genetico in esse presente.

Via via che la popolazione umana è andata accrescendosi sul pianeta, il numero delle altre specie viventi è andato riducendosi.

Sappiamo bene che da quando esiste la vita sulla Terra esiste anche il fenomeno dell'estinzione per il quale singole specie o interi gruppi di rango più elevato scompaiono, ma sappiamo anche che tale processo è generalmente legato a certi tempi e a certe modalità che prevedono il mantenimento dei meccanismi in grado di far proseguire l'evoluzione delle forme di vita sul pianeta.

Alcuni scienziati hanno studiato i fenomeni delle estinzioni verificatesi nella storia della vita sulla Terra e ritengono che alcune specie scompaiono perché vengono eliminate da altre con cui vengono a trovarsi in competizione oppure a causa di nuovi predatori. Ma l'estinzione ha luogo anche per pura "sfortuna", dovuta a improvvise pressioni biologiche o fisiche a cui certe specie non sono preparate per il fatto che esse non hanno dinanzi a loro abbastanza tempo per adattarsi attraverso i meccanismi della selezione naturale.

Sappiamo inoltre che non è mai esistita nella storia della vita sulla Terra un'altra specie vivente capace di distruggere migliaia di altre specie come invece sta facendo la nostra. Per questi motivi la preoccupazione di tutti gli scienziati a livello internazionale, relativa alla straordinaria perdita di diversità della vita dovuta all'intervento umano, è più che giustificata.

Non sappiamo dove potranno giungere le conseguenze di questa drammatica distruzione operata dalla specie umana, né siamo in grado di fare previsioni esatte su ciò che potrebbe accadere, sappiamo però che ridurre pesantemente e in tempi così brevi, il "materiale" vivente su cui operano i meccanismi evolutivi è un danno gravissimo anche per gli equilibri dinamici che consentono alla

nostra specie di vivere.

Inoltre continuiamo a distruggere le altre specie senza conoscerne le loro eventuali potenzialità se venissero utilizzate nell'industria, nell'agricoltura, nella medicina, ecc.

Oggi non siamo ancora in grado di conoscere il numero esatto di specie viventi sulla Terra. Fino a oggi, gli scienziati ne hanno descritte circa un milione e cinquecentomila, ma si ritiene che il numero complessivo di specie sia di molto superiore. Alcune stime accreditate ci dicono che sul nostro pianeta potrebbero esserci da 8 a 10 milioni di specie (secondo alcuni ne potrebbero esistere persino 20-30 milioni), ancora completamente sconosciute.

Per ovviare a tutto ciò la comunità internazionale ha elaborato, attraverso le Nazioni Unite, una Convenzione sulla conservazione della diversità biologica sottoscritta da più di centocinquanta paesi che cerca di regolamentare l'uso umano delle risorse naturali del pianeta allo scopo di conservarle per le prossime generazioni.

### **L'effetto a cascata dei fenomeni di degrado in continuo progresso**

E' difficile calcolare le dimensioni del degrado che le sinergie negative tra tutti i fenomeni prima elencati genera in continuazione ed in progressione sempre più rapida. Gli effetti, però, sempre più evidenti di questo degrado avanzante, sono sotto gli occhi di tutti.

I fenomeni climatici ed alluvionali sempre più frequenti e violenti, sono forse generati prevalentemente dal riscaldamento dell'aria dovuto alla combustione degli idrocarburi o alla distruzione delle foreste e all'assorbimento sempre minore di CO<sub>2</sub> da parte dei mari a causa del loro inquinamento?

L'inquinamento e la sterilità progressiva dei suoli è dovuto più alle piogge acide, alla dispersione di inquinanti industriali, ai rifiuti emessi degli insediamenti urbani o ai fertilizzanti e fitofarmaci usati in eccesso in agricoltura ?

La desertificazione avanzante è causata maggiormente dalle variazioni climatiche in atto o dall'uso sconsiderato dei suoli fatto dall'uomo ?

Certamente ogni particolare situazione di degrado ha una sua miscela specifica di tutti questi fattori in cui ora vi è la prevalenza dell'uno, ora dell'altro.

E' evidente che se si vuole contrastare il fenomeno del degrado nel suo complesso e nelle sue varie forme è necessario agire su più fronti adottando provvedimenti che prima di tutto contrastino la progressione negativa in atto e poi riportino gli equilibri ambientali in un assetto stabile.

## INQUINAMENTO

L'inquinamento è l'aumento, causato da attività umane in forma accidentale o volontaria, di una sostanza (ad esempio sostanze nutritive, materia organica, sostanze tossiche) o di una fonte di energia (ad esempio, radiazione ionizzante o calore), di tale portata da degradare l'ambiente fisico, le comunità biologiche od il funzionamento degli ecosistemi colpiti.

L'inquinamento non è un concetto dell'ecologia, bensì della scienza ambientale. Nel contesto dell'ecologia, l'inquinamento può essere studiato come una perturbazione. Di fatto, molti dei fenomeni qualificati come inquinanti si possono verificare in modo naturale. Ad esempio, l'inquinamento dei terreni e delle acque con metalli pesanti è uno degli effetti negativi indesiderati dell'industria mineraria e di quella chimica. Tuttavia, alcuni terreni possono contenere, per natura, minerali ricchi di metalli pesanti.

L'inquinamento atmosferico è l'esempio più spettacolare. Le eruzioni vulcaniche espellono occasionalmente nell'atmosfera ingenti quantità di particelle, biossido di zolfo ed altri agenti inquinanti.

L'eruzione del vulcano Tambora, in Indonesia, nel 1815, immise nell'atmosfera più di 300 K<sup>3</sup> di cenere, parte delle quali penetrarono nella stratosfera e vennero disperse globalmente. Queste ceneri aumentarono l'albedo del pianeta e provocarono un raffreddamento globale del clima, fino al punto che il 1816 passò alla storia come l'"anno senza estate".

Altri agenti inquinanti sono assenti in natura. È il caso delle nuove molecole sintetizzate per usi diversi. Molti pesticidi sono molecole di sintesi, come pure lo sono i PBC. Altri agenti inquinanti sono prodotti residui od impurità indesiderate di processi di fabbricazione od incenerimento, come le diossine o i dibenzofurani.

Gli uomini hanno inquinato da quando possiedono la tecnologia, ma il suo impatto era, tranne casi localizzati, talmente basso che la natura si incaricava di riciclare, degradare o disattivare gli agenti inquinanti. Allora sì che era certo ciò che recita il detto: la diluizione è la soluzione dell'inquinamento.

Attualmente, al contrario, i problemi di inquinamento si sono esacerbati a causa dell'aumento della popolazione, dell'uso di energia esterna, del trasporto e della concentrazione di sostanze inquinanti, ed a causa della liberazione nell'ambiente, in maniera intenzionale od accidentale, di molecole nuove, frequentemente tossiche e difficili da biodegradare.

Gli effetti dell'inquinamento sugli ecosistemi variano enormemente in base al tipo di inquinante, alla resistenza dell'ecosistema colpito ed all'intensità e durata del fatto inquinante.

Molti inquinanti sono tossici e causano la morte o la debilitazione degli organismi che entrano a contatto con essi.

Altri inquinanti, invece, costituiscono una fonte di sostanze nutritive o di energia per alcuni organismi. È il caso dell'inquinamento da fosforo, una sostanza che limita la produzione negli ecosistemi acquatici, che è responsabile dell'eutrofizzazione di laghi e fiumi.

Infine, alcuni tipi di inquinamento presuppongono un cambiamento di alcune proprietà dell'habitat degli organismi. Ad esempio, l'inquinamento termico, come quello che si verifica nei laghi artificiali utilizzati per la refrigerazione di centrali termiche o nucleari, consiste in una modificazione della temperatura media dell'acqua. Le specie che necessitano temperature specifiche possono scomparire ed essere sostituite da altre specie, meglio adattate alle nuove condizioni.

Comunque, l'esposizione prolungata, o breve ma intensa, ad un agente inquinante provoca cambiamenti nella composizione delle specie della comunità, che spesso portano

ad una perdita della diversificazione e ad una semplificazione delle interazioni trofiche della comunità.

Spesso, questi cambiamenti alterano il funzionamento degli ecosistemi. Tuttavia, i cambiamenti nell'ecosistema possono essere irrilevanti, se il cambiamento delle specie porta ad una compensazione funzionale.

I mezzi di comunicazione si sono fatti eco del possibile cambiamento climatico globale (spesso semplificandolo con l'espressione più altisonante di "riscaldamento globale"). Tuttavia, il cambiamento climatico è unicamente una delle conseguenze, e la più difficile da

provare, di un cambiamento biogeochimico globale, che non necessita dimostrazione: la sua esistenza è evidente nelle misurazioni di molti composti, la cui concentrazione o circolazione nella biosfera è aumentata sensibilmente negli ultimi decenni.

Esiste una stretta relazione tra il cambiamento biogeochimico globale e le attività umane. Il ricorso massiccio ai combustibili fossili, lo sfruttamento minerario e la deforestazione costituiscono le principali fonti di biossido di carbonio, ossidi di azoto e zolfo, idrocarburi e metalli pesanti.

Altri composti, che stanno aumentando nell'atmosfera, sono il risultato della reazione chimica tra questi composti ed altri dell'atmosfera, con la partecipazione dell'energia delle radiazioni. È questo il caso dell'aumento dell'ozono troposferico.

In quasi tutti questi esempi, le attività umane non fanno altro che accelerare il ciclo biogeochimico degli elementi.

Ad esempio, il carbonio dei combustibili fossili finirebbe, con ogni probabilità, esposto all'atmosfera ed ossidato. Ma questo processo di affioramento di rocce sedimentarie tarderebbe ad un ritmo naturale di milioni di anni. Le attività umane potrebbero ridurre questo tempo a pochi secoli.

Il fatto inusitato del cambiamento globale non è la liberazione di elementi nell'atmosfera o nelle acque, bensì la velocità con cui questo processo si sta verificando. Ad una tale accelerazione dei flussi naturali di elementi, occorre aggiungere altri due effetti dell'attività umana.

Il primo è la capacità dell'essere umano di sintetizzare molecole naturali e di aumentare così la quantità e la circolazione di questi elementi nella biosfera come nel caso dei nitrati.

Il secondo, è la sintesi di molecole che non si trovano naturalmente nella biosfera. È il caso dei clorofluorocarburi, che distruggono lo strato di ozono stratosferico.

I problemi derivati dal cambiamento biogeochimico globale non sono di facile soluzione. I mezzi di limitazione delle emissioni hanno conseguenze economiche e sociali costose, per cui nessun paese desidera o può permettersi di portarle a termine per proprio conto.

La soluzione passa immancabilmente attraverso accordi internazionali concordati di difficile, se non addirittura impossibile, esecuzione. Così dimostrano alcuni successi recenti come il Protocollo di Montreal, che limita l'uso degli aloderivati che distruggono lo strato di ozono e la difficile trattativa instaurata dopo il Vertice di Tokio sulla limitazioni alle emissioni di gas incrementanti l'"effetto serra".

Dobbiamo però sapere che, se anche verranno attuati subito provvedimenti efficaci, ciò non ci riporterà alle stesse condizioni del passato, ormai perdute per sempre, ma almeno potremo evitare che la caduta continui verso l'estinzione delle forme superiori di vita sulla Terra.

## Quinta Lezione

### LE TRE CONVENZIONI GLOBALI DELLE NAZIONI UNITE

*Vi sono dei valori irrinunciabili senza i quali l'uomo cessa di essere tale e proprio per questo non è disposto a rinunciarvi per nessun motivo ed è pronto a difenderli anche a costo di sacrifici estremi.*

*La loro importanza è provata dalla tenace resistenza che nel loro nome tanti individui oppongono alla deculturazione ed omogeneizzazione planetaria (...) C'è tanta gente che non si rassegna ad essere privata della propria identità, che non accetta la condanna alla marginalità della propria cultura, della propria storia ed anche quando sembra rassegnata all'omogeneità con il pensiero dominante, mantiene nel proprio intimo la propria natura, la propria radice culturale, l'orgoglio di una dignità piegata e calpestata, ma non vinta. (...)*

*Intorno a queste avanguardie c'è un'umanità smarrita, alla ricerca della propria identità, che non vuol rassegnarsi ad essere solo un insieme di bisogni che si alimentano davanti al televisore e si manifestano in un supermercato; un'umanità che tuttavia non sa reagire, ma timidamente apprezza e condivide i principi di queste; ed ogni tanto qualcuno sfugge al destino comune di omologazione.*

*A. Masullo (1998): Il pianeta di tutti. EMI*

L'immensità dei problemi vista dall'ottica del singolo individuo talvolta ci spinge alla rassegnazione, all'inerzia e ad una sorte di fatalismo ma è anche forte in noi la reazione se il pericolo che ci minaccia risveglia in noi l'istinto di sopravvivenza.

Una reazione simile si è verificata, a livello di Stati, allorché la comunità internazionale ha deciso di promuovere l'istituzione delle 3 Convenzioni sull'ambiente, sull'onda della consapevolezza scientifica che i problemi ambientali a livello mondiale richiedono un approccio globale ed una cooperazione tra tutti i Paesi.

Purtroppo in molti casi, nonostante i tentativi dispiegati da parte di vari governi in occasione dei negoziati internazionali, la discussione su dettagli relativi a come si debba far fronte agli impegni presi per onorare gli impegni presi nei trattati rischia di svuotarne il significato e, soprattutto, di compromettere le concrete possibilità di realizzarli concretamente.

Barriere istituzionali, politiche e di mercato spesso si contrappongono all'effettiva realizzazione dei principi espressi nelle Convenzioni internazionali ma la loro validità non ne viene sminuita: anzi, gli sforzi in atto per la loro concreta realizzazione a livello nazionale ed internazionale testimonia della volontà di vederne realizzati i principi ispiratori.

Esistono numerosi elementi di convergenza tra le tre Convenzioni dell'ONU che riguardano l'ambiente. Tra gli elementi comuni vi è il riconoscimento della necessità di una migliore comprensione dell'impatto che le attività umane hanno sull'ambiente globale (riguardanti il sistema climatico, meteorologico e idrologico) e sulle loro ricadute sulla componente terrestre e sui sistemi viventi.

A livello scientifico si è inclini a pensare che quando si arriverà ad avere un approccio integrato alle tre problematiche, emergerà altresì la necessità di un coordinamento sia internazionale che nazionale per la predisposizione e messa in atto di specifici strumenti di intervento.

L'esperienza fatta nel caso di altri trattati sull'ambiente indica che l'efficacia di un accordo si rafforza man mano che la comprensione scientifica dei problemi si approfondisce, la tecnologia progredisce ed il sostegno dell'opinione pubblica all'azione riformatrice cresce.

La vigilanza da parte dell'opinione pubblica su quanto i governi effettivamente si impegnino nell'attuazione delle Convenzioni internazionali, una volta divenute leggi dello Stato, è peraltro un elemento determinante.

La ragione principale per la quale i trattati internazionali non riescono a disinnescare i peggiori trend ambientali è che i governi che li hanno sottoscritti hanno accettato solo vaghe raccomandazioni e sistemi di controllo molto blandi per i quali, oltretutto, investono troppo poco denaro, soprattutto nel mondo in via di sviluppo.

## Convenzione sui cambiamenti climatici

Nel tempo si sono avvicinati numerosi e vari cambiamenti climatici indotti per cause naturali, mentre negli ultimi due secoli, ma soprattutto negli ultimi decenni i mutamenti climatici in corso avvengono prevalentemente a causa di azioni dell'uomo.

### La febbre del Pianeta

Quando siamo malati e abbiamo la febbre, la nostra temperatura corporea passa dalla normalità (circa 36,7°C) alla febbre (37°C o più). Questo piccolo aumento di 0,3°C ci fa passare dallo star bene alla malattia e dovrebbe farci riflettere su quanto piccole variazioni dei parametri vitali possano determinare grandi cambiamenti nei sistemi.

L'innalzamento della temperatura registrato nell'atmosfera terrestre nel XX secolo si aggira intorno al valore di 0,6°C che può non sembrare molto ma sembra svolgere la funzione di quel cambiamento di temperatura che noi chiamiamo "febbre".

Nel corso dell'ultimo decennio del XX secolo (caratterizzato da questo innalzamento delle temperature e da vari sconvolgimenti climatici) diverse correnti di ricerca hanno concordato sull'evidenza scientifica di un mutamento del sistema climatico causato dall'uomo.

In effetti i cambiamenti di cui oggi siamo testimoni sono il risultato delle emissioni di gas serra dell'ultimo mezzo secolo e oltre, quando i livelli erano molto inferiori a quelli odierni.

Il cambiamento del clima globale viene considerato la maggiore minaccia per l'ambiente mondiale, con effetti devastanti per gli esseri umani, gli animali e le piante e per gli ecosistemi. Di fatto quindi le conseguenze del cambiamento climatico colpiscono e sempre di più lo faranno in futuro tutti gli abitanti di questo pianeta e tutti, quindi, dovrebbero essere interessati ad arrivare ad una soluzione del problema.

Durante il "Vertice della Terra" di Rio de Janeiro (giugno 1992), dopo un negoziato lungo e complesso, venne stabilito un accordo di massima sui cambiamenti climatici ("Convenzione quadro") basato in larga misura sui contenuti e gli impegni della dichiarazione dell'Unione europea. Questa Convenzione costituisce il primo strumento legale vincolante che si occupa direttamente dei cambiamenti climatici: essa prevede obblighi di tipo politico e di tipo scientifico. I primi comportano la stesura di piani nazionali per stabilizzare le emissioni di gas serra, l'avvio di una cooperazione sistematica con i paesi in via di sviluppo in modo da consentire loro la realizzazione di uno sviluppo sostenibile e l'istituzione di fondi per consentire a questi paesi di affrontare i problemi climatici senza eccessivi aggravii. Gli obblighi di tipo scientifico riguardano la promozione, lo sviluppo e la cooperazione internazionale nel campo delle ricerche sul clima, il trasferimento di tecnologie e conoscenze ai paesi in via di sviluppo e la formazione e l'informazione scientifica sui problemi del clima.

## Scheda Convenzione

Promossa nel 1992 nell'ambito della Conferenza dell'ONU su ambiente e sviluppo di Rio de Janeiro, è in vigore dal 1994. Gli stati firmatari sono 165.

Obiettivo della Convenzione è la stabilizzazione della concentrazione in atmosfera dei gas serra (anidride carbonica, metano, protossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, esafluoruro di zolfo), prodotta dall'impiego di combustibili fossili, ad un livello tale da impedire interferenze pericolose per il sistema climatico.

### *Risultati ottenuti*

Gli Stati firmatari dell'Allegato I (24 paesi industrializzati, l'Unione europea e 14 paesi ad economia in fase di transizione) stabilivano un accordo per limitare l'effetto serra, riducendo le emissioni inquinanti entro il 2000 ai livelli del 1990. I paesi in via di sviluppo hanno comunque diritto ai finanziamenti del fondo del Global Environment Facility (GEF) promosso dall'ONU che consentano loro di presentare un rapporto.

Con l'Allegato II 24 paesi industrializzati e la Ue raggiungevano un accordo finanziario per destinare risorse al trasferimento di tecnologie.

IL GEF ha destinato 884 milioni di dollari per progetti sul cambiamento climatico ed ha incassato altri 4,9 miliardi di dollari dai governi beneficiari e da altre organizzazioni.

.

### *Problemi da risolvere*

Il Protocollo di Kyoto è ancora oggetto di controversie: 40 stati lo hanno ratificato entro breve tempo ma perchè entri in vigore deve ricevere almeno 55 ratifiche, comprese quelle dei paesi dell'Allegato I, responsabili del 55% di tutte le emissioni mondiali.

Nei Paesi industrializzati le emissioni continuano ad aumentare e gli USA si sono ritirati dal Protocollo di Kyoto: in 10 anni le emissioni di anidride carbonica sono mediamente cresciute del 9% e quelle degli Stati Uniti addirittura del 18%.

## Scheda Protocollo di Kyoto

Il **Protocollo di Kyoto** del 1997 richiede ai Paesi industrializzati e a quelli ad economia in transizione un impegno globale di riduzione delle loro emissioni inquinanti del 5,2% rispetto ai livelli registrati nel 1990 (tale ambizioso progetto dovrebbe essere realizzato entro il 2008-2012).

Il Protocollo di Kyoto entrerà in vigore solo quando almeno 55 Paesi, tra i firmatari della Convenzione, ratificheranno il documento. Tali Paesi dovranno trovarsi nella situazione di essere industrializzati o in via di sviluppo e causare un inquinamento che rappresenti almeno il 55% delle emissioni totali del 1990.

I Paesi che hanno ratificato il Protocollo in base a questa clausola rappresentano, complessivamente, una percentuale insufficiente perché entri in vigore (gli USA si sono rifiutati di ratificarlo mentre è indispensabile il “sì” decisivo dalla Russia, responsabile del 17,4% delle emissioni).

Senza l'operatività del Protocollo di Kyoto le emissioni potrebbero aumentare entro il 2008-2012 di circa il 15%, con sicuro aumento dell'effetto serra.

Questo documento è caratterizzato dalla messa a punto dei cosiddetti “meccanismi flessibili”, mirati a far diminuire l'emissione dei gas serra.

I meccanismi flessibili del Protocollo sono tre:

- *Joint Implementation*: si riferisce alla possibilità di accordi fra i Paesi industrializzati e paesi dalle economie in transizione per ridurre le emissioni dei gas serra con progetti o programmi realizzati congiuntamente tra due o più Paesi;
- *Clean Development Mechanism*: prevede che i Paesi industrializzati possano, con investimenti sia pubblici che privati, realizzare progetti di riduzione delle emissioni nei Paesi in via di sviluppo e quindi scontare, dal proprio impegno di riduzione di emissioni inquinanti, le quantità diminuite in quei Paesi;
- *Emission Trading*: consente di acquistare un permesso di emissione da un Paese che riduce le proprie emissioni più di quanto previsto dal Protocollo e che quindi dispone di un credito vendibile.

Inoltre, un ruolo particolare nel perseguimento degli impegni nazionali di riduzione viene attribuito alle attività agroforestali (i cosiddetti “sinks”). Infatti, a norma dell'art. 3.3 del Protocollo di Kyoto, *“le variazioni nette di gas serra tra le fonti di emissione e l'assorbimento da parte dei sinks risultanti da attività umane direttamente legate alla variazione della destinazione d'uso dei terreni e delle foreste, limitatamente alla forestazione, riforestazione e alla deforestazione dopo il 1990, calcolate come variazioni verificabili delle quantità di carbonio nel corso di ogni periodo di adempimento, saranno utilizzate dalle Parti incluse nell'Allegato I per adempiere agli impegni assunti ai sensi del presente articolo(...)”*.

Nel corso delle trattative si è evidenziato forti contrasti tra l'Unione Europea e gli Stati Uniti:

- il primo tema controverso riguarda se fissare o meno un tetto quantitativo che limiti il ricorso ai “meccanismi flessibili”. Gli USA con Giappone, Canada e Australia hanno proposto che ogni Paese industrializzato possa raggiungere il proprio obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra utilizzando, senza limiti, i meccanismi flessibili previsti dal Protocollo. L'Unione Europea sostiene invece che la parte principale della riduzione deve essere realizzata nei paesi industrializzati perché questo, in realtà, sarebbe l'unico modo per attuare un'effettiva riduzione globale.
- Un secondo tema controverso riguarda come contabilizzare gli assorbimenti di CO<sub>2</sub> in riduzione degli impegni nazionali e nel ricorso ai “meccanismi flessibili”. Gli USA vorrebbero inserire, sia nelle riduzioni nazionali sia nei meccanismi flessibili, gli assorbimenti prodotti dalla coltivazione delle foreste;
- Il terzo nodo riguarda il sistema da adottare per il controllo dell'attuazione degli impegni di riduzione previsti dal protocollo e riguarda la richiesta europea di consentire il ricorso a meccanismi flessibili solo se è stato reso operativo un sistema di controllo globale (compliance system) del rispetto degli impegni previsti dal protocollo stesso. Gli USA propongono, invece, di

consentire subito l'avvio dei meccanismi flessibili e di arrivare ad un sistema di controllo solo in un momento successivo.

Il nocciolo della questione è che se vogliamo evitare un pericoloso cambiamento climatico dovremo cambiare il nostro modo di produrre energia: tutti i paesi dovrebbero progressivamente investire nello sviluppo di nuove tecnologie più pulite e rinnovabili.

Il compito è imponente e richiede la cooperazione di tutti coloro che fanno parte della società quanto più la gente diventa consapevole della preoccupante minaccia rappresentata dal cambiamento climatico e dalle numerose concrete possibilità esistenti per contenerla, tanto più sarà facile catalizzare il cambiamento.

Un cambiamento che richiede un'opinione pubblica informata e forte che si opponga agli interessi personali e locali dei paladini dei carburanti fossili non rinnovabili e quindi assai poco sostenibili e che faccia pressione sui propri governi affinché mettano in pratica quanto già legiferato in materia. E' quindi importante che le persone siano consapevoli dei rischi che i cambiamenti climatici comportano per le loro condizioni di vita e delle soluzioni possibili per creare nuovi modelli produttivi e sociali basati sull'energia rinnovabile.

Riquadro

## **MUTAMENTI CLIMATICI**

### **L'EFFETTO SERRA**

#### **L'anidride carbonica nell'atmosfera**

Nell'attuale composizione chimica della nostra atmosfera, l'anidride carbonica o biossido di carbonio ( $\text{CO}_2$ ) è un gas presente con una percentuale dello 0,03%. Tuttavia la biosfera contiene carbonio anche sotto altre forme (ciclo del carbonio). Secondo alcuni calcoli, sulle terre emerse la quantità maggiore di carbonio (che ammonterebbe a 1500 miliardi di tonnellate) è presente nel materiale organico morto, mentre circa 560 miliardi di tonnellate sono presenti nel materiale organico vivo. Negli oceani è inoltre presente una quantità di carbonio di circa 36.000 miliardi di tonnellate. La regione superficiale degli oceani, che è in contatto con l'atmosfera, contiene una quantità di carbonio quasi uguale a quella presente nell'atmosfera stessa: circa 580 miliardi di tonnellate. La regione più profonda degli oceani non ha nessuna relazione diretta con l'atmosfera e gli scambi che potrebbero esserci fra di loro sarebbero, in ogni caso, molto lenti.

Se viene perturbata una riserva di carbonio o si verificano perturbazioni dei flussi fra le varie riserve, ci si possono aspettare variazioni nel contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera.

#### **L'anidride carbonica aumenta**

Quando bruciamo i combustibili fossili o le foreste, oppure quando eliminando le foreste stesse provochiamo una riduzione del flusso di ossigeno derivante dal processo di fotosintesi che gli alberi abbattuti avrebbero svolto, incrementiamo il contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera. L'atmosfera attuale contiene circa 720 miliardi di tonnellate di carbonio, con un notevole incremento rispetto ai 590 miliardi che erano presenti nell'era preindustriale.

#### **La Terra si riscalda**

I gas presenti nell'atmosfera hanno proprietà che consentono il passaggio delle radiazioni provenienti dal Sole e dirette sulla superficie terrestre. Da quest'ultima vengono riemesse radiazioni infrarosse che variano secondo le diverse temperature presenti sulla superficie stessa. Alcuni gas atmosferici, tra i quali l'anidride carbonica, il metano e gli ossidi di azoto, assorbono parte dell'energia riemessa dalla superficie provocando un accumulo di calore nell'atmosfera e quindi facendone innalzare la temperatura. Questo è il cosiddetto effetto serra.

L'anidride carbonica sembra contribuire direttamente a tale fenomeno per una percentuale bassa (intorno al 15%), mentre un contributo maggiore viene dal vapore acqueo a cui forse si deve il 70% dell'effetto serra. Tuttavia è proprio la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera a comportare un leggero riscaldamento in superficie e quindi a incrementare l'evaporazione dell'acqua e di conseguenza la presenza di vapore acqueo nell'atmosfera stessa.

L'incremento di anidride carbonica nell'atmosfera è dovuto all'intervento umano che in particolare negli ultimi due secoli, ha provocato grandi sconvolgimenti nei cicli della biosfera con ulteriori immissioni anche di altri gas che facilitano l'effetto serra come il protossido di azoto ( $\text{N}_2\text{O}$ ), il metano ( $\text{CH}_4$ ) e i clorofluorocarburi (CFC). Secondo alcuni specialisti l'effetto cumulativo di questi altri gas esercita un ruolo superiore a quello dell'anidride carbonica nell'incrementare l'effetto serra. Nel 1975, due specialisti della biosfera e dei suoi cicli, Roger Revelle e Hans Suess, hanno affermato che l'umanità sta incautamente effettuando un "grande esperimento geofisico" non in laboratorio, né al calcolatore, ma sul pianeta stesso. L'allarme per le conseguenze che potrebbero derivare dall'incremento dell'effetto serra è ormai stato lanciato a livello mondiale, anche se tra mille difficoltà e problemi. Come sempre l'azione politica ritarda e spesso si trincerava dietro alle incertezze scientifiche.

## Il clima nel futuro

Tutti i modelli matematici elaborati dagli specialisti circa l'andamento futuro del clima sulla Terra prevedono, mantenendo gli attuali tassi di intervento umano sulla biosfera, incrementi di temperatura nel prossimo secolo anche di 2,5-5,5 °C. Rispetto a cento anni fa, la media delle temperature del nostro pianeta è aumentata di circa 0,6 °C. Ma è bene chiarire che tutti i modelli, per quanto avanzati, ci possono dare indicazioni su cosa potrebbe accadere e non certo su cosa sicuramente accadrà. Oggi abbiamo di fronte l'analisi di sistemi molto complessi, come quello degli andamenti delle temperature dell'atmosfera (che presenta un'incredibile quantità di interrelazioni e collegamenti), dove gli elementi in gioco sono influenzati da miriadi di piccole variazioni. L'evoluzione di questi sistemi naturali non può essere prevista semplicemente pensando di conoscere i fattori in gioco e le leggi che li regolano. Si tratta infatti dei cosiddetti sistemi non lineari o caotici. Quello che si può chiedere ai modelli messi a punto non è certo la previsione precisa ma il senso, la direzione generale in cui si sta muovendo un sistema.

Sulla base di quanto elaborato in termini di modelli e previsioni dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) - un gruppo formato da scienziati di tutti i paesi del mondo operanti sotto l'egida delle Nazioni Unite -, è stata approntata la Convenzione internazionale quadro sui mutamenti climatici, firmata da oltre 165 paesi al mondo che deve essere applicata in pratica e che mira al contenimento delle emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra.

## Riquadro CAMBIAMENTO CLIMATICO GLOBALE

Il cambiamento climatico globale è la minaccia all'ambiente, causata dalle attività umane, più infausta e di maggiori proporzioni tra quelle che riguardano l'atmosfera. È altresì una delle minacce più difficile da provare, analizzare e prevedere, a causa dell'estrema complessità dei meccanismi di regolazione dell'ecosistema globale.

I fatti sono i seguenti. Le attività umane stanno liberando nell'atmosfera gas di serra, con tassi di emissione che sono andati aumentando fin dalla rivoluzione industriale. I gas di serra attirano le radiazioni infrarosse emesse dalla Terra e riscaldano l'atmosfera, provocando così un cambiamento nel bilancio energetico del pianeta.

Questo spostamento di uno stato di equilibrio produce una risposta nel meccanismo di adattamento del bilancio energetico: il clima.

Un cambiamento climatico significa un cambiamento nella temperatura media dell'atmosfera, nelle precipitazioni medie, o nella distribuzione globale delle temperature e delle precipitazioni. La grande maggioranza dei modelli sviluppati per simulare gli effetti dell'aumento presente e futuro dei gas di serra coincidono nella previsione di un clima globale più caldo (con un aumento medio da 1,5 a 5,5 °C) e più umido, ma non mancano modelli che prevedono un raffreddamento della Terra.

Un cambiamento del clima globale non è un fenomeno inusitato nella storia della Terra. Il clima del nostro pianeta è variato di molto nel corso della sua storia, con periodi più caldi di quello presente, ed altri più freddi (glaciazioni). Ciò che è invece inusitato è la velocità con la quale si stanno verificando i cambiamenti attuali. Il tasso annuale di accumulazione di biossido di carbonio nell'atmosfera è dello 0,4% e quello del metano, altro gas di serra, è anche maggiore, dell'1%. Questi tassi del cambiamento biogeochimico non hanno precedenti nella storia geologica della Terra.

Cambiamenti nella temperatura globale si sono verificati anche in tempi storici. Ad esempio, durante il XVIII e parte del XIX secolo, il clima si raffreddò quanto bastava perché questo periodo meritasse la denominazione di "piccola glaciazione". Esistono indicazioni del fatto che le temperature sono aumentate negli ultimi decenni. Queste si basano sia su misurazioni dirette delle temperature (difficili da integrare sull'intero pianeta), sia in inferenze basate sui processi colpiti dal clima (che integrano il clima su un'area più estesa). Ad esempio, le registrazioni delle date di formazione e fusione del ghiaccio su laghi nelle latitudini medie indicano che queste sono coperte dal ghiaccio per un periodo ogni volta più breve.

L'aumento della temperatura globale che è stato registrato negli ultimi decenni (di 0,3-0,6 °C) è tuttavia modesto, ma gli scienziati già si arrischiano ad affermare che, con tutta probabilità, esso è dovuto, almeno parzialmente, a cause umane e non ad una fluttuazione naturale del clima. Tutto indica che le emissioni di gas di serra nell'atmosfera continueranno ad aumentare in futuro, e con un tasso ogni volta maggiore.

Le ultime proiezioni di potenti computer americani sul clima terrestre non promettono nulla di buono: agli attuali ritmi di riscaldamento dell'atmosfera, dicono i loro calcoli, e se i livelli di biossido di carbonio e metano non scenderanno, le temperature invernali ai poli sono destinate ad aumentare fino a 10 gradi centigradi entro i prossimi 100 anni. Con conseguenze disastrose: scioglimento degli iceberg e danni agli animali che vivono in quegli habitat.

Le previsioni dei computer, elaborate dagli scienziati del National Center for Atmospheric Research, si basano su un'analisi di ghiacci, vegetazione terrestre, componenti atmosferiche e oceaniche e delle loro reciproche interazioni.

Ci si aspetta che, verso la metà del XXI secolo, la concentrazione di biossido di carbonio sia raddoppiata rispetto ai livelli pre-industriali. In queste condizioni, la domanda non è se il clima cambierà, ma come e quando.

## Riquadro CAMBIAMENTI BIOGEOCHIMICI

I mezzi di comunicazione si sono fatti eco del possibile cambiamento climatico globale (spesso semplificandolo con l'espressione più altisonante di "riscaldamento globale"). Tuttavia, il cambiamento climatico è unicamente una delle conseguenze, e la più difficile da provare, di un cambiamento biogeochimico globale, che non necessita dimostrazione: la sua esistenza è evidente nelle misurazioni di molti composti, la cui concentrazione o circolazione nella biosfera è aumentata sensibilmente negli ultimi decenni.

Esiste una stretta relazione tra il cambiamento biogeochimico globale e le attività umane. La bruciatura di combustibili fossili, lo sfruttamento minerario e la deforestazione costituiscono le principali fonti di biossido di carbonio, ossidi di azoto e zolfo, idrocarburi e metalli pesanti. Altri composti, che stanno aumentando nell'atmosfera, sono il risultato della reazione chimica tra questi composti ed altri dell'atmosfera, con la partecipazione dell'energia delle radiazioni. È questo il caso dell'aumento dell'ozono troposferico.

In quasi tutti questi esempi, le attività umane non fanno altro che accelerare il ciclo biogeochimico degli elementi. Ad esempio, il carbonio dei combustibili fossili finirebbe, con ogni probabilità, esposto all'atmosfera ed ossidato. Ma questo processo di affioramento di rocce sedimentarie tarderebbe ad un ritmo naturale di milioni di anni. Le attività umane potrebbero ridurre questo tempo a pochi secoli.

Il fatto inusitato del cambiamento globale non è la liberazione di elementi nell'atmosfera o nelle acque, bensì la velocità con cui questo processo si sta verificando. Ad una tale accelerazione dei flussi naturali di elementi, occorre aggiungere altri due effetti dell'attività umana. Il primo è la capacità dell'essere umano di sintetizzare molecole naturali e di aumentare così la quantità e la circolazione di questi elementi nella biosfera. È il caso dei nitrati. Il secondo, è la sintesi di molecole che non si trovano naturalmente nella biosfera. È il caso dei clorofluorocarburi, che distruggono lo strato di ozono stratosferico.

I problemi derivati dal cambiamento biogeochimico globale non sono di facile soluzione. I mezzi di limitazione delle emissioni hanno conseguenze economiche e sociali costose, per cui nessun paese desidera o può permettersi di portarle a termine per proprio conto. La soluzione passa immancabilmente attraverso accordi internazionali concordati di difficile, se non addirittura impossibile, esecuzione. Così dimostrano alcuni successi come il Protocollo di Montreal, che limita l'uso degli aloderivati che distruggono lo strato di ozono.

## LA FEBBRE DEL PIANETA

I medici al capezzale del pianeta in preda alla febbre sono perplessi. Anamnesi, diagnosi ed evoluzione della malattia presentano ancora lati oscuri, tali da emettere un asciutto comunicato: il paziente è in prognosi riservata.

Non mancano i contrasti tra gli illustri luminari, persino sugli strumenti diagnostici: i modelli matematici con cui si cerca di prevedere l'evolversi di un paziente piuttosto complicato come può essere la Terra, dimostrano sempre più spesso di essere inadeguati e quindi la cautela sembra ancora essere lo stato d'animo più diffuso tra gli scienziati.

Si è poi discusso se fosse più scientifico riferirsi alle temperature della superficie terrestre raccolte dalle stazioni a terra e non piuttosto a quelle misurate nella bassa atmosfera dai satelliti e dalle radiosonde: un pò come si fa tra medici di scuole diverse, divisi tra un "partito" che si affida alla misurazione ascellare ed un altro, partigiano di una misurazione interna (sottolinguale o rettale).

La brulicante popolazione biologica (che ha ormai superato i sei miliardi di individui) abitanti sulla superficie del paziente, peraltro, è stata assai poco esaminata sotto il profilo patologico: pochi sono stati gli scienziati che ne hanno prospettato il potenziale distruttivo della diffusa ignoranza che ne pervade le menti.

Eppure, come quasi innocui saprofiti o, sempre più spesso, come voraci parassiti, succhiamo dalle viscere di questo povero macro-organismo terrestre linfe vitali (acqua dolce, petrolio, gas), scaviamo nei ricettacoli della sua epidermide campi e città, strade e miniere, aggiungiamo al suo respiro ossigenato a cui dobbiamo la vita, fetidi veleni e miasmi irrespirabili.

Poi, stupiti dell'improvviso innalzarsi della temperatura del nostro ospite, ci chiediamo come mai, se è proprio vero, se siamo stati noi a causare quello stato di malessere che i più sensibili tra noi cominciano a percepire.

Le autorità politiche, coloro cioè a cui spetta prendere delle decisioni sul "che fare", oscillano tra due posizioni:

- a) porre qualche freno al deterioramento dell'atmosfera, per limitarne il decadimento ecologico;
- b) continuare a comportarsi come fatto fin qui, per non danneggiare il nostro sviluppo economico.

### **Scienziati a confronto**

Il convegno internazionale dal titolo *"Global climate change during the late quaternary"*, tenutosi a Roma presso l'Accademia dei Lincei, ha messo in evidenza da un lato, la diversità degli approcci utilizzati fin qui per studiare l'evolversi dei meccanismi climatici e, dall'altro, la difficoltà di pervenire ad una sintesi delle attuali conoscenze su questi fenomeni.

La sfiducia nei modelli matematici di simulazione è stata evidenziata in più interventi: nella sua introduzione al simposio il prof. Antonio Brambati (Università di Trieste) ha ricordato come nel 1980 qualcuno prevedeva che le calotte polari si sciogliessero e le acque salissero di ben sette metri e mezzo mentre già nel 1985 l'innalzamento previsto del livello dei mari "scendeva" ad un solo metro: oggi si parla di un innalzamento ridotto ad una ventina di centimetri. Secondo le previsioni le isole Maldive entro il 2100 dovrebbero finire sotto il livello del mare ma, osservazioni recenti (prof. Nils-Axel Morner, Univ. di Stoccolma) hanno evidenziato che negli ultimi anni le acque anziché salire, sono scese di una decina di centimetri.

Fabrizio Antonioli dell'ENEA ha sottolineato come queste previsioni sull'innalzamento dei mari a seguito dei cambiamenti climatici siano andate ridimensionandosi notevolmente nel corso degli ultimi venti anni grazie anche al ricorso ad altre tecnologie - come l'osservazione diretta della Terra fatta con i satelliti - che in certi casi hanno evidenziato addirittura un calo (dieci centimetri lungo le coste della Sardegna, dal 1993 al 2000). In effetti, almeno per quanto riguarda molte zone costiere italiane, il rischio di inondazione è bilanciato da tutta un'altra serie di fenomeni geologici (movimenti tettonici, fenomeni di subsidenza dovuti anche a cause antropiche, idro-isostatici ed eustatici) il cui studio sistematico, per molti versi, è ancora agli inizi. Delle 33 pianure costiere italiane potenzialmente interessate da un innalzamento del livello del mare solo tre (la piana del Po, la Versilia e la pianura pontina presso Fondi) sono veramente a rischio, anche in considerazione dell'impatto socio-economico che un evento del genere produrrebbe.

George Kukla della Columbia University di New York ha ironizzato sulla fiducia con cui molti fanno

previsioni sul clima futuro, mentre restano ancora da spiegare i dati di fatto del passato: gli studi sul sistema climatico del nostro pianeta e sulla sua evoluzione temporale presuppongono anche l'analisi di zone remote della Terra dove si conservano testimonianze storiche del suo passato divenire. L'analisi dei campioni estratti dai ghiacci antartici o dalle profondità dei depositi oceanici ci possono offrire infatti spunti per capire i meccanismi di alterazione del clima nei periodi più antichi della storia terrestre, così come lo studio dei ghiacciai, dei sedimenti lacustri, dei bacini acquiferi sotto i deserti, dei pollini fossili e degli anelli di crescita dei tronchi degli alberi può servire a ricostruire il clima del passato più recente, almeno a scala regionale.

Per avere le idee più chiare occorrerebbe anche comprendere meglio il ruolo dei cicli solari e la loro interazione con alcuni fenomeni atmosferici (monsoni) e con determinati gas (metano), come hanno suggerito con le loro relazioni l'inglese Frank Oldfield e William Ruddiman (University of Virginia).

Non poche critiche, come accennato precedentemente, sono state rivolte da alcuni illustri relatori, ai loro altrettanto illustri colleghi facenti parte dell'IPCC - Intergovernmental panel on climate change (vedi riquadro): l'accusa è stata quella di basare le loro previsioni su dati scelti ignorandone altri, oppure sui già riferiti criteri di misurazione della temperatura terrestre (la "febbre del pianeta").

Ma, al di là di queste "piccolezze" umane, resta la preoccupazione per un quadro globale in fase di rapida evoluzione con una prognosi non certo benigna.

### ***Una priorità internazionale***

Come si vede, la riduzione delle emissioni di gas serra nel mondo corrisponde ad uno specifico interesse di tutti i paesi, sviluppati e no. Occorre quindi che tutte le nazioni del mondo contribuiscano ad un mutamento apprezzabile dell'attuale modello di sviluppo economico che ha alterato la composizione di quel sottilissimo velo d'aria che circonda il nostro pianeta.

Per avere un'idea di come sia sottile basta pensare che i 3/4 della nostra atmosfera sono racchiusi in uno strato di soli 8 chilometri, uno strato più sottile della distanza che esiste tra un quartiere e l'altro di Roma!

Questo sottilissimo velo che riveste la superficie della Terra ci fornisce ossigeno e calore, acqua e protezione dalle radiazioni, ci consente di respirare e quindi di vivere: la nostra sopravvivenza senza cibo è limitata a qualche settimana, senza acqua a qualche giorno, senza aria a pochi minuti.

Da qui a cinquant'anni avremo forse la certezza, fin nei dettagli, delle nostre responsabilità nell'alterazione del clima terrestre, ma attendere fino ad allora per decidere se intraprendere o meno delle azioni sarebbe quanto mai sconsiderato.

Ciò che appare più sconcertante è *la lentezza e l'inadeguatezza con la quale il mondo sta reagendo a questi rischi*: alla nostra ossessione di dotarci di sistemi di controllo e di sicurezza in ogni ambito della vita personale e sociale (dal controllo sui cibi alla prevenzione degli infortuni sul lavoro, dalle cinture di sicurezza ai criteri di costruzione degli edifici, alle limitazioni nella capienza degli ambienti confinati) faceva riscontro fino al 1992, per la struttura che sostiene la vita sulla Terra, all'assenza pressoché totale di regole sulla sua sicurezza e di mobilitazione delle volontà politiche.

Con la Conferenza Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992 i paesi aderenti alle Nazioni Unite si sono assunti dei precisi impegni politici e giuridici internazionali sottoscrivendo obblighi di carattere legale ("Convenzione quadro sui cambiamenti climatici").

Le modalità di attuazione di tale obbligo comune, che deve essere formalizzato attraverso opportuni protocolli attuativi, sono ancora oggi, a quasi dieci anni di distanza dalla firma della Convenzione, oggetto di discussione e perfino di controversie.

La gamma delle decisioni da prendere, peraltro, è abbastanza vasta (vedi le anticipazioni sull'ultimo rapporto dell'IPCC) ma fondamentalmente si scontra con gli interessi dei politici timorosi della impopolarità di alcune scelte e dei gruppi economici legati allo sfruttamento delle risorse energetiche tradizionali.

L'interesse di pochi rischia di mettere in pericolo una risorsa che è di tutti gli abitanti del pianeta, una risorsa fragile e preziosa che dobbiamo conoscere sempre meglio per saperla gestire nel

modo più responsabile.

## **Scheda**

### **Effetto serra: responsabilità dei "potenti" e spiragli di apertura**

Dall'inizio del XX secolo ad oggi si è avuto un graduale incremento nel livello di CO<sub>2</sub> atmosferico (anidride carbonica o biossido di carbonio): per dare qualche cifra, dal 1957 al 1999 il livello di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera è passato da 315 ppm (parti per milione) a 365 ppm. Una concentrazione così alta di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera non si osservava da almeno 160.000 anni (ben prima che l'uomo moderno influisse sull'ambiente con la sua attività).

A livello planetario, nel 1996 si è registrato il record negativo di 6,2 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> emesse in atmosfera, con un aumento di circa quattro volte rispetto al 1950. Attualmente le emissioni annue ammontano a poco più di 6,3 miliardi di tonnellate e sono seconde, in termini di massa, solo ai flussi di acqua collegati alle attività umane.

L'anidride carbonica, insieme ad altri gas facenti parte dell'atmosfera, intrappolano la radiazione infrarossa riflessa dalla superficie terrestre e impedendone la fuoriuscita nello spazio, come accade in una serra, causano l'aumento della temperatura della superficie e alterano il bilancio energetico del pianeta. La CO<sub>2</sub> contribuisce all'“effetto serra” per circa il 70%, il metano per il 20% e gli ossidi di azoto e altri gas per il rimanente 10%.

La temperatura globale media è salita di 0,6 gradi centigradi negli ultimi 130 anni ma l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), organismo delle Nazioni Unite costituito da un gruppo di più di 2000 scienziati, prevede che un raddoppio della concentrazione di CO<sub>2</sub> - del tutto verosimile da qui al 2100 - comporterà un aumento della temperatura globale da 1 a 4,5 °C, con conseguenze al momento difficilmente prevedibili per gli ecosistemi del pianeta.

Poiché il raddoppiamento della CO<sub>2</sub> implicherebbe comunque serie conseguenze, l'IPCC ha anche considerato l'obiettivo più ambizioso di stabilizzazione a 450 ppm: secondo l'IPCC centrare questo obiettivo richiederebbe un taglio delle emissioni di carbonio di circa il 60-70% - cioè fino a circa 2,5 miliardi di tonnellate annue – entro il 2100 e alla fine un contenimento sotto i 2 miliardi di tonnellate all'anno.

Nel dicembre 1997 i rappresentanti di oltre 160 nazioni si sono riuniti a Kyoto, in Giappone, nell'ambito della Convenzione sul clima promossa dalle Nazioni Unite, per firmare un protocollo di intesa finalizzato a contenere decisamente le emissioni di CO<sub>2</sub> e degli altri gas-serra.

L'obiettivo fissato era quello di ridurre entro il 2012 le emissioni globali del 5,2 % rispetto al 1990. In particolare, per l'Unione europea la riduzione doveva essere dell'8%, per gli Stati Uniti del 7% e per il Giappone del 6%.

Di fatto però il protocollo di intesa è stato sottoscritto, dopo lunghi negoziati, da soli 38 paesi con l'esclusione, ad esempio, di grandi stati come Cina, Brasile ed India. Fino al marzo del 2001 nessun Paese del G-8 lo aveva ancora firmato.

Le linee guida codificate dalla Convenzione di Kyoto hanno demandato ai governi nazionali la responsabilità di mettere in atto politiche efficaci e tra loro coordinate per ridurre le emissioni di gas-serra e in particolare di CO<sub>2</sub>. Ma come ha dimostrato la sessione di aggiornamento dei firmatari tenutasi a L'Aja nel novembre 2002, il coordinamento è ancora ben lontano dal realizzarsi. La riduzione del carbonio implica anche cambiamenti sostanziali nell'operato delle istituzioni internazionali come la Banca Mondiale e le agenzie di credito per l'esportazione. Negli anni '90 queste ultime hanno investito fino a 100 miliardi di dollari in attività ad alta intensità di emissione di carbonio nei paesi in via di sviluppo.

La sfida della riduzione del carbonio sta conquistando anche i protagonisti del mondo degli affari: la spinta al risparmio di carbonio può trasformarsi in un nuovo importante vantaggio in termini di competitività, dal momento che le aziende orientate al risparmio energetico e allo sviluppo di tecnologie a bassa emissione di carbonio si troveranno avvantaggiate sul mercato.

Nel marzo del 2000 i partecipanti al World Economic Forum di Davos (Svizzera) hanno votato il cambiamento climatico come problema globale più significativo da affrontare nel XXI secolo e hanno concluso che il mondo degli affari e i governi dovranno sentirsi assai più coinvolti nel ruolo di leadership che spetta loro.

## Riquadro

# RAPPORTO IPCC: LE TECNOLOGIE ESISTONO, BASTA APPLICARLE

L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) è un organo consultivo delle Nazioni Unite costituito nel 1988 che nasce dalla cooperazione tra l'Organizzazione Meteorologica Mondiale e l'UNEP, l'Agenzia per i problemi ambientali dell'ONU. L'IPCC è articolato in tre gruppi: il primo ha il compito di valutare le informazioni scientifiche disponibili, il secondo esamina gli impatti sociali ed economici di eventuali modificazioni del clima e il terzo coadiuva i governi nel formulare strategie adeguate per la prevenzione e il controllo di tali cambiamenti in termini di opzioni tecnologiche e di piani operativi di intervento.

Fanno parte dell'IPCC tutti i paesi che aderiscono alle Nazioni Unite: le discussioni e i gruppi di lavoro sono aperti, oltre che ai delegati governativi (i soli, però ad avere diritto di voto), anche ad associazioni intergovernative, non governative e a singoli esperti di chiara fama internazionale direttamente cooptati dal presidente dell'IPCC.

Il primo rapporto IPCC del 1990 ha costituito il documento di riferimento per i negoziati preparatori della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici, sottoscritta a Rio de Janeiro nel 1992: il rapporto, pur indicando la necessità di approfondire le ricerche, segnalava l'urgenza di ridurre le emissioni dei gas serra, in particolare quelle di CO<sub>2</sub>. Il secondo Rapporto (Roma, 1995) ha aggiornato il quadro scientifico (in esso si affermava che: *"la valutazione complessiva dei fatti suggerisce che esiste un'osservabile influenza umana sul clima globale"*) e ha fornito opportuni "sommari" per i decisori politici: gli scenari e le previsioni richiamaavano i governi di tutti i paesi firmatari della Convenzione quadro all'esigenza di aggiornare e rendere più efficace la strategia internazionale nei confronti dei cambiamenti climatici.

I rapporti prodotti rappresentano documenti scientifici e socio-economici consensualmente accettati a livello mondiale e quindi costituiscono il quadro di riferimento per le Nazioni Unite (nel senso che opinioni diverse non sono prese in considerazione ai fini del processo di attuazione degli impegni concernenti i cambiamenti climatici) per i successivi cinque anni dalla loro approvazione.

Il terzo rapporto, che doveva uscire alla fine del 2000, è pronto da un punto di vista scientifico. L'elaborato dei tre gruppi di lavoro è stato terminato ed inviato ai governi per il processo di revisione. Nei primi tre mesi del 2001 si sono succedute una serie di riunioni che hanno dato modo di conoscerne alcuni aspetti salienti.

## **Working Group I**

Nel primo rapporto di quest'anno, quello di Shanghai, gli scienziati del primo Working Group dell'IPCC (quello sulle basi scientifiche dei cambiamenti climatici) avevano indicato con forza le attività umane come le principali responsabili dell'effetto serra.

*"Le attività umane - si scrive nel rapporto - hanno avuto un impatto sul clima determinandone un riscaldamento e ulteriori cambiamenti si determineranno nel secolo appena iniziato e nei successivi. Tra questi dobbiamo attenderci un ulteriore riscaldamento, modificazioni della quantità e del tipo di precipitazioni, un aumento del livello del mare e cambiamenti nella frequenza e nella quantità degli eventi climatici estremi. Questi cambiamenti determineranno significative variazioni rispetto alle condizioni climatiche degli ultimi secoli. Oltre il 2100 i cambiamenti climatici e l'innalzamento del livello del mare determinati dalle passate, attuali e future attività umane continueranno per secoli, e questo anche se la crescita delle concentrazioni dei gas serra sarà bloccata durante questo secolo".*

Gli scenari costituenti il "cuore" del Terzo Rapporto dell'IPCC sono infatti preoccupanti: *"Le stime sul riscaldamento medio - scrive l'IPCC - prevedono un aumento della temperatura tra gli 1,3 e i 4,9 °C"*. Questo riscaldamento è più alto di quello previsto dal Secondo Rapporto del 1995 (0,7 - 3,5 °C). L'innalzamento previsto del livello del mare oscilla invece tra i 12 e gli 87 centimetri.

*"Un aumento delle precipitazioni è atteso nelle aree tropicali e alle alte latitudini, mentre riduzioni sono attese in buona parte delle aree subtropicali e nelle aree continentali in estate. C'è una*

*elevata probabilità di un aumento delle ondate di caldo e anche che la maggior parte delle regioni sperimenti un aumento di intensità e di frequenza di forti precipitazioni. Questi trend sono già osservabili nei dati in nostro possesso relativi al XX secolo. Futuri cambiamenti in altri estremi climatici sono più incerti, con solo una media probabilità di aumento della siccità e di un aumento dell'intensità dei cicloni tropicali".*

### **Working Group II**

Da questi dati, nel successivo incontro di Ginevra (febbraio 2001), il secondo Working Group (quello sugli impatti socio-economici) aveva lanciato un giustificato allarme, traendo una serie di preoccupanti considerazioni.

*"Il ciclo idrologico - è detto nel rapporto - è sensibile e il cambiamento climatico previsto determinerà modificazioni nell'umidità del suolo, nel ruscellamento, nella portata dei fiumi e dei laghi. Questo esporrà gli ecosistemi e le comunità umane a sostanziali cambiamenti nelle disponibilità di acqua, nella qualità della stessa e nel rischio di alluvioni e siccità. Le ricerche indicano che lo stress delle risorse idriche potrà crescere in molti paesi tra i quali l'Australia, il Nordafrica, l'Africa meridionale, l'Europa meridionale, il Medio Oriente e l'America Latina e ridursi in Asia e Africa equatoriale. I modelli indicano per la maggior parte delle aree una tendenza all'aumento dei rischi di alluvioni e periodi di siccità. L'aumento delle temperature sarà probabilmente accompagnato da un aumento del rischio di eutrofizzazione".*

Un impatto significativo è previsto anche per l'agricoltura. A dispetto del fatto che la CO<sub>2</sub> ha un effetto di per sé fertilizzante sulle piante il Working Group II scrive che questo sarà controbilanciato dai cambiamenti delle precipitazioni e della temperatura e che un aumento della produzione non è attendibile: le stime sono molto divergenti e la sola certezza è che la risposta dei sistemi agricoli varierà molto a seconda delle condizioni locali.

Il cambiamento climatico creerà poi *"significativi disequilibri negli ecosistemi per lunghi periodi di tempo"* e questo porterà *"una riduzione della biodiversità"*. *"Cambiamenti nella distribuzione di animali e piante sono già stati osservati"* e continueranno negli anni a venire, *"con spostamenti di 400-600 chilometri verso Nord per un aumento di soli pochi gradi centigradi"*.

Cambiamenti significativi sono attesi anche negli oceani. In particolare *"riduzione delle aree ghiacciate al polo Nord, modificazione della salinità e delle correnti, riduzione della pescosità e possibile aumento delle condizioni favorevoli all'acquacoltura, il che compenserà solo parzialmente la riduzione della pesca in mare aperto"*.

Molte aree costiere sperimenteranno poi *"un aumento dell'invasione delle acque marine, dell'erosione e della salinizzazione delle falde. Il rischio è particolarmente elevato nelle aree tropicali e subtropicali"*.

*"Il cambiamento climatico - prosegue il Working Group II - avrà anche diversi impatti sulla salute umana, alcuni positivi e la maggior parte negativi"*. Tra questi ultimi l'aumento di ondate di caldo, di eventi climatici estremi come alluvioni e cicloni, l'aumento della diffusione di malattie come la malaria. Nel 2080 dai 260 ai 320 milioni di persone che oggi vivono in aree non a rischio saranno esposte a questa malattia.

### **Working Group III**

Nella riunione di Accra (Ghana) nel marzo di quest'anno, gli scienziati del terzo Working Group dell'IPCC evidenziano il fatto che le tecnologie efficaci per misurare e combattere il riscaldamento globale ci sono già e a costi molto più bassi di quanto si possa immaginare: già tra 20 anni le emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra potrebbero ridursi della metà, con benefici diretti e un risparmio sia in termini energetici sia economici.

Nel rapporto di Accra si rileva che la maggior parte dei modelli attuali indicano che le tecnologie finora note consentono di raggiungere in modo soddisfacente la stabilizzazione dei livelli di anidride carbonica almeno per il prossimo secolo e oltre. La strada da percorrere è sostanzialmente quella del risparmio energetico e dello sviluppo delle energie rinnovabili. Le tecnologie e le pratiche disponibili e potenzialmente efficaci, si rileva nel rapporto, sono centinaia e riguardano le aree di intervento più diverse come il risparmio energetico negli edifici, nei trasporti, nell'industria. Sul fronte delle risorse energetiche, i combustibili fossili sono destinati a giocare la parte del leone almeno fino al 2020 poiché sono economici ed ancora abbondanti. Tuttavia, secondo il rapporto, nello stesso periodo potrebbe aumentare il ricorso al gas naturale e ciò

potrebbe influire in modo importante sulla riduzione dei gas serra. Altre potenziali risorse alternative da utilizzare sono il metano proveniente dalle discariche, l'energia eolica e quella idroelettrica.

Le tecnologie, insomma, sono a portata di mano e per gli esperti dell'ONU non si tratta che di renderle accessibili, magari offrendo incentivi alle aziende e rimuovendo ogni ostacolo alla loro applicazione.

Utilizzarle in questo senso potrebbe richiedere solo alcuni cambiamenti socio-economici e istituzionali: sostanzialmente l'attivazione di quella "volontà" a livello individuale e collettivo, capace di superare i condizionamenti culturali che, alla luce delle previsioni catastrofiche dei precedenti rapporti, rischiano di bloccare per sempre l'evoluzione della specie umana.

## LA BIODIVERSITA'

*Se pensiamo a quante poche persone sanno distinguere un cipresso da un abete, un platano da una quercia, un'ape da una vespa, un lombrico da un bruco, uno scarabeo da uno scarafaggio, un cigno da un'oca, un capriolo da un cervo... ci rendiamo conto di quanto è grande l'ignoranza del mondo in cui viviamo, quanto siamo analfabeti del linguaggio della natura, un linguaggio antico quanto il mondo, quel linguaggio che ha consentito lo sviluppo della vita sul nostro pianeta, che a noi appare ormai come un flebile brusio indistinto.*

*Da: A. Masullo (1998): Il pianeta di tutti. EMI*

### Introduzione

L'impressionante diversità delle forme viventi presenti sul nostro pianeta e la loro distribuzione nel globo terracqueo hanno sempre destato la meraviglia e la curiosità di molti scienziati e appassionati naturalisti. Il termine biodiversità, o diversità biologica, indica proprio l'insieme di queste forme viventi.

Molto spesso la biodiversità viene definita come il numero di specie presenti in un certo ambiente, tuttavia questo è estremamente riduttivo e il concetto di biodiversità non è riconducibile ad un singolo numero. Essa include le variazioni a tutti i livelli della materia vivente, dai geni ai biomi passando per gli individui, le popolazioni, le specie e le comunità (o gli ecosistemi, se includiamo anche i fattori fisico-chimici che condizionano gli organismi). Il concetto di biodiversità include, quindi, la diversità genetica all'interno di una popolazione, il numero e la distribuzione delle specie in un'area, la diversità di gruppi funzionali (produttori, consumatori, decompositori) all'interno di un ecosistema, la differenziazione degli ecosistemi all'interno di un territorio. Vi sono vari modi di misurare la biodiversità, tuttavia attualmente la maggior parte degli studi sulla biodiversità fanno riferimento al numero di specie e alla loro frequenza relativa poiché la specie è il livello ecologico più facilmente osservabile e sulla cui definizione c'è maggior accordo tra gli scienziati.

Le profonde alterazioni della diversità del pianeta provocate, sia a livello locale che globale, dallo sviluppo umano hanno importanti conseguenze sull'ecosistema e sulla società. Pensare che l'abbondanza di biodiversità riguardi solo il biologo appassionato di specie rare, o il ricercatore, è un grave errore. Garantire un'elevata biodiversità è problema che interessa la qualità della vita e la sopravvivenza di ciascuno di noi. La biodiversità ha, innanzitutto, un valore diretto costituito dai beni che fornisce alla società e che vengono costantemente sfruttati tramite l'agricoltura, la pesca, la caccia e la raccolta del legname. L'alterazione della funzionalità degli ecosistemi ha quindi un impatto economico: variazioni della diversità biologica possono direttamente ridurre le risorse di cibo, di acqua, di carburante, di materiali da costruzione, e anche di medicinali o di risorse genetiche.

La biodiversità ha anche un altissimo valore indiretto costituito dai servizi garantiti dalla funzionalità degli ecosistemi. Le popolazioni naturali di piante e di animali infatti, interagendo tra loro, formano ecosistemi che costituiscono il principale meccanismo di riciclo di aria, acqua e nutrienti indispensabili per la vita sulla terra. La biodiversità ci fornisce quindi una serie di servizi che assicurano che l'aria sia pulita e che l'acqua sia potabile. Le foreste e gli oceani, ad esempio, assorbono i sottoprodotti delle attività agricole e industriali rallentando l'accumulo nell'atmosfera di biossido di carbonio e di altri gas responsabili dell'effetto serra e del cambiamento globale del clima sulla terra. Fino a non molto tempo fa la presenza di questi ambienti naturali ha garantito una relativa stabilità del clima nel tempo permettendo l'evolversi della vita umana. Nel futuro però la continua distruzione di foreste e l'inquinamento delle acque e dell'aria potrà compromettere questa capacità di "stabilizzazione" del clima. Una maggiore biodiversità garantisce inoltre una minor probabilità di estinzione per ciascuna specie

in caso di episodi critici. Gli ambienti caratterizzati da maggior eterogeneità genetica risultano infatti meno vulnerabili a epidemie e ad eventi estremi quali siccità, gelate ed alluvioni. Gli effetti della variazione della biodiversità risultano poi aggravati dal fatto che ogni specie, all'interno dell'ecosistema in cui vive, interagisce con le altre specie tramite relazioni di competizione, predazione, parassitismo. L'estinzione di una specie può, quindi, indirettamente alterare l'abbondanza di altre specie, causando un ulteriore cambiamento nella composizione della comunità ecologica cui appartiene e aumentando la sua vulnerabilità a episodi critici. Non bisogna infine dimenticare che la biodiversità ha un importante valore ricreativo (si pensi alla crescente importanza dell'ecoturismo), culturale, intellettuale, estetico e spirituale, nonché un valore etico o esistenziale indipendentemente dal suo utilizzo. Le conseguenze della perdita di biodiversità riguardano, quindi, non solo la qualità della vita, ma la possibilità della vita stessa sulla terra. Sebbene alcuni meccanismi siano stati abbondantemente studiati e messi chiaramente in relazione con le attività umane, tuttavia molti altri necessitano ancora di essere compresi. L'aspetto più allarmante della perdita di biodiversità è rappresentato proprio dall'ignoranza sulle conseguenze ultime delle nostre azioni di danneggiamento degli ecosistemi e sulla loro reversibilità.

La crisi causata dalla perdita di biodiversità ha dato origine negli anni '50 ad un nuovo ramo della scienza, la biologia della conservazione, che, proprio per l'urgenza dei problemi posti, è uno dei campi di maggiore crescita della moderna ricerca scientifica. Si tratta di una disciplina applicata che integra i principi delle scienze naturali e sociali con l'obiettivo di mantenere a lungo termine la biodiversità sulla Terra. La storia e la scienza hanno dimostrato che lo sfruttamento incontrollato o non correttamente pianificato delle risorse del pianeta è causa di alterazione degli ecosistemi. Occorre, quindi, necessariamente pianificare e gestire in modo responsabile e razionale il patrimonio ambientale per garantire la conservazione della vita sul nostro pianeta. Tale gestione deve far fronte ai problemi connessi alla conservazione delle specie già minacciate di estinzione, o che potrebbero esserlo nel futuro, tramite opportune misure quali l'istituzione di zone di protezione e di parchi naturali, la pianificazione di interventi di reintroduzione delle specie, la regolamentazione del prelievo venatorio e della presenza antropica sul territorio, la regolazione del commercio di animali.

La conservazione della biodiversità è un problema complesso sia perché le conoscenze relative alla biologia e all'ecologia delle singole specie e alle interazioni tra di esse e con l'ambiente in cui vivono sono spesso scarse, sia perché si trova al centro di una molteplicità di interessi economici diversi. Tuttavia, essa è l'unica strada percorribile per garantire la persistenza della vita sul nostro pianeta.

La causa principale di questa allarmante alterazione della diversità biologica della Terra è l'influenza dell'uomo sull'ecosistema terrestre a livello globale. L'uomo ha alterato profondamente l'ambiente trasformando il territorio, modificando i cicli biogeochimici globali, sfruttando direttamente molte specie tramite la caccia e la pesca e aumentando la possibilità di trasferimento degli organismi viventi da una zona all'altra del pianeta. Tra le cause di estinzione o di minaccia più importanti per le specie di avifauna, vi sono la distruzione

dell'habitat, l'introduzione di specie esotiche e il prelievo venatorio. In particolare, la perdita di habitat è sicuramente il maggior pericolo per le specie a rischio di estinzione, anche se nulla sappiamo in realtà dei fattori che hanno portato all'estinzione di più di un terzo delle specie di avifauna scomparse finora. Anche uno studio condotto su gran parte delle specie minacciate negli Stati Uniti ha individuato nella degradazione e nella distruzione degli habitat le principali minacce alla biodiversità, seguite dalla competizione e dalla predazione con specie non autoctone. Grande importanza assume anche l'inquinamento. Le attività umane hanno, infatti, alterato profondamente i cicli biogeochimici fondamentali al funzionamento globale dell'ecosistema. Fonti d'inquinamento sono, oltre le industrie e gli scarichi civili, anche le attività agricole che impiegando insetticidi, pesticidi e diserbanti alterano profondamente i suoli. A questo proposito va ricordato il fenomeno

della biomagnificazione che consiste nel trasferimento di sostanze chimiche all'interno della rete alimentare (trofica) dai suoi livelli più bassi a quelli più elevati. Conseguenza di questo processo è l'accumulo di notevoli quantità di sostanze chimiche nocive (in particolare metalli pesanti) negli organismi che si trovano in cima alla catena trofica (rapaci, grandi carnivori). Un'ulteriore causa di minaccia per molte specie è costituita da un eccessivo prelievo ittico e venatorio. Tale prelievo può costituire la causa prima oppure aggravare situazioni già a rischio per la degradazione degli habitat. Le specie più minacciate dalla caccia e dalla pesca sono, oltre quelle la cui carne è commestibile (tipicamente la selvaggina e gli *stock* ittici), anche quelle la cui pelle e i cui tessuti, organi e corna hanno un alto valore commerciale (come l'elefante dalle cui zanne si ricava l'avorio o il rinoceronte al cui corno vengono attribuite inesistenti proprietà afrodisiache). La caccia e la pesca non compromettono sempre la diversità di un ecosistema, ma divengono seria minaccia di estinzione di una specie quando la sfruttano eccessivamente, cioè quando il tasso di prelievo è maggiore del tasso di rinnovamento della specie. Nel nostro paese e in paesi confinanti il prelievo eccessivo ha rappresentato in passato, per la fauna terrestre, il fondamentale fattore di declino di molte specie (vedi il caso dello stambecco). Tuttavia, la continua riduzione del numero di cacciatori, passati da circa un milione e settecentomila nel 1980 a poco meno di un milione attualmente, e la politica di protezione nei riguardi di molti mammiferi e uccelli ha diminuito l'importanza del prelievo come fattore di declino per la fauna terrestre. Non così si può dire per quanto riguarda la fauna acquatica italiana, in cui l'attività di prelievo è prevalentemente di tipo commerciale, invece che amatoriale. La regolazione della rimozione della biomassa degli *stock* ittici e delle popolazioni di crostacei e molluschi si presenta ancora problematica.

## BIODIVERSITA' E SALUTE UMANA

Il valore della biodiversità per la salute umana è molto elevato. Le piante, infatti, producono un'infinità di molecole che trovano largo impiego in farmacologia. Per rendersi conto di questa importanza si pensi che 21.000 sono le specie di piante incluse nella lista dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (*World Health Organization* - WHO) come piante di uso medico e che negli Stati Uniti quasi l'80% delle principali prescrizioni mediche trae origine da organismi viventi (di cui 74% da piante, 18% da funghi, 5% da batteri, 3% da vertebrati).

### I fitofarmaci naturali e copie di sintesi

Quanta ricchezza farmacologica sia contenuta nelle piante ce lo suggeriscono anche le medicine tradizionali con cui si curano circa 3 miliardi di persone ossia l'80% della popolazione dei paesi in via di sviluppo. Esse fanno ampio uso delle proprietà curative di molti vegetali: la raffinata medicina popolare cinese, ad esempio, utilizza 6.000 delle 30.000 piante note in quel solo paese.

E' chiaro che la perdita di biodiversità pregiudica l'opportunità futura di conoscere e derivare nuovi benefici per la salute umana dalle specie estinte e che, quindi, la conservazione di un'elevata biodiversità può risultare determinante per la cura di malattie ora incurabili. Ad esempio, in una pianta del Madagascar, paese caratterizzato da un'elevatissima biodiversità e dalla presenza di specie uniche al mondo, sono state scoperte le molecole di vinblastina e vincristina che hanno consentito, a partire dal 1971, di elevare notevolmente l'efficacia della chemioterapia contro una forma di leucemia infantile.

Purtroppo la fauna e la flora del Madagascar sono ormai soggette a sistematica distruzione.

Le case farmaceutiche traggono vantaggio dallo scoprire, sviluppare e produrre nuove medicine per il trattamento delle malattie umane e in questo processo i prodotti naturali hanno giocato, e continuano a giocare, un ruolo fondamentale. Le piante costituiscono una fonte di cura delle malattie umane da millenni e molti dei nostri medicamenti sono stati scoperti esaminando l'uso delle piante nelle medicine tradizionali. L'aspirina, la medicina più venduta al mondo, ne è un esempio. La corteccia di salice *Salix alba*, albero che cresce nelle aree umide e lungo i fiumi in Europa, è stata usata per secoli dagli europei per curare infiammazioni, dolori e febbre. Nel XVIII secolo questa informazione fu documentata formalmente dalla *Royal Chemical Society* e alla fine del XIX secolo una casa farmaceutica tedesca (la Bayer) riuscì a sintetizzare il componente chimico contenuto nella corteccia del salice e a produrre e commercializzare l'attuale aspirina. Anche l'uso del chinino, uno tra i farmaci più utilizzati per la lotta contro la malaria, era conosciuto da secoli in Sud America dai guaritori tradizionali. Esso deriva dalle piante *Cinchona calisaya* e *C. officinalis* che, portata in Spagna nel corso del 1500, è stata studiata approfonditamente per individuarne il componente attivo con proprietà antimalariche.

### La ricerca etnobiologica

Un'attenzione particolare merita l'attività di ricerca condotta nei paesi in via di sviluppo dalle industrie farmaceutiche. Essa consiste in programmi di monitoraggio effettuati su campioni biologici (principalmente vegetali) allo scopo di individuarne il possibile uso per il trattamento delle malattie umane. Recentemente, in alternativa ad un'attività di monitoraggio esercitata su aree campione scelte a caso nel territorio, si sta sviluppando il concetto di ricerca etnobiologica. L'idea è quella di sfruttare la conoscenza sciamanica delle popolazioni locali per preselezionare le piante da studiare e da sottoporre a test che ne valutino il loro possibile utilizzo in campo farmacologico. Secondo il principio del reciproco beneficio, questo uso delle conoscenze tradizionali viene pagato dalle case farmaceutiche in termini di benefici forniti alle popolazioni locali che hanno contribuito alla ricerca. I benefici previsti consistono, in genere, oltre che nella destinazione di parte dei proventi delle medicine che verranno prodotte a programmi di sviluppo da attuare in loco, anche in risposte ad esigenze immediate quali la fornitura di medicine e la costruzione di infrastrutture idriche che permettano di migliorare le condizioni igieniche e sanitarie della popolazione.

## LA CRISI DELLA BIODIVERSITA'

*La vita è bellissima. La vita è rigogliosa, multiforme, coloratissima, enormemente diversificata. La biodiversità è tutto questo: l'insieme di tutti gli esseri viventi nel mondo.*

*Il mondo vivente ci circonda, ci avvolge e noi esseri umani ne facciamo parte. Dipendiamo dal mondo vivente per il nostro cibo e per le medicine con cui ci curiamo, per l'ossigeno che respiriamo, per gli elementi chimici che costituiscono il nostro corpo. La Terra è la nostra casa e tutte le specie che vivono sul pianeta costituiscono la nostra famiglia, perché con esse ci siamo evoluti.*

*Non tutto però, sul Pianeta Terra, va alla perfezione, per quanto riguarda la vita. Stiamo perdendo ogni anno circa 30.000 specie di piante e di animali perché gli ecosistemi sono sconvolti e perché alcune specie sono troppo intensamente cacciate o sfruttate. Non è più possibile eludere molte domande: che cosa rappresenta davvero per noi il mondo vivente? Perché ci dobbiamo preoccupare del degrado degli ecosistemi e della scomparsa delle specie? Quali sono le cause delle estinzioni? Come possiamo intervenire per arginare gli effetti dell'attuale crisi del mondo vivente, l'ultima in ordine di tempo?*

(Da: N. Eldredge (2000). *La vita in bilico*. Einaudi)

## LA RIDUZIONE DELLA DIVERSITÀ BIOLOGICA

La nostra specie, con le sue immense capacità tecnologiche, è oggi in grado di distruggere, in un arco di tempo brevissimo, tantissime specie viventi evolute in milioni di anni sul nostro pianeta, facendole scomparire per sempre dalla faccia della Terra, cioè creando una vera e propria perdita secca del patrimonio genetico in esse presente.

Via via che la popolazione umana è andata accrescendosi sul pianeta, il numero delle altre specie viventi è andato riducendosi.

Sappiamo bene che da quando esiste la vita sulla Terra esiste anche il fenomeno dell'estinzione per il quale singole specie o interi gruppi di rango più elevato scompaiono, ma sappiamo anche che tale processo è generalmente legato a certi tempi e a certe modalità che prevedono il mantenimento dei meccanismi in grado di far proseguire l'evoluzione delle forme di vita sul pianeta.

Sappiamo inoltre che non è mai esistita nella storia della vita sulla Terra un'altra specie vivente capace di distruggere migliaia di altre specie come invece sta facendo la nostra. Per questi motivi la preoccupazione di tutti gli scienziati a livello internazionale, relativa alla straordinaria perdita di diversità della vita dovuta all'intervento umano, è più che giustificata.

Non sappiamo dove potranno giungere le conseguenze di questa drammatica distruzione operata dalla specie umana, né siamo in grado di fare previsioni esatte su ciò che potrebbe accadere, sappiamo però che ridurre pesantemente e in tempi così brevi, il "materiale" vivente su cui operano i meccanismi evolutivi è un danno gravissimo anche per gli equilibri dinamici che consentono alla nostra specie di vivere. Inoltre continuiamo a distruggere le altre specie senza conoscerne le loro eventuali potenzialità future (delle quali ci priviamo irrimediabilmente) se avessero potuto essere utilizzate nell'industria, nell'agricoltura, nella medicina, ecc.

## Calcoli approssimativi

Oggi non siamo ancora in grado di conoscere il numero esatto di specie viventi sulla Terra. Fino a oggi, gli scienziati ne hanno descritte non meno di un milione e settecentocinquantamila, ma si ritiene che il numero complessivo di specie sia di molto superiore.

Il rapporto "Global Biodiversity" pubblicato nel 1992 dal World Conservation Monitoring Centre (struttura promossa dall'IUCN, dall'UNEP e dal WWF) tentò di fare un primo inventario. L'elenco annoverava:

- 5000 virus

- 4000 batteri
- 70.000 funghi
- 40.000 protozoi
- 40.000 alghe
- 250.000 piante
- 70.000 molluschi
- 75.000 aracnidi
- 950.000 insetti
- 45.000 animali vertebrati (di cui circa 9900 specie di uccelli)

Alcune stime accreditate ci dicono che sul nostro pianeta potrebbero esserci da 8 a 10 milioni di specie (secondo alcuni ne potrebbero esistere persino 20-30 milioni), ancora completamente sconosciute. Altre stime del numero di specie ritenute esistenti sono invece molto più alte: per esempio si ritiene che possano esistere:

- da 1 milione a 1 milione e mezzo di specie di funghi;
- fino a 10 milioni di specie di alghe;
- 500.000 specie di piante
- 100 milioni di specie di insetti (stime più prudenti parlano di 8 milioni)

Alcuni scienziati hanno studiato i fenomeni delle estinzioni verificatesi nella storia della vita sulla Terra e ritengono che alcune specie scompaiono perché vengono eliminate da altre con cui vengono a trovarsi in competizione oppure a causa di nuovi predatori. Ma l'estinzione ha luogo anche per pura "sfortuna", dovuta a improvvise pressioni biologiche o fisiche a cui certe specie non sono preparate per il fatto che esse non hanno dinanzi a loro abbastanza tempo per adattarsi attraverso i meccanismi della selezione naturale.

## **XX secolo: nasce la coscienza della conservazione**

L'attuale preoccupazione per le specie in pericolo, minacciate dall'intervento umano, è molto giustificata perché l'uomo assesta ormai con grave regolarità quei colpi che la natura, al contrario, fa calare sulle specie solo a intervalli di milioni di anni.

Negli anni Ottanta, si è venuta formando una disciplina particolare definita biologia della conservazione (Conservation Biology), che si occupa di studiare la diversità nel mondo con avanzate ricerche di genetica, ecologia e gestione delle risorse naturali.

La comunità internazionale ha anche elaborato, attraverso le Nazioni Unite, la Convenzione sulla conservazione della diversità biologica sottoscritta da più di cento paesi che cerca di regolamentare l'uso umano delle risorse naturali del pianeta allo scopo di conservarle per le prossime generazioni.

- **Convenzione sulla biodiversità (CBD)**

Promossa nel 1992 nell'ambito della Conferenza dell'ONU su ambiente e sviluppo di Rio de Janeiro, è in vigore dal 1993. Gli stati firmatari sono 168.

Offre ampie linee di condotta per la conservazione della biodiversità a livello nazionale e richiede ai paesi partecipanti di elaborare strategie nazionali a tutela della biodiversità.

### *Risultati ottenuti*

E' uno dei capitoli dell'Agenda 21 in cui l'impatto degli strumenti multilaterali è stato positivo. Positivo, ma lontano dall'essere sufficiente. Nonostante vi siano stati aumenti del numero e dell'estensione delle aree protette (dal 7,5% del 1990 al 9,5% del 2000) la biodiversità mondiale rimane fonte di grande preoccupazione.

La Convenzione riconosce la sovranità nazionale sulle risorse biologiche e afferma il principio del "consenso informato preventivo" prima che le risorse vengano esportate da un paese.

Stabilisce che l'impiego della biodiversità debba essere sostenibile e che i benefici che ne conseguono debbano essere equamente condivisi dal paese che ne è originario e da quello che le riceve.

Il fondo GEF ha finanziato progetti per la tutela della biodiversità per 1,02 miliardi di dollari in 120 paesi in via di sviluppo.

### *Problemi da risolvere*

Continuano a verificarsi, a livello mondiale, perdite di biodiversità molto estese con il 24% dei mammiferi ed il 12% degli uccelli a rischio di estinzione.

I governi si sono dimostrati lenti nello sviluppo delle strategie e dei piani d'azione nazionali per la conservazione della diversità biologica prevista dalla Convenzione. Solo una settantina di paesi ha finora espresso strategie nazionali: la maggior parte delle risorse è stata impiegata per produrre rapporti a livello nazionale solo 54 paesi hanno rispettato la scadenza prevista (maggio 2001).

Il trattato stesso manca di una chiara definizione degli obiettivi, nonché di scadenze precise e sistemi di controllo dei progressi e degli sviluppi.

## **Il Protocollo di Cartagena sulla biosicurezza**

Per ora il risultato più concreto della Convenzione è stato il Protocollo di Cartagena del 2000 sulla Sicurezza Biologica che consente ai governi la scelta di ammettere o meno l'importazione di prodotti geneticamente modificati, ma per il momento è stato ratificato solo da 7 paesi (sono necessarie almeno 50 ratifiche perché l'accordo entri in vigore).

Questo accordo intende disciplinare il commercio internazionale di prodotti agricoli

geneticamente modificati attraverso u sistema basato sul consenso informato preventivo, in base al quale i paesi importatori devono essere informati ed esprimere esplicitamente il proprio consenso verso l'importazione di prodotti geneticamente modificati.

## Gli organismi geneticamente modificati - OGM

Da qualche tempo, in tutto il mondo, sta assumendo grande e crescente rilevanza il tema riguardante gli OGM e loro implicazioni.

Esse vanno dallo studio, come pura ricerca scientifica, alla sperimentazione di laboratorio, alle sperimentazioni applicative sia nel settore animale che in quello vegetale e quindi all'impiego dei risultati ottenuti su scala industriale, agricola, zootecnica e sociale, al fine di ottenere modifiche e incrementi migliorativi, sia nell'efficienza produttiva, che nella qualità dei prodotti e di successi nei conti economici.

Il dibattito acceso su questo tema è molto intenso e prevedibilmente è destinato a durare a lungo, vedendo contrapposti due schieramenti in cui si posizionano anche i governi di molti Stati. Con grande approssimazione si può dire che per l'impiego estensivo degli OGM si schierano gli Stati Uniti, il Giappone ed altri Stati dell'America e dell'Asia. Molto più cauti sull'argomento sono gli Stati europei, mentre numerosi altri Paesi hanno assunto una posizione di attesa.

Esaminiamo ora quali sono le ragioni degli uni e degli altri.

Coloro che sono favorevoli sostengono che :

- 1) *i progressi della scienza moderna consentono, attraverso le modifiche del corredo genetico, di ottenere risultati, sia nel settore vegetale che animale, molto più rispondenti alle nostre necessità e quindi queste grandi prospettive non vanno ostacolate, ma anzi agevolate.*
- 2) *in campo medico sanitario si aprono successi molto interessanti ed incoraggianti sia per la prevenzione che per la cura delle malattie e delle malformazioni ; tali da far ritenere che siamo di fronte ad un ulteriore salto di qualità a favore del benessere di tutti.*
- 3) *nel settore zootecnico è possibile ottenere animali da allevamento (carne , latte, uova ecc.) molto più produttivi.*
- 4) *nel settore agricolo, le modificazioni genetiche su alcune specie coltivate (modificazioni che possono essere gradatamente estese a tutte le altre specie utili) hanno già dato ottimi risultati sia per agevolare le pratiche colturali (lotta contro i parassiti e le erbe infestanti, minor dipendenza dai fitofarmaci ecc.) che per i risultati economici (maggior produttività, minor necessità di concimazioni chimiche e quindi minor inquinamento dei terreni ecc.)*
- 5) *in considerazioni delle attuali immense carenze di cibo nel mondo (700-800 milioni di persone alla fame) e della continua espansione della popolazione planetaria, non vi sono altri modi di risolvere tali carenze, se non con l'estensione generalizzata delle sementi OGM, visto che non sono disponibili altre aree coltivabili da cui ottenere gli incrementi produttivi necessari.*
- 6) *l'applicazione generalizzata degli OGM in agricoltura e nell'allevamento non deve suscitare alcuna preoccupazione, dato che si tratta semplicemente di un ulteriore passo in avanti della scienza applicata. E ciò senza soluzione di continuità evolutiva a partire dalla "mezzaluna fertile" fino a giungere ai giorni nostri.*

Sul fronte opposto scienziati ed esperti contrappongono:

- 1) *Nulla osta per quanto attiene ai punti 1 e 2 di cui sopra, quando si tratti di studi e ricerche allo stato puro o tese alla prevenzione ed alla cura delle malattie e delle malformazioni. Tutto questo, oltre che essere utile, è meritevole del plauso generale in quanto teso alla conoscenza nel senso più alto e lato del termine e ad alleviare problemi e sofferenze. Tra l'altro, comunque, i relativi effetti medico-sanitari (come tutti gli altri medicinali ed interventi) sono diretti e si esauriscono esclusivamente a beneficio delle persone malate da curare.*
- 2) *Altro discorso ed altre preoccupazioni sorgono invece quando si tratta di eseguire sperimentazioni ed applicazioni che riguardino organismi, sia animali che vegetali, nella loro completezza ; pratiche da cui possono derivare (e sono derivate) mostruosità inaccettabili e che possono diffondere un inquinamento genetico generalizzato.*
- 3) *E' assolutamente destituita di fondamento l'asserzione che nel mondo non vi siano altre aree da mettere a coltura. L'equivoco (voluto ?) è di riferirsi ad ulteriori aree pronte subito per le semine e per entrare in produzione e non considerare le immense estensioni atte ad essere bonificate applicando le moderne tecnologie agronomiche.*

4) *Non risponde a verità che vi sia continuità tra i progressi agronomici del passato e la creazione degli OGM. E' vero invece che vi è una discontinuità evidente di metodo e quindi di effetti. In passato, fino ai giorni nostri, dai ricercatori sono sempre stati utilizzati gli stessi processi naturali, favorendoli e potenziandoli (impollinazione, innesti, incroci, trapianti, selezioni ripetute ecc).*

*Cosa ben diversa dai bombardamenti del patrimonio genetico attuati con radiazioni, mezzi meccanici ; impiego di batteri o virus come vettori per l'introduzione delle caratteristiche volute od altro. E' evidente che con questi metodi vengono violentati gli equilibri naturali con conseguenze, occulte o lontane difficilmente prevedibili.*

5) *Che, a differenza del settore medico-sanitario i cui effetti - come detto - si risolvono nell'ambito delle singole persone cui sono destinati, l'applicazione estensiva degli OGM nel campo agricolo e dell'allevamento può contagiare*

*(attraverso la fecondazione naturale, l'impollinazione ecc), la stessa o altre varietà, creando un inquinamento genetico esteso, dando luogo alla scomparsa di alcune o molte varietà allo stato naturale, riducendo la biodiversità e mettendo in moto un meccanismo dalle conseguenze del tutto imprevedibili (a questo riguardo è stato coniato l'epiteto, verso la controparte, di "apprendisti stregoni").*

6) *L'estensione generalizzata degli OGM in agricoltura e negli allevamenti di tutto il mondo, creerebbe una stretta dipendenza operativa (soprattutto nei Paesi del terzo mondo) che inevitabilmente diverrebbe anche una dipendenza economica, sociale e politica dalle potenti multinazionali (Novartis, Monsanto ecc. in primis).*

7) *Non vi è alcuna necessità di affrontare i rischi e gli svantaggi di cui sopra quando, con l'applicazione delle tecnologie innovative agricole o dell'allevamento, si possono ottenere gli stessi o migliori risultati sia operativi che produttivi. Ciò che occorre realmente per sconfiggere la fame, salvaguardare l'ambiente naturale e non stravolgere, ma dare un assetto stabile al mondo rurale su cui si vuole intervenire, sono una decisa ed estesa bonifica integrale su vaste aree incolte, con l'impiego di finanziamenti e tecniche organizzative, operative e gestionali, che siano adeguate e correlate alle necessità.*

Solo il futuro potrà dirci quale delle due posizioni prevarrà sull'altra. Occorre però ricordare che non sempre le scelte e le strategie adottate in passato dalle popolazioni si sono poi rivelate le migliori. Basti ricordare (tra le situazioni più eclatanti) il lungo regresso seguito alla caduta dell'impero romano o il periodo successivo alla fine del celeste impero in Cina o al tramonto delle civiltà centro-americane.

La differenza fondamentale che caratterizza l'attuale situazione rispetto al passato, consiste nel fatto che, sia per quanto attiene all'impiego degli OGM che di altri argomenti di livello planetario, entrano in gioco le prospettive ed il futuro dell'intera umanità e non soltanto di una parte di essa.

## LA DESERTIFICAZIONE

Nel corso degli ultimi decenni si è osservato un incremento nella frequenza dei periodi di siccità eccezionale, su scala mondiale. A questi fenomeni climatici di origine complessa, si affianca un processo di desertificazione che consiste nell'inaridimento progressivo delle zone che circondano i deserti e quindi in una tendenza all'espansione dei deserti, in aree precedentemente sfruttate per l'allevamento o per l'agricoltura. La componente dovuta all'intervento umano in questo processo è assai rilevante.

Gli studiosi distinguono in genere diversi tipi di siccità: quelle dovute a un calo delle precipitazioni, quelle caratterizzate da un deficit nella portata delle acque di superficie e quelle derivanti da un abbassamento del livello delle falde acquifere. In tutti questi tipi di siccità è importante l'intervento umano. Il fenomeno della desertificazione, infatti, viene innescato da complesse sinergie nelle quali la siccità si accoppia al degrado dei suoli, degrado spesso dovuto a un eccessivo utilizzo da parte dell'uomo con un'attività di agricoltura intensiva, o con un'attività di sovrapascolo o, comunque, a uno sfruttamento legato alla crescita della popolazione umana in aree già fragili dal punto di vista ecologico.

### Deserti nel passato e nel presente

Nel corso delle ere geologiche, come è avvenuto nel Quaternario, durante il recente Pleistocene, i climi terrestri hanno avuto fasi alterne di aridità e umidità che hanno conseguentemente prodotto fluttuazioni nelle dimensioni delle superfici occupate dal deserto, con fasi ricorrenti di estensione e regressione. Per esempio al culmine della glaciazione würmiana, circa 18.000 anni fa, il Sahara discese molto più a sud rispetto al suo attuale limite meridionale, ricoprendo territori che oggi sono occupati dal Sahel (savane aride).

Il problema della desertificazione si sta aggravando perché la crescita della popolazione necessita di ulteriori bisogni e, nel cercare di soddisfarli, determina invece le condizioni per peggiorare lo stato del proprio ambiente e la sua produttività. L'eccesso di pascolo, l'eccesso e gli errori delle pratiche agricole, il sovrasfruttamento delle acque di falda, pratiche sbagliate di irrigazione sono tutti fattori che creano sinergie con le situazioni climatiche determinando cambiamenti sia a livello locale che globale anche in relazione con l'effetto serra.

L'estendersi delle zone colpite dal processo di desertificazione, negli ultimi decenni ha assunto una drammatica dimensione su scala planetaria. In base ai calcoli, il fenomeno interessa alla fine degli anni Novanta un'area superiore ai 35 milioni di km<sup>2</sup> di terre emerse e tocca più di 60 paesi con una popolazione che supera gli 850 milioni di abitanti. Per esempio, nelle zone del Sahel negli ultimi decenni del secolo, si sono verificati fenomeni sociali e politici che hanno condotto a una maggiore sedentarizzazione delle popolazioni storicamente nomadi dell'area. L'incremento demografico di queste popolazioni, associato alla loro sedentarizzazione, ha portato a un crescente impatto sulle risorse già scarse e delicate di quelle regioni. Non solo: anche scelte produttive sbagliate e mirate a privilegiare il commercio estero con i paesi ricchi hanno contribuito al dramma (come la coltivazione del cotone, per esempio). L'aumento del bestiame, la domanda di legna da ardere, il depauperarsi delle falde acquifere sottostanti e il costante avanzamento delle attività agricole hanno condotto a un progressivo degrado dei suoli e a una loro crescente desertificazione.

Le osservazioni effettuate attraverso i satelliti permettono di affermare che oggi circa 1/4 delle terre emerse del pianeta è in via di desertificazione, cioè soggette ad un degrado dei suoli che priva progressivamente la Terra delle sue potenzialità agricole e pastorali. Non si tratta dell'allagamento dei deserti tradizionali ma di 3,6 miliardi di ettari coltivabili - quattro volte più dei deserti esistenti - che la pressione umana trasforma a poco a poco in spazi sterili. Un centinaio di paesi e circa 1 miliardo di esseri umani sono oggi interessati da questo fenomeno.

## **L'azione delle Nazioni Unite**

Dal 1977, con la Conferenza mondiale contro la desertificazione tenuta a Nairobi, le Nazioni Unite e la comunità internazionale si sono occupate del problema predisponendo anche un piano di azione che, purtroppo, ha avuto scarso seguito.

Allora la superficie terrestre sottoposta a tale processo veniva individuata in 37,6 milioni di kmq.

Nel 1984 un ulteriore incontro internazionale a Nairobi per valutare cosa era stato fatto sino a quel momento e qual era la situazione fornì cifre ancora più preoccupanti: la superficie terrestre coinvolta nei fenomeni di desertificazione era valutata sui 45 milioni di kmq, processo che causava gravi problemi alla popolazione che viveva in queste aree o ai margini di essa, calcolata in 850 milioni di individui. Allora si calcolava che ogni anno circa 6 milioni di ettari di terra si riducevano nelle condizioni di deserto mentre altri 21 milioni di ettari si riducevano ad una produttività economica vicina allo zero.

Solo nel 1994 la comunità internazionale è giunta a predisporre una Convenzione internazionale sulla desertificazione destinata a essere sottoscritta dai diversi paesi per combattere questo fenomeno e assistere i paesi poveri nell'opera di corretta gestione dei suoli e di riqualificazione delle aree marginali.

### *La Convenzione per la lotta contro la desertificazione (UNCCD)*

Per porre freno ad un fenomeno di proporzioni allarmanti che non riguarda solo aree depresse o spopolate ma anche il ricco "primo mondo" (l'Europa meridionale secondo l'UNEP, il Programma sull'ambiente delle Nazioni Unite, è una delle aree del pianeta percentualmente più interessate da fenomeni di degrado e desertificazione, di cui sono largamente noti gli effetti in continenti come Africa e America Latina) le Nazioni Unite hanno promosso questa Convenzione internazionale nel 1994 ed è in vigore dal 1996. E' stata ratificata fino ad oggi da 160 Paesi.

#### *Risultati ottenuti*

Ha una struttura flessibile che ha creato un network di quattro regioni: Africa, Asia, America latina e Caraibi, Nord Mediterraneo: ciascuna di queste unità ha il potere di pianificare e attuare un progetto confacente alle necessità locali. Sono stati prodotti circa 175 rapporti sui paesi afflitti dalla desertificazione. E' stato presentato nel tempo un numero sempre crescente di piani d'azione nazionali, sub-regionali e regionali ed in certe aree è già iniziata la fase di attuazione.

#### *Problemi da risolvere*

Il trattato stabilisce che la maggior parte delle risorse finanziarie debba provenire dagli stessi paesi interessati. Solo a partire dal 2003 questi progetti figurano tra quelli che hanno diritto ai finanziamenti del fondo GEF delle Nazioni Unite.

Gli impegni assunti dai paesi in via di sviluppo così come da quelli industrializzati sono piuttosto generici e lasciano ampio margine all'inazione.

I mezzi di lotta che la Convenzione propone di mettere in opera sono sia *tecnici* (rigenerazione dei suoli, gestione sostenibile delle risorse idriche e terrestri, combustibili sostitutivi, miglioramento della produttività delle colture, nuove piantagioni di alberi) sia *sociali* (pianificazione familiare volontaria, rapporti di collaborazione fra comunità di villaggio, riforma del sistema fondiario, fissazione di prezzi agricoli garantiti).

Finora, i primi si sono scontrati con un'evidente scarsità di finanziamenti (il fabbisogno è stimato in

una cifra variabile da 10 a 20 miliardi di dollari all'anno) mentre i secondi entrano molto spesso in contraddizione con la politica condotta dagli Stati interessati. Ragion per cui le azioni realmente avviate in Africa o in America Latina si svolgono ancora su scala locale, mentre il fenomeno richiede una risposta di ampiezza universale.

## VOX CLAMANS IN DESERTUM

### ***Considerazioni sulla lotta contro “la desertificazione delle coscienze” che fa avanzare i deserti***

In un mondo sempre più cinico che sta sperimentando sulla pelle dei più poveri ed emarginati la dura “legge del mercato” che premia ma, al tempo stesso, punisce chi vi si adegua rinnegando la sua umanità, avanza un nemico difficile da combattere.

Un qualcosa che è dentro di noi ma i cui effetti sono fuori di noi...

Il deserto nelle coscienze genera paesaggi desolati, in cui la vita è assente, in cui lo spirito dell'uomo che osserva la natura non può che disperarsi per ciò che non ha creato, per ciò che ha distrutto.

La desertificazione è lì fuori, ormai non troppo lontano dalle nostre metropoli evolute, a testimoniarcene l'incuria, l'abbandono, l'inerzia o, peggio, l'inetta presunzione di onnipotenza con cui abbiamo trattato la nostra Madre Terra.

Le cause ormai sono chiare: la scienza ce lo conferma (vedi scheda) ma richiede altre prove, altre certezze irrefutabili prima di esporsi, prima di alzare il suo “grido di dolore” in un mondo come quello di oggi, dove, paradossalmente, basiamo tutto sulla comunicazione ma in cui siamo così restii ad ascoltare le voci fuori dal coro di chi non ha niente da vendere nel mercato globalizzato. All'interno di esso troverete anche chi, basandosi sulle disgrazie altrui - come nel recente Forum mondiale per l'acqua dell'Aja - paventa l'avanzata del deserto come spauracchio per aggiudicarsi più in fretta il mercato sempre più appetito dell'acqua. Acqua che diverta merce di scambio, “bisogno umano di base” (e come tale da soddisfare...a caro prezzo) e non più “diritto umano e sociale di base” di cui garantire almeno un libero accesso.

L'ipocrisia degli Stati sedicenti “democratici” - che orientano il destino dei loro “sudditi” attraverso un'educazione del tutto priva delle cognizioni di base atte a prevenire il dissesto del proprio territorio, le patologie legate ad un uso scellerato delle risorse idriche, la rovina di quell'esile substrato biologico a cui dobbiamo nutrimento e prosperità - è grande almeno quanto la loro operosità nel mettersi intorno ad un tavolo per risolvere una volta per tutte questo tipo di problemi.

### ***Montagne di carta contro il deserto***

Sono innumerevoli ormai le estenuanti riunioni internazionali in cui si dibattono problemi annosi come la fame, la malnutrizione, le malattie, la desertificazione, appunto, cesellando definizioni, dichiarazioni, piani d'azione, destinati per lo più a restare vuote e macabre esercitazioni di stile intorno a fatti e cifre raccapriccianti se viste con occhi appena un po' più partecipi delle sofferenze umane

E' impressionante vedere, dai documenti ufficiali, quanti “sforzi” vengono fatti per arginare un fenomeno drammatico quale quello che mette a repentaglio l'esistenza di centinaia di milioni di esseri umani nei Paesi più poveri della Terra.

Dalla risoluzione 32/172 dell'Assemblea della Nazioni Unite che puntava, già nel lontano dicembre 1977, ad un piano d'azione per combattere il fenomeno della desertificazione al Capitolo 12 dell'Agenda 21, il corposo frutto della Conferenza su Ambiente e Sviluppo (Rio de Janeiro, 1992), che pose le basi per la “Convenzione delle Nazioni Unite contro la desertificazione nei Paesi gravemente colpiti dalla siccità e/o dalla desertificazione, in particolare in Africa” (UNCCD) stilata a Parigi nel 1994 ed entrata in vigore nel 1996, la comunità internazionale si è dotata di strumenti giuridici e scientifici adeguati per fronteggiare quest'emergenza che però, a livello operativo, dev'essere gestita in un quadro regionale e attraverso strumenti adeguati che ogni singola Nazione deve attivare sul suo territorio.

Nascono così (o almeno dovrebbero farlo in tutte le nazioni parti della Convenzione) attraverso leggi di ratifica ed esecuzione della UNCCD, i vari Comitati nazionali per la lotta alla siccità e/o alla desertificazione che hanno come compito precipuo lo studio dei fenomeni oggetto e, soprattutto, l'individuazione delle linee guida per la predisposizione dei Piani d'azione nazionali con annessi rapporti.

### ***“Si uccide più con la lingua che con la spada”?***

La lettura dei documenti internazionali è particolarmente interessante: prendendo ad esempio la suddetta UNCCD, nell'Introduzione vengono individuati con chiarezza i termini del problema attraverso, innanzitutto una univoca definizione dei termini e delle espressioni indicate nel testo. Altrettanto chiari e affermativi sono, all'articolo 2, gli obiettivi, ma già all'articolo seguente, laddove si parla di principi per raggiungere gli obiettivi della Convenzione e per applicarne le disposizioni, si comincia a sfumare la volontà attraverso l'uso del condizionale:

- *“dovrebbero assicurarsi che le decisioni...siano prese con la partecipazione delle popolazioni...”;*
- *“dovrebbero , in spirito di solidarietà e di compartecipazione internazionali, migliorare la cooperazione e il coordinamento...”;*
- *dovrebbero, in uno spirito di compartecipazione, istituire una cooperazione tra i poteri...”;*
- *“dovrebbero prendere pienamente in considerazione la situazione e i bisogni particolari dei Paesi in sviluppo colpiti...”.*

Forse l'uso dell'indicativo sarebbe stato troppo vincolante...

Il dubbio rimane allorché, nella Seconda parte, si dettano le disposizioni generali: sotto il titolo “Obblighi generali” le volitive azioni per aggiungere l'obiettivo della presente Convenzione sono precedute da un sibillino “secondo quanto conviene”: a chi?

La cooperazione è al centro dell'art. 4: al paragrafo 2 nei punti d, e, f, g le Parti sono stimolate ad incoraggiare tale azione comune tra i Paesi colpiti, tramite un rafforzamento della cooperazione subregionale, regionale, internazionale, oppure in seno ad organizzazioni intergovernative competenti, stabilendo *“meccanismi istituzionali, se è il caso, tenendo presente la necessità di evitare doppioni”*.

Ma, a giudicare da quanto emerge dal fiorire di iniziative che questa Convenzione ha aiutato a crescere, qui si rischia di “cooperare troppo” non del tutto a giovamento di coloro che si vorrebbero aiutare...

Passando, per così dire, alla fase operativa, nella “Parte Terza - Sezione 1: Programmi d'azione”, all'art. 9 si dice che: *“Per adempiere gli obblighi loro imposti dall'articolo 5, i Paesi... elaborano, pubblicano o eseguono, secondo quanto conviene, programmi d'azione nazionali...”*.

Si tratta, nelle intenzioni dei recensori della Convenzione di un insieme di strategie preventive e a breve, medio e lungo termine che, solo presupponendo un interesse precipuo e cogente da parte di ciascuno Stato Parte della Convenzione a impostare le sue risorse ed i suoi interessi verso uno sviluppo armonico e democraticamente condiviso, consentirebbero, se attuate realmente, un'esistenza felice e prospera delle popolazioni.

Un “volo pindarico” da parte di Istituzioni che in gran parte si limiteranno ad altri “voli pindarici” a livello di piano d'azione nazionale. Ci auguriamo di sbagliarci ma, visti i precedenti e la realtà quotidiana di tanti Paesi sedicenti “avanzati” che favoriscono lo sviluppo (soprattutto bellico) di Paesi sedicenti “meno avanzati” in lotta tra loro e non contro la desertificazione, che al contrario favoriscono ...

### ***Italia: dalla teoria alla pratica...legale e non***

Se, come detto, il nostro paese brilla per background culturale e legislativo nella redazione di leggi e piani assai nobili ed ispirati, non altrettanto può dirsi per la loro effettiva realizzazione.

Abbiamo già in passato dovuto occuparci di uno dei documenti citati nelle premesse del Programma nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione e cioè del “Piano nazionale per lo sviluppo sostenibile” del 1993, forse il documento più bello ed ispirato ma anche quello che, perfino sul piano della divulgazione, non ha lasciato traccia di sé.

Nel caso in esame l'Italia, di solito piuttosto lenta nel recepire le istanze comunitarie ed internazionali, ha invece mostrato un'insolita solerzia nell'attivarsi: con la legge 4/6/1997 n. 170 il nostro Paese si è dotato di quel provvedimento di ratifica e di esecuzione necessario per rendere operativa anche nel nostro Paese la Convenzione sulla lotta contro la desertificazione.

Con il DPCM del 26/9/1997 veniva istituito il Comitato nazionale con il compito di seguire la predisposizione del piano d'azione nazionale nel contesto del bacino del Mediterraneo e di

redigere un primo rapporto entro la fine del 1998.

Puntualmente, con la delibera CIPE n. 154 del 22/12/1998, arrivava la "Prima comunicazione nazionale in attuazione della UNCCD" a cui seguiva il 22/7/1999 la pubblicazione da parte del Comitato nazionale per la lotta alla desertificazione delle "Linee guida del piano di azione nazionale per la lotta alla desertificazione".

Paradossalmente in questo documento, frutto di un'attività legislativa spasmodica, si evince che per combattere la desertificazione uno dei principi generali più importanti è l'applicazione e valorizzazione delle norme nazionali e comunitarie esistenti, favorendo l'attuazione da parte delle Regioni di leggi e programmi mirati.

Il Piano nazionale, deliberato dal CIPE il 21/12 1999, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il 15/2/2000, si apre con una lunghissima premessa di 4 colonne di atti, decreti, delibere, regolamenti e leggi che, almeno teoricamente, ci consentono di avere tutti i presupposti per ben operare su questo fronte, ammettendo di riuscire ad individuare correttamente tutte le competenze che regolano risorse idriche, suolo, attività agricola e forestale, rischi idrogeologici, riciclo dei rifiuti ed altri aspetti rilevanti ai fini della desertificazione.

Se poi lo Stato non ci riesce, ci penserà l'ecomafia a gestirne le fila con i risultati che si evidenziano proprio in termini, purtroppo, di degrado territoriale e culturale.

### ***Coltivare una nuova cultura...***

E' stato recentemente presentato un innovativo sistema di aratura contro la desertificazione (sviluppato da un nostro valente agronomo, il dott. Venanzio Vallerai - vedi scheda) che ha visto la partecipazione di autorevoli rappresentanti della F.A.O., di tecnici della Cooperazione allo Sviluppo, delle ambasciate di numerosi Paesi e delle altre agenzie dell'ONU che si occupano di queste tematiche.

Da più parti, nel corso del dibattito che ha visto la partecipazione di qualificati esperti con alle spalle anni di lavoro sul campo in varie parti del mondo, si evidenziato quanto importante sia la necessità di affrontare la lotta alla desertificazione, prima di tutto, *"nella testa della gente"* attraverso un'educazione che punti alla prevenzione di certi fenomeni.

Sviluppare insieme una *"cultura"* nuova, e non già solo introdurre una nuova *"coltura"* può sembrare strano detto da tecnici agronomi con esperienze diverse maturate in continenti lontani, nel difficile lavoro di inserirsi in sistemi agricoli autoctoni vecchi di millenni con l'intento di apportare novità tecnico-scientifiche frutto di studi e di ricerche senza indossare i panni del neocolonialista.

Vincere la sfida contro il deserto sempre di più vorrà dire in futuro prevenire i prodromi di un degrado che ha radici lunghe nella innocente ignoranza delle popolazioni che nascono, vivono e muoiono senza sapere perchè e nella colpevole negligenza di chi manifesta la volontà politica di sottovalutare, ritardare o far finta di ignorare la necessità di prendersi cura delle basi stesse della vita e della civile convivenza tra gli uomini.

## **Scheda**

### **Il sistema Vallerani**

La tecnica tradizionale di scavo a mano di micro-bacini, diffusa da secoli in tutto il bacino del Mediterraneo e nelle isole Canarie e Capo Verde, è stata largamente adottata da tutte le Agenzie di cooperazione e considerata come una efficace pratica di aridocoltura.

Il Sistema Vallerani è un nuovo approccio tecnico e socio-culturale ai problemi del degrado ambientale, della desertificazione e della insicurezza alimentare nelle regioni aride e semi-aride del pianeta.

Sul piano tecnico il sistema si avvale principalmente di aratri speciali che scavano nel terreno una serie di solchi a semiluna per la raccolta e la concentrazione delle risorse disponibili (acque di pioggia e di scorrimento superficiale, terra fina e materia organica) o che massimizzano la scarsa fertilità residua e le poche risorse idriche.

Un trattore con questi aratri ha una capacità lavorativa media di 2 ettari/ora (15 ha/giorno).

Il coefficiente medio di moltiplicazione dell'acqua e delle rese produttive agro-silvo-pastorali del sistema è molto superiore a quello dei terreni non trattati e consente di produrre alimenti anche nelle condizioni più difficili.

La raccolta e concentrazione dell'acqua di pioggia permette la crescita di colture erbacee ed arboree che vengono seminate direttamente in loco, e quindi con apparato radicale più robusto perché integro (e non più utilizzando le piantine da vivaio, con apparato radicale solo superficiale e necessitanti quindi continua irrigazione di soccorso): questo rende la riforestazione quanto più rapida, economica ed efficace possibile.

Sul piano sociale, esso solleva le comunità interessate dai lavori più duri di difesa ambientale (scavo delle buche, preparazione dei vivai, trapianto delle piantine, irrigazione delle stesse) consentendo loro di dedicarsi più facilmente a quelli leggeri e complementari.

Un rapporto non dirigistico, aperto ed interattivo, fra la direzione tecnica del programma di riqualificazione e le comunità interessate, è fondamentale per conquistare la fiducia della popolazione e per promuoverne rapidamente, attraverso una opportuna educazione ambientale, la partecipazione attiva, cosciente e responsabile alle tematiche e alle azioni di risanamento ambientale e produttivo.

Proprio in virtù della sua efficacia, economicità e semplicità applicativa - che minacciano consolidate ma superate strategie colturali - il sistema Vallerani è stato fortemente avversato, sia a livello nazionale che internazionale, da una ristretta ma agguerrita schiera di tecnici di parte. Ciò nonostante dove è stato possibile promuovere la sua introduzione (Burkina Faso, Niger, Senegal, Ciad) nel quadro di programmi finanziati da Agenzie nazionali e internazionali (FAO, IFAD, Cooperazione tedesca, danese e svizzera) i risultati sono stati sempre estremamente positivi, in particolare per quanto concerne la produzione agro-alimentare e il miglioramento dei pascoli.

Questo sistema, nato da decenni di esperienza professionale vissuta con una coinvolgente umanità partecipe alle difficoltà di vita delle popolazioni interessate, punta a realizzare nel breve, medio e lungo termine quella valorizzazione integrata delle risorse umane e naturali che, sotto il nome di "sviluppo eco-compatibile", potrebbe arginare quel deserto che spesso segue e non precede l'arrivo dell'uomo.

Vallerani lancia ora una nuova sfida alle istituzioni: con i suoi aratri si potrebbe realizzare una fascia di 6000 km di lunghezza per 10 di profondità per fermare il fronte del deserto che avanza nel Sahel, con un costo di 300 miliardi (il costo di 10 aeroplani da guerra...).

Quale guerra preferiranno combattere i governi e le istituzioni internazionali di quest'area "calda" in tutti i sensi del pianeta? Ai posteri l'ardua sentenza...

## Riquadro

### LA STANCHEZZA DELLA TERRA

#### Cause ed effetti della desertificazione

Le regioni aride, caratterizzate da equilibri ecologici molto delicati in quanto a causa del clima la quantità di acqua perduta attraverso l'evaporazione è superiore talvolta a quella caduta con le piogge, costituiscono circa il 47% di tutte le terre emerse.

In molte regioni aride del pianeta la qualità del suolo si va rapidamente deteriorando in modo tale da non poter più permettere la vita animale e vegetale, dando luogo a quel processo denominato "desertificazione".

La Convenzione delle Nazioni Unite per la lotta alla desertificazione definisce con questo termine *"il degrado delle terre nelle zone aride, semi-aride e subumide secche provocato da diversi fattori, tra i quali le variazioni climatiche e le attività umane"*.

Circa 1/5 di queste zone ha già subito questo processo in maniera più o meno grave che ora rischia di estendersi a vaste aree in tutti i continenti: in Europa, dove sono presenti circa il 6% delle zone aride del pianeta la desertificazione ha già colpito 1/3 di queste terre - in Italia sono a rischio le regioni del Mezzogiorno, la Sicilia e la Sardegna.

Tale degrado del territorio è dovuto a varie cause:

- **naturali:** *caratteristiche climatiche* - siccità, piogge brevi ma intense, vento;  
*caratteristiche dei suoli* - basso contenuto di argilla e di sostanza organica;  
*fenomeni erosivi dovuti alla forma del paesaggio* (esposizione solare e presenza di pendii lunghi, ripidi; presenza e varietà della vegetazione)
- **antropiche:** *utilizzo improprio delle risorse idriche* - pozzi, sfruttamento dei fiumi, dighe;  
*deforestazione ed incendi;*  
*attività agricole e zootecniche improprie* - uso di macchine, lavorazioni ed irrigazioni non idonee, monoculture, impiego di fertilizzanti e pesticidi, pascolo eccessivo;  
*variazioni nell'uso del territorio* - espansione delle aree urbane, abbandono delle campagne;  
*cambiamenti climatici indotti dall'uomo* - alterazione della composizione dell'atmosfera terrestre.

La desertificazione minaccia oggi ambienti naturali e insediamenti, culture e attività produttive di oltre 1 miliardo di persone in oltre 100 Paesi contribuendo a determinare:

- erosione dei suoli
- impoverimento delle falde acquifere
- tempeste di sabbia
- danni alla vegetazione e alla fauna
- frane ed inondazioni improvvise
- aumento della povertà
- esodo di popolazioni
- incremento dell'urbanizzazione
- aumento dei conflitti sociali ed etnici, instabilità politica, conflitti armati
- malnutrizione, fame e carestie
- effetti sulla salute (indebolimento delle difese immunitarie, malattie respiratorie, allergie, infezioni agli occhi).

**Bibliografia**

- D. Godrej (2003): I cambiamenti climatici. Carocci  
AA.VV. (2003): SOS Clima. Ediz. San Paolo  
United Nations (2002): Implementing Agenda 21 - Report of the Secretary-General. New York  
F. La Camera (2003): Sviluppo sostenibile - Origini, teoria e pratica. Editori Riuniti  
AA.VV. (2002): Un futuro sostenibile per l'Italia - Rapporto ISSI 2002. Editori Riuniti  
World Watch Institute (2000): State of the World 2000. Edizioni Ambiente  
N. Eldredge (2000): La vita in bilico - Il pianeta Terra sull'orlo dell'estinzione. Einaudi

Le tre Convenzioni Globali delle Nazioni Unite, sono divenute legge dello Stato italiano e precisamente :

**- Legge 15 gennaio 1994 n° 65**

**"Ratifica ed esecuzione della convenzione delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, con allegati - fatta a New York il 9 maggio 1992"**

**- Legge 14 febbraio 1994 n°124**

**"Ratifica ed esecuzione della convenzione delle Nazioni Unite sulla biodiversità, con annessi, fatta a Rio de Janeiro il 5 giugno 1992"**

**- Legge 4 giugno 1997 n° 170**

**"Ratifica ed esecuzione della convenzione delle Nazioni Unite contro la desertificazione nei Paesi gravemente colpiti dalla siccità e dalla desertificazione, in particolare in Africa, fatta a Parigi il 16 ottobre 1994"**

## Convenzione sui cambiamenti climatici

Di particolare importanza:

- Tutta l'introduzione: "Le parti della Convenzione...."
- Art.1 Definizioni
- Art. 2 Obiettivo
- Art. 6
- Art. 7
- Art.8 punti 1,2 e 3

### • INTRODUZIONE

Le parti alla Convenzione

consapevoli che i cambiamenti di clima del pianeta e i relativi effetti negativi costituiscono un motivo di preoccupazione per il genere umano,

preoccupate per il fatto che le attività umane hanno notevolmente aumentato le concentrazioni atmosferiche di gas ad effetto serra, che questo aumento intensifica l'effetto serra naturale e che tale fenomeno provocherà in media un ulteriore riscaldamento della superficie della terra e dall'atmosfera e può avere un'influenza negativa sugli ecosistemi naturali e sul genere umano.

constatando che sia in passato che attualmente le emissioni mondiali di gas ad effetto serra sono dovute in gran parte ai paesi sviluppati, che le emissioni pro capite nei paesi in via di sviluppo sono ancora relativamente basse o che la quota delle emissioni mondiali dovute ai paesi in via di sviluppo ammonterà fino a che siano soddisfatte le esigenze sociali di sviluppo,

consapevoli del ruolo e dell'importanza dei pozzi e dei serbatoi di gas ad effetto serra negli ecosistemi terrestri e marini,

costatando che la previsione dei cambiamenti climatici è soggetta a molte incertezze, in particolare per quanto riguarda la collocazione nel tempo, la grandezza e le manifestazioni regionali,

consapevoli che la portata mondiale dei cambiamenti climatici richiede la più vasta cooperazione possibile di tutti i paesi e la loro partecipazione ad un'azione internazionale adeguata ed efficace, in rapporto alle loro responsabilità comuni ma differenziate, alle rispettive capacità e alle loro condizioni economiche e sociali,

ricordando le pertinenti disposizioni della dichiarazione della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano, adottata a Stoccolma il 16 giugno 1972,

ricordando anche che in conformità alla Carta delle Nazioni Unite e ai principi del diritto Internazionale gli Stati hanno il diritto sovrano di sfruttare le loro risorse in rapporto alle loro politiche nel campo dell'ambiente e dello sviluppo, e che hanno la responsabilità di garantire che le attività svolte nel territorio soggetto alla loro giurisdizione, o al loro controllo non causino danni all'ambiente di altri Stati o di regioni al di fuori della loro giurisdizione nazionale,

confermando il principio della sovranità degli Stati nella cooperazione internazionale per far fronte ai cambiamenti climatici,

riconoscendo che gli Stati devono adottare un'efficace normativa ambientale e che le norme

ambientali, gli obiettivi e le priorità di gestione devono riflettere lo stato dell'ambiente e dello sviluppo al quale si applicano, e che le norme applicate da alcuni paesi possono essere inadeguate e possono comportare ingiustificati costi economici e sociali nei caso di altri paesi, in particolare nei paesi in via di sviluppo,

ricordando le disposizioni della risoluzione dell'Assemblea generale n. 44/228 del 22 dicembre 1989 relativa alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e sullo sviluppo, e le risoluzioni 43/53 del 6 dicembre 1988, 44/207 del 22 dicembre 1989, 45/212 del 21 dicembre 1990 e 46/169 del 9 dicembre 1991 sulla protezione del clima mondiale per le presenti e future generazioni del genere umano,

ricordando anche le disposizioni della risoluzione dell'Assemblea generale n. 44/206 del 22 dicembre 1989, concernente i possibili effetti negativi dell'aumento del livello del mare sulle isole e la zona costiera, in particolare sulle zone costiere di basso livello, e le pertinenti disposizioni della risoluzione dell'Assemblea generale n. 44/172 del 19 dicembre 1989 sull'attuazione del piano di azione per combattere la desertificazione.

ricordando inoltre la Convenzione di Vienna per la protezione dello strato di ozono del 1985 e il protocollo di Montreal sulle sostanze che riducono lo strato di ozono del 1987, quali adeguati e modificati il 29 giugno 1990,

prendendo atto della dichiarazione ministeriale della seconda Conferenza mondiale sul clima, adottata il 7 novembre 1990

consapevoli del rilevante lavoro analitico che viene svolto da molti Stati sui cambiamenti climatici, e degli importanti contributi che l'Organizzazione meteorologica mondiale, il Programma ambiente delle Nazioni Unite e altri organismi, organizzazioni ed enti delle Nazioni Unite, come pure altre istituzioni internazionali ed intergovernative apportano allo scambio dei risultati della ricerca scientifica e al coordinamento delle ricerche,

riconoscendo che le iniziative necessarie per comprendere e fronteggiare i cambiamenti climatici sono più efficaci sul piano ambientale, economico e sociale, se sono basate su pertinenti considerazioni scientifiche, tecniche ed economiche e se sono costantemente riesaminate alla luce dei nuovi risultati raggiunti in questi campi,

riconoscendo che le varie azioni necessarie per fronteggiare i cambiamenti climatici possono essere di per sé giustificate sul piano economico e che possono inoltre essere utili per risolvere altri problemi ambientali,

riconoscendo anche che è necessario che i paesi sviluppati agiscano immediatamente in modo flessibile e sulla base di priorità chiaramente definite, come primo passo verso strategie generali di intervento sul piano mondiale, nazionale ed eventualmente regionale, che tengano conto di tutti i gas ad effetto serra e prendano nella debita considerazione il loro relativo contributo all'aggravamento dell'effetto serra,

riconoscendo inoltre che i paesi di basso livello ed i paesi che sono piccole isole, i paesi con zona costiera di basso livello, aride e semiaride oppure con zone soggette ad inondazioni, siccità e desertificazione, nonché i paesi in via di sviluppo con fragili ecosistemi montuosi sono particolarmente vulnerabili agli effetti negativi dei cambiamenti climatici,

ammettendo che qualsiasi azione intesa a limitare le emissioni di gas ad effetto serra causa gravi difficoltà ai suddetti paesi e soprattutto ai paesi in via di sviluppo, le cui economie dipendono in modo rilevante dalla produzione, dall'uso e dall'esportazione di combustibili fossili,

convinti che i provvedimenti da adottare per fronteggiare i cambiamenti climatici devono essere coordinati in forma integrata con lo sviluppo economico e sociale, al fine di evitare effetti negativi su quest'ultimo, e tenendo pienamente conto della necessità giustamente prioritaria dei paesi in via di sviluppo di raggiungere una crescita economica sostenuta e di eliminare la povertà,.

riconoscendo che tutti i paesi e in particolare modo i paesi in via di sviluppo devono poter accedere alle risorse necessarie per raggiungere uno sviluppo economico e sociale sostenibile; e che i paesi in via di sviluppo, per realizzare l'obiettivo suddetto, devono aumentare i consumi di energia, tenendo comunque conto delle possibilità di ottenere una maggiore efficienza energetica e di controllare le emissioni di gas ad effetto serra in generale, tra l'altro mediante applicazione di nuove tecnologie in condizioni che le rendono economicamente e socialmente vantaggiose,

decisi a proteggere il sistema climatico a beneficio della presente e delle future generazioni,

HANNO CONVENUTO QUANTO SEGUE:

## • ARTICOLO 1

### DEFINIZIONI

Ai fini della presente Convenzione s'intende per:

1. *“effetti negativi dei cambiamenti climatici”*: i cambiamenti dell'ambiente fisico o della vita animale e vegetale dovuti a cambiamenti climatici, che hanno rilevanti effetti deleteri per la composizione, la capacità di recupero o la produttività di ecosistemi naturali o gestiti per il funzionamento dei sistemi socio-economici oppure per la sanità e il benessere del genere umano;
2. *“cambiamenti climatici”*: qualsiasi cambiamento di clima attribuito direttamente o indirettamente ad attività umane, il quale altera la composizione dell'atmosfera mondiale e si aggiunge alla variabilità naturale del clima osservata in periodi di tempo comparabili;
3. *“sistema climatico”*: l'insieme dell'atmosfera, idrosfera, biosfera, geosfera e delle relative interazioni;
4. *“emissioni”*: emissione di gas ad effetto serra e/o dei loro precursori nell'atmosfera al di sopra di una determinata zona e in un determinato periodo di tempo;
5. *“gas ad effetto serra”*: i gas di origine naturale o prodotti da attività umane, che fanno parte dell'atmosfera e assorbono e riflettono i raggi infrarossi;
6. *“organizzazione regionale di integrazione economica”*: qualsiasi organizzazione costituita da Stati sovrani di una determinata regione, che è competente per le materie trattate dalla presente Convenzione o dai relativi protocolli o che è stata debitamente autorizzata, in conformità delle sue procedure interne, a firmare, ratificare, accettare, approvare relativi, strumenti o ad accedervi;
7. *“serbatoio”*: una o più componenti del sistema climatico in cui è immagazzinato un gas ad effetto serra o un precursore di un gas ad effetto serra;
8. *“pozzo”*: qualsiasi processo, attività o meccanismo che elimina dall'atmosfera un gas ad effetto serra, un aerosol o un precursore di un gas ad effetto serra;
9. *“fonte”*: qualsiasi processo o attività, che immette nell'atmosfera un gas ad effetto serra, un aerosol o un precursore di un gas ad effetto serra.

## • ARTICOLO 2

*Obiettivo della Convenzione è la stabilizzazione della concentrazione di gas-serra nell'atmosfera ad un livello tale da prevenire pericolose interferenze delle attività umane sul sistema climatico. La Convenzione enuncia poi principi ed obblighi generali, lasciando l'attuazione degli obblighi a specifici strumenti come i protocolli.*

### OBIETTIVO

L'obiettivo ultimo della presente Convenzione e di tutti i relativi strumenti giuridici che la Conferenza delle Parti può adottare, è di stabilizzare, in conformità delle pertinenti disposizioni dalla Convenzione, le concentrazioni di gas ad effetto serra nell'atmosfera a un

livello tale che escluda qualsiasi pericolosa interferenza delle attività umane sul sistema climatico. Tale livello deve essere raggiunto entro un periodo di tempo sufficiente per permettere agli ecosistemi di adattarsi naturalmente ai cambiamenti di clima o per garantire che la produzione alimentare non sia minacciata e lo sviluppo economico possa continuare ad un ritmo sostenibile.

• ARTICOLO 6

*Tra i principali obblighi della Convenzione si possono citare, tra gli altri, la promozione della ricerca scientifica sul clima globale, la cooperazione internazionale nello sviluppo tecnologico e, appunto, la formazione e l'educazione.*

EDUCAZIONE. FORMAZIONE E SENSIBILIZZAZIONE DEL PUBBLICO

Nell'adempimento degli obblighi di cui all'articolo 4. paragrafo 1 (i), le Parti:

- a) promuovono e facilitano a livello nazionale e, se opportuno, a livello regionale e provinciale, in conformità delle leggi e dei regolamenti nazionali e nei limiti delle rispettive capacità:
  - i) lo sviluppo e l'attuazione di programmi di educazione e di sensibilizzazione del pubblico riguardo ai cambiamenti climatici ed ai relativi effetti;
  - li) l'accesso del pubblico alle informazioni sui cambiamenti climatici e sul relativi effetti;
  - iii) la partecipazione del pubblico all'esame dei cambiamenti climatici e dei relativi effetti, e all'elaborazione di adeguati interventi;
  - iv) la formazione del personale scientifico, tecnico e direttivo.
- b) Cooperano e si impegnano ad incrementare a livello internazionale, ricorrendo, se opportuno, ad organismi esistenti:
  - i) lo sviluppo e lo scambio di materiale di educazione e di sensibilizzazione del pubblico ai cambiamenti climatici ed ai relativi effetti;
  - ii) lo sviluppo e l'attuazione dei programmi di educazione e di formazione ivi compreso il rafforzamento di organismi nazionali e lo scambio o l'invio di personale per formare esperti in questo campo, in particolare per i paesi in via di sviluppo.

• ARTICOLO 7

*I principali organi della Convenzione sono:*

- *la Conferenza delle Parti (organo supremo della Convenzione);*
- *il Segretariato (organo esecutivo) con sede a Bonn;*
- *l'organo sussidiario di consulenza scientifica e tecnica (SUBSTA);*
- *l'organo sussidiario di attuazione (SBI).*

## CONFERENZA DELLE PARTI

1. E' istituita una Conferenza dello Parti.
2. La Conferenza delle Parti, in quanto organo supremo della presente Convenzione, esamina regolarmente l'attuazione della Convenzione e di qualsiasi relativo strumento giuridico che la Conferenza delle Parti eventualmente adotta, e nei limiti del suo mandato assume le decisioni necessarie per promuovere l'effettiva attuazione della Convenzione. A tal fine la conferenza delle Parti:
  - a) esamina periodicamente gli obblighi delle Parti e gli accordi istituzionali, adottati a norma della Convenzione, alla luce dell'obiettivo della Convenzione, dell'esperienza acquisita nell'attuarla e dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche e tecnologiche;
  - b) promuove o facilita lo scambio di informazioni sui provvedimenti adottati dallo Parti per fronteggiare i cambiamenti climatici e i loro effetti, tenendo conto delle diverse circostanze, responsabilità e capacità delle Parti e dei loro rispettivi obblighi derivanti dalla Convenzione;
  - c) facilita, su richiesta di due o più Parti, il coordinamento dei provvedimenti da esse adottati per fronteggiare i cambiamenti climatici e i loro effetti, tenendo conto delle diverse circostanze, responsabilità e capacità delle Parti e dei loro rispettivi obblighi derivanti dalla Convenzione;
  - d) promuove e dirige, in conformità dell'obiettivo e delle disposizioni della Convenzione, l'elaborazione ed il perfezionamento periodico di metodologie comparabili, che devono essere stabilite di comune accordo dalla Conferenza delle Parti, intese, fra l'altro, a preparare inventari di emissioni di gas ad effetto serra suddivise per fonti e di eliminazioni di tali gas suddivise per pozzi, e a valutare l'efficacia di provvedimenti volti a limitare le emissioni ed incrementare le eliminazioni di questi gas;
  - e) valuta, sulla base di tutte le informazioni ad essa comunicate in conformità delle disposizioni della Convenzione l'attuazione della Convenzione da parte delle Parti, gli effetti globali dei provvedimenti adottati in applicazione della Convenzione, in particolare gli effetti ambientali, economici e sociali, nonché i relativi impatti cumulativi, e la misura in cui si ottengono progressi nel raggiungimento dell'obiettivo della Convenzione;
  - f) esamina ed adotta relazioni regolari sull'attuazione della Convenzione e provvede alla loro pubblicazione;
  - g) formula raccomandazioni su qualsiasi problema relativo all'attuazione della Convenzione;

- h) Si impegna a mobilitare le risorse finanziarie in conformità dell'articolo 4. Paragrafi 3, 4 e 5, e dell'articolo 11;
- I) istituisce organi sussidiari, se ritenuti necessari per l'attuazione della Convenzione;
- i) esamina le relazioni presentate dagli organi sussidiari e fornisce loro linee direttive;
- k) stabilisce di comune accordo ed adotta all'unanimità le norme di procedura e le norme finanziarie per se stessa e per gli organi sussidiari;
- I) richiede e utilizza, se opportuno, i servizi, la cooperazione e le informazioni delle competenti organizzazioni internazionali e degli organismi intergovernativi e non governativi;
- m) svolge le altre funzioni che sono necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo della Convenzione, nonché tutte le altre funzioni assegnate ad essa dalla Convenzione.

3. La Conferenza delle Parti adotta durante la prima sessione le proprie norme di procedura, nonché quelle degli organi sussidiari istituiti, dalla Convenzione. Tali norme devono regolamentare anche le procedure decisionali per questioni che non sono già soggette alle procedure decisionali stabilite dalla Convenzione. Tali procedure possono prevedere maggioranze specifiche per l'adozione di decisioni particolari.

4. La prima sessione della Conferenza delle Parti deve essere convocata dal segretariato interinale di cui all'articolo 21 e deve aver luogo entro un anno a decorrere dalla data di entrata in vigore della Convenzione. Successivamente sessioni ordinarie della Conferenza delle Parti hanno luogo ogni anno a meno che sia deciso diversamente dalla Conferenza delle Parti.

5. Le sessioni straordinarie della Conferenza delle Parti hanno luogo ogni qualvolta ciò sia ritenuto necessario dalla Conferenza oppure richiesto per iscritto da una Parte, a condizione però che almeno un terzo delle Parti esprimano il loro accordo entro sei mesi dalla data in cui il segretariato ha comunicato loro la richiesta.

6. Le Nazioni Unite, le loro agenzie specializzate e l'Agenzia internazionale dell'energia atomica, nonché qualsiasi Stato membro di tali istituzioni oppure osservatore presso tali Istituzioni che non è Parte alla Convenzione, possono essere rappresentati alle sessioni della Conferenza delle Parti in qualità di osservatori. Qualsiasi ente o agenzia sia esso nazionale o internazionale, governativo o non governativo, competente nelle questioni soggette alla Convenzione, che ha informato il segretariato del suo desiderio di essere rappresentato ad una sessione della Conferenza in qualità di osservatore può essere ammesso a meno che si opponga almeno un terzo delle Parti. L'ammissione e la partecipazione degli osservatori sono soggette alle norme di procedura adottate dalla Conferenza delle Parti.

• ARTICOLO 8

SEGRETER I ATO

1. È istituito un segretariato.
2. Le funzioni del segretariato sono:
  - a) organizzare le sessioni della Conferenza delle Parti e dei suoi organi sussidiari Istituiti a norma dalla Convenzione e predisporre i servizi richiesti;
  - b) raccogliere e diffondere le relazioni ricevute;
  - c) facilitare, su richiesta, l'assistenza alle Parti, in particolare alle Parti che sono paesi in via di sviluppo, nel raccogliere e comunicare le informazioni richieste in conformità delle disposizioni della Convenzione;
  - d) preparare le relazioni sulle sue attività e presentarle alla Conferenza delle Parti;
  - e) provvedere al necessario coordinamento con i segretariati di altre Istituzioni internazionali competenti;
  - f) stipulare, sotto la direzione generale della Conferenza delle Parti, accordi amministrativi e contrattuali che sono necessari per un efficace svolgimento delle sue funzioni;
  - g) svolgere le altre funzioni del segretariato specificate nella Convenzione e nei relativi protocolli e le altre funzioni che fossero stabilite dalla Conferenza delle Parti.
3. La Conferenza delle Parti designa durante la prima sessione un segretariato permanente e prende disposizioni per il suo funzionamento.

## Convenzione sulla biodiversità

Di particolare importanza:

- Il preambolo
- Art. 1 Obiettivi
- Art. 2 Uso dei termini
- Art. 3 Principio
- Art. 20 Risorse finanziarie, punti 2 e 3

### • Preambolo

*Partendo dal presupposto che la molteplicità delle forme di vita sulla Terra costituisce una ricchezza irrinunciabile per l'equilibrio e lo sviluppo ecologico, ma anche per le opportunità che essa offre all'umanità in vari settori, sia nel presente che nel futuro, questa Convenzione vuole stabilire regole adeguate onde combattere e contrastare l'impoverimento in corso della biodiversità, indice certo di un degrado generale delle condizioni ambientali.*

Le Parti contraenti,

Consapevoli dl valore intrinseco dlla biodiversità biologica e del valore della diversità dei suoi componenti ecologici, gnetici, sociali, economici, scientifici, educativi, culturali, ricreativi ed estetici,

Consapevoli altresì dell'importanza della diversità biologica per l'evoluzione e ai fini della preservazione dei sistemi di mantenimento della vita nella biosfera,

Affermando che la conservazione della diversità biologica è una preoccupazione comune dell'umanità

Ribadendo che gli Stati hanno diritti sovrani sulle loro risorse biologiche,

Ribadendo anche che gli Stati sono responsabili della conservazione della loro diversità biologica e dell'utilizzazione durevole delle loro risorse bilogiche,

Preoccupati pr il fatto che la diversità biologica è in fase di depauperazione a causa di talune attività umane,

Consapevoli della generale insufficienza di informazioni e di cognizioni concernenti la diversità biologica, nonchè la necessità di sviluppare con urgenza i mezzi scientifici, tecnici ed istituzionali atti a fornire il know-how di base necessario alla elaborazione di misure appropriate ed alla loro attuazione,

Notando che è di importanza vitale anticipare prevenire e colpire le cause della diminuzione o della depauperazione rilevante della diversità biologica, alla fonte,

Notando altresì che laddove esista la minaccia di una riduzione rilevante o della

depauperazione della diversità biologica, l'assenza di esaurienti certezze scientifiche non dovrebbe essere invocata al fine di dilazionare misure volte ad evitare tale minaccia o a minimizzarne gli effetti,

Notando inoltre che l'esigenza fondamentale per la conservazione della diversità biologica consiste nella conservazione in situ degli ecosistemi e degli habitat naturali e nel mantenimento e nella ricostituzione delle popolazioni di specie vitali nei loro ambienti naturali,

Notando inoltre che i provvedimenti ex situ, preferibilmente nei Paesi d'origine, hanno anch'essi un ruolo importante da svolgere,

Riconoscendo la stretta e tradizionale dipendenza delle risorse biologiche di molte comunità indigene e locali dalle risorse biologiche sulle quali sono fondate le loro tradizioni, nonché l'opportunità di ripartire in maniera equa i benefici derivanti dall'uso di conoscenze, innovazioni e prassi tradizionali attinenti alla conservazione della diversità biologica e all'uso durevole dei suoi componenti,

Riconoscendo inoltre il ruolo fondamentale che le donne svolgono nella conservazione e nell'uso durevole della diversità biologica e ribadendo la necessità di una completa partecipazione delle donne, a tutti i livelli, alle decisioni politiche relative alla conservazione della diversità biologica e alla loro attuazione,

Sottolineando l'importanza e la necessità di promuovere la cooperazione internazionale, regionale e mondiale tra gli Stati e le organizzazioni intergovernative ed il settore non governativo per la conservazione della diversità biologica e l'uso durevole dei suoi componenti,

Riconoscendo che le nuove risorse finanziarie e supplementari che saranno erogate ed un accesso soddisfacente alle tecnologie pertinenti potrà avere una importanza determinante sulla capacità a livello mondiale di far fronte alla depauperazione della diversità biologica,

Riconoscendo inoltre che sono necessari particolari mezzi per far fronte alla esigenze dei Paesi in via di sviluppo, in particolare la fornitura di nuove risorse finanziarie e supplementari, ed un accesso appropriato alle tecnologie pertinenti,

Notando al riguardo le particolari condizioni dei Paesi meno progrediti e dei piccoli Stati insulari,

Riconoscendo che sono necessari investimenti sostanziali per conservare la diversità biologica, da cui ci si attende che producano una vasta gamma di benefici ambientali, economici e sociali,

Riconoscendo che lo sviluppo economico e sociale e lo sradicamento della povertà sono le prime fondamentali priorità dei Paesi in via di sviluppo,

Consapevoli che la conservazione e l'uso durevole della diversità biologica sono della massima importanza per far fronte alle esigenze alimentari, sanitarie e altre della popolazione mondiale in continuo aumento, per il qual fine è essenziale, sia poter avere accesso alla risorse genetiche e alla tecnologia, sia alla loro ripartizione,

Notando, in ultima analisi, che la conservazione ed un uso durevole della diversità biologica rafforzeranno le amichevoli relazioni esistenti tra gli Stati e contribuiranno alla pace per l'umanità,

Desiderando rafforzare ed integrare le intese internazionali esistenti per la conservazione della diversità biologica e l'uso durevole dei suoi componenti,

Determinati a conservare ed usare in maniera durevole la diversità biologica a vantaggio delle generazioni presenti e future.

Hanno convenuto quanto segue: (...)

**Commento :**

*Il preambolo alla Convenzione intende riconoscere e stabilire rapporti equilibrati tra le diverse competenze, pertinenze, responsabilità e possibilità potenziali, nei settori sociali, politici, scientifici, culturali ecc. sia in ambito regionale che internazionale per ciò che concerne la biodiversità, nella consapevolezza che la conoscenza totale della biodiversità è ancora molto limitata (stima del numero totale di specie vegetali e animali: 20-30 milioni di cui sola la decima parte conosciuta) e che l'estinzione in corso nel mondo di molte specie sta subendo un processo accelerato (circa 74 specie ogni giorno).*

- **Art. 1 - Obiettivi**

*Sulla base dei rapporti stabiliti nel "Preambolo" questo articolo si propone di definire ciò che ci si deve prefiggere per una utilizzazione corretta delle risorse genetiche e quindi del mantenimento della biodiversità e di un suo sviluppo naturale e durevole*

Gli obiettivi della presente Convenzione da perseguire in conformità con le sue disposizioni pertinenti, sono la conservazione della diversità biologica, l'uso durevole dei suoi componenti e la ripartizione giusta ed equa dei benefici derivanti dalla utilizzazione delle risorse genetiche, grazie ad un accesso soddisfacente alle risorse genetiche ed un adeguato trasferimento delle tecnologie pertinenti in considerazione di tutti i diritti su tali risorse e tecnologie e grazie ad adeguati finanziamenti.

### **Commento**

*Gli obiettivi proposti tengono conto delle molteplici necessità che gli uomini hanno di fruire, per la loro esistenza, sia delle specie vegetali che animali e che per il soddisfacimento di tale necessità le attuali forme di utilizzo provocano l'estinzione crescente di molte specie.*

*Le conoscenze di cui già ora siamo in possesso ci consentono, se lo vogliamo, di trovare un giusto equilibrio tra le necessità umane e l'esigenza di evitare una involuzione ecologica che provochi un grave impoverimento della biodiversità ed una catastrofe ambientale.*

## • Art. 2 Uso dei termini

*Come di norma, questo articolo serve per definire bene il significato che si vuole dare nel testo della Convenzione alle frasi e alle terminologie specifiche onde evitare fraintendimenti e confusioni lessicali.*

Ai fini della presente Convenzione :

L'espressione "biotecnologia" significa ogni applicazione tecnologica che si avvale di sistemi biologici, di organismi viventi o di loro derivati per realizzare o modificare prodotti o procedimenti per un uso specifico.

L'espressione "condizioni in situ" significa le condizioni in cui le risorse genetiche esistono negli ecosistemi e negli habitat naturali e nel caso di specie addomesticate o coltivate, negli ambienti nei quali hanno sviluppato le loro proprietà caratteristiche.

L'espressione "conservazione ex situ" : la conservazione di elementi costitutivi della diversità biologica fuori del loro ambiente naturale.

L'espressione "conservazione in situ" significa la conservazione degli ecosistemi e degli habitat naturali ed il mantenimento e la ricostituzione delle popolazioni vitali di specie nel loro ambiente naturale e, nel caso di specie addomesticate e coltivate, nell'ambiente in cui hanno sviluppato le loro proprietà caratteristiche.

L'espressione "diversità biologica" significa la variabilità degli organismi viventi di ogni origine compresi, inter alia, gli ecosistemi terrestri, marini ed altri ecosistemi acquatici ed i complessi ecologici di cui fanno parte ; ciò include la diversità nell'ambito della specie e tra le specie degli ecosistemi.

L'espressione "ecosistema" significa un complesso dinamico formato da comunità di piante, animali e di micro-organismi e dal loro ambiente non vivente, le quali grazie alla loro interazione, costituiscono una unità funzionale.

L'espressione "specie addomesticata o coltivata" significa la specie il cui processo di evoluzione è stato influenzato dall'uomo per far fronte alle sue esigenze.

L'espressione "habitat" significa il luogo o il tipo di sito dove un organismo o una popolazione esistono allo stato naturale.

L'espressione "materiale genetico" significa il materiale di origine vegetale, animale, microbico o altro, contenente unità funzionali dell'eredità.

L'espressione "organizzazione regionale di integrazione economica" significa una organizzazione costituita da Stati sovrani di una data regione alla quale gli Stati membri hanno trasferito competenze su questioni regolamentate dalla presente Convenzione e che è stata debitamente autorizzata in conformità con le sue procedure interne a firmare, ratificare, accettare, approvare detta Convenzione o ad aderirvi.

L'espressione "Paese d'origine delle risorse genetiche" significa il Paese che possiede tali risorse genetiche in situ.

L'espressione "Paese fornitore di risorse genetiche" significa il Paese che fornisce risorse genetiche estratte da fonti in situ, comprese le popolazioni di specie selvatiche e addomesticate o prelevate presso, originarie o meno di tale Paese.

L'espressione "risorse biologiche" include le risorse genetiche, gli organismi o i loro componenti, popolazioni o ogni altro componente biotico degli ecosistemi aventi un uso o valore attuale o potenziale per l'umanità.

L'espressione "risorse genetiche" significa il materiale genetico e il suo valore effettivo o potenziale.

L'espressione "tecnologia" include la biotecnologia.

L'espressione "uso durevole" significa l'uso dei componenti della diversità biologica secondo modalità e ad un ritmo che non comportino una depauperazione a lungo termine, salvaguardando in tal modo il loro potenziale a soddisfare le esigenze e le aspirazioni delle generazioni presenti e future.

L'espressione "zona tutelata" significa un'area geograficamente delimitata, designata o regolamentata e gestita in modo tale da conseguire obiettivi di conservazione specifici

.

**Commento:**

*Le definizioni date ad ogni espressione sono tutt'altro che banali e scontate e la loro lettura, oltre a facilitare la comprensione del testo della Convenzione, induce a riflettere sui diversi condizionamenti e rapporti a cui è soggetta la biodiversità.*

### • Art. 3 Principio

*Questo breve articolo tocca uno dei punti essenziali da cui dipende il successo della Convenzione sulla biodiversità ovvero la sua irreversibile distruzione : la contrapposizione tra sovranità nazionale di ogni Stato e quindi la non ingerenza degli altri Stati o collettività nel suo territorio e l'esigenza che le attività di un Paese, anche se svolte al suo interno, non rechino danno agli equilibri ecologici propri o degli altri Paesi o spazi esterni al suo.*

In conformità con lo statuto delle Nazioni Unite e con i principi del diritto internazionale, gli Stati hanno il diritto sovrano di sfruttare le loro risorse in conformità con le loro politiche ambientali, ed hanno il dovere di fare in modo che le attività esercitate nell'ambito della loro giurisdizione o sotto il loro controllo non causino danni all'ambiente in altri Stati o in zone che non dipendano da nessuna giurisdizione nazionale.

### **Commento**

*La contrapposizione di cui sopra non è facilmente componibile e dà luogo a importanti controversie e interpretazioni che coinvolgono le attività di molti Paesi sulla Terra.*

*Pochi esempi possono bastare per chiarire la situazione attuale :*

*- Nell'abbattimento di enormi estensioni di foreste tropicali in Brasile, Indonesia e in diversi Paesi dell'Africa centrale deve prevalere il diritto di non ingerenza in quei Paesi o l'interesse di tutti i popoli di non vedere continuamente distrutto, oltre che un "polmone vivente" per la qualità dell'aria, una infinità di specie vegetali, animali , microbiche ed altre e con ciò l'estinzione di una ricchezza irripetibile per la Terra ?*

*- Analoga contrapposizione può essere posta per la pesca distruttiva nei mari e negli oceano (vedi caccia alle balene ecc.), nelle regioni artiche (foche ecc.) o per la strage di uccelli nel corso delle loro migrazioni e di animali selvatici transfrontalieri.*

*- Così come l'inquinamento di grandi fiumi, operato da un Paese a monte non può non interessare la fauna ittica dei Paesi a valle (Danubio, Reno ecc.)*

• **Art. 20 Risorse finanziarie**

*E' evidente che per arrestare ed invertire l'andamento dalle attuali attività distruttive ad un equilibrato uso degli elementi naturali, occorre affrontare costi immediati (a fronte di enormi benefici presenti e futuri) che non tutti gli Stati sono in grado di sopportare.*

*La Convenzione impegna gli Stati più sviluppati a fornire, per l'interesse comune e generale, risorse adeguate agli Stati poveri per coprire parte delle spese necessarie.*

1 - Ciascuna Parte contraente si impegna a fornire, in base alle sue disponibilità, appoggio e vantaggi finanziari alle attività nazionali volte a conseguire gli obiettivi della presente Convenzione, in conformità con i suoi piani, le sue priorità e i suoi programmi nazionali.

2 - Le Parti che sono Paesi sviluppati forniscono risorse finanziarie nuove ed addizionali, in vista di consentire alle Parti dei Paesi in via di sviluppo di far fronte al totale dei costi incrementivi convenuti, che debbono sostenere per l'attuazione delle misure mediante le quali adempiono agli obblighi della presente Convenzione e beneficiano delle sue disposizioni ; tali costi incrementivi essendo convenuti tra una Parte che è un Paese in via di sviluppo e la struttura internazionale di cui all'Art. 21, in base alle politiche, alle strategie, alle priorità programmatiche ed alle condizioni di attribuzioni e ad una lista indicativa di tali costi incrementivi, stabilite dalla Conferenza delle Parti. Le altre Parti, compresi i Paesi che attraversano una fase di transizione verso l'economia di mercato, potranno volontariamente assumere gli obblighi delle Parti che sono Paesi progrediti. Ai fini del presente Articolo, la Conferenza delle Parti stabilisce nelle sua prima riunione, la lista delle Parti che sono Paesi progrediti e delle altre Parti che si assumono volontariamente gli obblighi delle Parti dei Paesi progrediti. La Conferenza delle Parti passa periodicamente in rassegna questa lista e, se necessario la modifica. Saranno inoltre incoraggiati contributi a titolo volontario dagli altri Paesi e da altre fonti. Ai fini della pratica attuazione di tali impegni, si terrà conto della necessità di fare in modo che il flusso dei fondi sia adeguato, prevedibile e puntuale nonché dell'importanza di una ripartizione degli oneri tra le Parti contribuenti incluse nella lista di cui sopra.

3 - Le Parti che sono Paesi progrediti possono anche fornire a favore delle Parti che sono Paesi in via di sviluppo, risorse finanziarie connesse all'applicazione della presente Convenzione mediante canali bilaterali, regionali e multilaterali.

4 - L'adempimento da parte dei Paesi in via di sviluppo degli obblighi che incombono loro in virtù della Convenzione dipenderà dalla effettiva attuazione da parte dei Paesi progrediti dei loro impegni in base alla presente Convenzione per quanto riguarda le risorse finanziarie ed il trasferimento di tecnologia, laddove questi ultimi terranno pienamente conto del fatto che lo sviluppo economico e sociale e lo sradicamento della povertà sono le prime priorità fondamentali dei Paesi in via di sviluppo.

5 - Nell'adottare misure in materia di finanziamenti e di trasferimenti di tecnologia, le Parti dovranno tenere pienamente conto delle esigenze specifiche e della situazione particolare dei Paesi meno avanzati.

6 - Le Parti contraenti terranno pienamente conto anche delle particolari condizioni derivanti dalla distribuzione e dalla localizzazione della diversità biologica sul territorio delle Parti che sono Paesi Parte in via di sviluppo e della dipendenza di questi ultimi Paesi Parte da dette condizioni, in particolare i Micro-Stati insulari.

7 - Esse terranno altresì conto della particolare situazione dei Paesi in via di sviluppo, compresi i

più vulnerabili dal punto di vista ambientale come quelli con zone aride e semiaride, zone costiere e di montagna.

### **Commento**

*Le iniziative stabilite in questo articolo rappresentano anche la soluzione delle contrapposizioni (di cui al precedente Art.3 ) tra sovranità nazionale dei singoli Stati e l'interesse generale della collettività internazionale.*

*Con la partecipazione, a vario titolo, alle spese per la conservazione della biodiversità, gli Stati donatori acquisiscono anche la condizione di poter partecipare alle scelte delle linee e degli indirizzi nelle iniziative per la salvaguardia del patrimonio ecologico dei Paesi che ricevono gli aiuti.*

## Convenzione sulla lotta contro la desertificazione

Il testo completo della "Convenzione" ratificata dal Parlamento italiano con legge 4 giugno 1997 n° 170 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 142 del 20 giugno 1997 è accluso come allegato C.

Di tale convenzione qui di seguito vengono riportate alcune parti di particolare significato e precisamente:

- Preambolo: “Affermando...”
- Definizioni - Parte prima, art. 1
- Obiettivo - Parte prima, art. 2
- Principi - Parte prima, art. 3
- Obblighi dei Paesi sviluppati - Parte seconda, art. 6
- Priorità dell’Africa - Parte seconda, art. 7
- Risorse finanziarie - Parte seconda, art. 20

### • Preambolo

*Esso vuole rappresentare con fedeltà la situazione in cui si trovano tutti i territori del pianeta Terra di fronte al fenomeno allarmante e crescente della desertificazione, che richiede provvedimenti efficaci ed urgenti per contrastarne l'avanzata e possibilmente fermarla.*

Le Parti della presente Convenzione,

Affermando che gli esseri umani delle zone colpite o minacciate sono al centro delle preoccupazioni nella lotta contro la desertificazione e per l'attenuazione degli effetti della siccità,

Ribadendo la viva preoccupazione suscitata nella comunità internazionale, compresi gli Stati e le organizzazioni internazionali, dalle conseguenze nefaste della desertificazione e della siccità,

Coscienti che le zone aride, semi-aride e sub-umide secche considerate nel loro insieme costituiscono una parte importante della terra emersa del globo, nonché l'habitat e la fonte di sussistenza di gran parte della popolazione mondiale,

Riconoscendo che la desertificazione e la siccità costituiscono un problema di dimensione mondiale poiché colpiscono tutte le regioni del mondo e che un'azione comune da parte della comunità internazionale s'impone per lottare contro la desertificazione e/o attenuare gli effetti della siccità,

Notando la forte proporzione di Paesi in sviluppo, in particolare di Paesi meno progrediti, tra quelli gravemente colpiti dalla siccità e/o dalla desertificazione e le conseguenze particolarmente tragiche in Africa,

Notando anche che la desertificazione è provocata da interazioni complesse tra fattori fisici, biologici, politici, sociali, culturali ed economici,

Considerando gli effetti del commercio e di alcuni aspetti pertinenti delle relazioni economiche internazionali sulla capacità dei Paesi colpiti di lottare in modo efficace contro la

desertificazione,

Coscienti che una crescita economica durevole, lo sviluppo sociale e l'eliminazione della povertà costituiscono delle priorità per i Paesi in sviluppo colpiti, in particolare in Africa, e sono indispensabili per raggiungere gli obiettivi di durevolezza,

Ricordando che la desertificazione e la siccità compromettono lo sviluppo sostenibile vista la correlazione esistente tra questi fenomeni e importanti problemi sociali come la povertà, una inadatta situazione sanitaria e nutrizionale e l'insicurezza alimentare, nonché quelli risultanti da migrazioni, spostamenti di popolazioni e dinamiche demografiche,

Apprezzando l'importanza degli sforzi che gli Stati e le organizzazioni internazionali hanno profuso in passato per lottare contro la desertificazione e attenuare gli effetti della siccità, e dell'esperienza acquisita in materia, segnatamente nell'ambito della attuazione del piano d'azione per lottare contro la desertificazione adottato dalla Conferenza delle Nazioni Unite sulla desertificazione,

Coscienti che, nonostante gli sforzi profusi in passato, i progressi registrati nella lotta contro la desertificazione e nell'attenuazione degli effetti della siccità sono stati deludenti e che un nuovo approccio più efficace è necessario a tutti i livelli nel quadro di uno sviluppo sostenibile,

Riconoscendo la validità e la pertinenza delle decisioni adottate dalla Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo, e in particolare del programma azione 21 e del suo capitolo 12, che forniscono una base per la lotta contro la desertificazione,

Ribadendo in questo contesto gli impegni assunti dai Paesi sviluppati, quali formulati nel capitolo 33 paragrafo 13 di Azione 21,

Ricordando la Risoluzione 47/188 dell'Assemblea generale e in particolare la priorità che essa ha assegnato all'Africa, e tutte le altre risoluzioni, decisioni e programmi pertinenti delle Nazioni Unite concernenti la desertificazione e la siccità, nonché le dichiarazioni pertinenti dei Paesi africani e quelle dei Paesi di altre regioni,

Ribadendo la Dichiarazione di Rio sull'ambiente e lo sviluppo, che nel suo Principio 2 afferma che in virtù dello Statuto delle Nazioni Unite e dei principi di diritto internazionale, gli Stati hanno il diritto sovrano di sfruttare le proprie risorse secondo la loro politica in materia ambientale e di sviluppo e il dovere di provvedere affinché le attività esercitate nei limiti della loro giurisdizione o sotto il loro controllo non provochino danni ambientali in altri Stati o in zone non sottostanti ad alcuna giurisdizione nazionale,

Riconoscendo che i governi nazionali svolgono un ruolo cruciale nella lotta contro la desertificazione e nell'attenuazione degli effetti della siccità e che i progressi in questo campo dipendono dalla attuazione, nelle zone interessate, di programmi d'azione a livello locale,

Riconoscendo pure l'importanza e la necessità di una cooperazione internazionale e di una compartecipazione nella lotta contro la desertificazione e nell'attenuazione degli effetti della siccità.

Riconoscendo inoltre l'importanza di fornire ai Paesi in sviluppo colpiti, in particolare in Africa, mezzi efficaci, segnatamente risorse finanziarie importanti, compresi fondi nuovi e supplementari nonché un accesso alla tecnologia, senza di che risulterà loro difficile adempiere pienamente agli obblighi imposti dalla presente Convenzione,

Preoccupati dagli effetti della desertificazione e della siccità sui Paesi colpiti d'Asia centrale e della Transcaucasia,

Sottolineando il ruolo importante svolto dalle donne nelle regioni colpite dalla desertificazione e/o dalla siccità, in particolare nelle zone rurali dei Paesi in sviluppo, e l'importanza di una totale partecipazione sia degli uomini che della donne a tutti i livelli ai programmi di lotta contro la desertificazione e d'attenuazione degli effetti della siccità

Insistendo sul ruolo speciale svolto dalle organizzazioni non governative e da altre grandi collettività nei programmi di lotta alla desertificazione e d'attenuazione degli effetti della siccità

Avendo presente i rapporti tra la desertificazione e altri problemi ambientali di dimensioni mondiali ai quali la comunità internazionale e le comunità nazionali devono far fronte,

Ritenendo che le strategie di lotta contro la desertificazione e per l'attenuazione degli effetti della siccità saranno più efficaci se poggiano su una osservazione sistematica seria e su conoscenze scientifiche rigorose e se sono continuamente riesaminate,

Riconoscendo il bisogno urgente di migliorare l'efficacia ed il coordinamento della cooperazione internazionale per facilitare l'attuazione di piani e priorità nazionali,

Risolute a prendere misure adeguate per lottare contro la desertificazione e attenuare gli effetti della siccità, nell'interesse delle generazioni presenti e future,

*Hanno convenuto quanto segue (...)*

### **Commento**

*Dalla lettura del preambolo alla Convenzione si percepisce quale sia la reale gravità del fenomeno che investe la Terra nella sua globalità e quali siano le minacce incombenti per tutta l'umanità, nessuno escluso, se non verranno presi provvedimenti adeguati ed urgenti.*

### **• Art. 1 Definizioni**

*Ci si propone di identificare bene ciò che si intende con il termine "desertificazione" e con le altre espressioni tipiche che verranno usate nel testo della Convenzione.*

a) il termine desertificazione designa il degrado delle terre nelle zone aride, semiaride, e subumide secche provocato da diversi fattori, tra i quali le variazioni climatiche e attività umane.

b) l'espressione "lotta contro la desertificazione" designa le attività connesse alla valorizzazione integrata delle terre nelle zone aride, semiaride e subumide secche, in vista di uno sviluppo sostenibile e intese a :

- i) prevenire o ridurre il degrado delle terre
- ii) ripristinare le terre parzialmente degradate
- iii) restaurare le terre desertificate

- c) il termine siccità designa il fenomeno naturale che si produce allorché le precipitazioni sono state sensibilmente inferiori ai livelli normalmente registrati e che provoca gravi squilibri idrologici recanti pregiudizio al sistema di produzione delle risorse terree.
- d) l'espressione "attenuazione degli effetti della siccità" designa le attività connesse alla previsione della siccità e miranti a ridurre le vulnerabilità della società e dei sistemi naturali di fronte alla siccità, nel quadro della lotta contro la desertificazione.
- e) il termine terre designa il sistema bioprodotivo terrestre comprendente il suolo, i vegetali, gli altri esseri viventi e i fenomeni ecologici e idrologici che si producono all'interno di questo sistema.
- f) l'espressione "degrado delle terre" designa la diminuzione o la scomparsa, nelle zone aride, semi-aride e subumide secche, della produttività biologica o economica e della complessità delle terre coltivate non irrigate, delle terre coltivate irrigate, dei percorsi, dei pascoli, delle foreste e delle superfici boschive in seguito all'utilizzazione delle terre o di uno o più fenomeni, segnatamente di fenomeni dovuti all'attività dell'uomo e ai suoi modi di insediamento, tra i quali :
- i) l'erosione del suolo provocata dal vento e/o dall'acqua
  - ii) il deterioramento delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche o economiche dei suoli
  - iii) la scomparsa a lungo termine della vegetazione naturale
- g) l'espressione "zone aride, semi-aride e subumide secche" designa le zone, escluse le zone artiche e antartiche, nelle quali il rapporto tra le precipitazioni annuali e l'evotraspirazione possibile si situa in un intervallo tra 0,05 e 0,65,
- h) l'espressione "zone colpite" designa le zone aride, semi-aride e subumide secche, colpite o minacciate dalla desertificazione,
- i) l'espressione "Paesi colpiti" designa i Paesi in cui la totalità o una parte delle terre sono colpite,
- j) l'espressione "organizzazione d'integrazione economica regionale" designa una organizzazione costituita da Stati sovrani di una determinata regione, che ha competenza per quanto attiene alle questioni disciplinate dalla presente Convenzione e che è stata debitamente abilitata, secondo le sue procedure interne a firmare, ratificare, accettare o approvare la Convenzione o ad aderirvi,
- k) l'espressione "Paesi sviluppati Parte" designa i Paesi Parte e le organizzazione d'integrazione economica regionale composta di Paesi sviluppati.

### *C o m m e n t o*

*Le definizioni fornite mirano (e sono essenziali) ad evitare di incorrere in malintesi o interpretazioni distorte del documento.*

## *Art. 2 - O b i e t t i v o*

*Stabilisce in sintesi che cosa si intende fare per lottare contro la desertificazione.*

1 - La presente Convenzione ha lo scopo di lottare contro la desertificazione e di attenuare gli effetti della siccità nei Paesi gravemente colpiti dalla siccità e/o dalla desertificazione, in particolare in

Africa, grazie a misure efficaci ad ogni livello, sostenute da accordi internazionali di cooperazione e di compartecipazione, nel quadro di un approccio integrato compatibile con il programma Azione 21, nell'ottica di contribuire all'instaurazione di uno sviluppo sostenibile nelle zone colpite.

2 - Per raggiungere tale obiettivo occorrerà applicare strategie integrate a lungo termine incentrate, simultaneamente, nelle zone colpite, sul miglioramento della produttività delle terre e sul ristabilimento, la conservazione e una gestione sostenibile delle risorse in terre e in acqua e che permettano, in definitiva, di migliorare le condizioni di vita, in particolare a livello delle collettività.

### *C o m m e n t o*

*Con poche parole questo articolo indica ciò che deve essere fatto per lottare efficacemente contro la desertificazione : ristabilire nelle aree colpite o minacciate dalla desertificazione, condizioni di fertilità e di sviluppo.*

### *Art. 3 P r i n c i p i*

*Definisce le modalità con cui devono essere attuati i provvedimenti necessari, da parte di tutti i Paesi coinvolti.*

Per raggiungere gli obiettivi della presente Convenzione e per applicarne le disposizioni, le Parti si attengono tra l'altro ai seguenti principi :

- a) le Parti dovrebbero assicurarsi che le decisioni concernenti la concezione e l'esecuzione dei programmi di lotta contro la desertificazione e/o attenuazione degli effetti della siccità siano prese con la partecipazione delle popolazioni e degli enti locali e che ai livelli superiori sia creato un contesto propizio per facilitare l'azione ai livelli nazionale e locale,
- b) le Parti dovrebbero, in spirito di solidarietà e di compartecipazione internazionali, migliorare la cooperazione ed il coordinamento dei livelli sub-regionale, regionale ed internazionale e meglio concentrare le risorse finanziarie, umane, organizzative e tecniche ove sono necessarie,
- c) le Parti dovrebbero, in uno spirito di compartecipazione, istituire una cooperazione tra i poteri pubblici a tutti i livelli, le collettività, le organizzazioni non governative ed i gestori delle terre per far meglio capire, nelle zone colpite, la natura ed il valore della terra e delle rare risorse idriche, nonché per promuovere uno sfruttamento durevole di queste risorse,
- d) le Parti dovrebbero prendere pienamente in considerazione la situazione ed i bisogni particolari dei Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, in particolare di quelli meno progrediti.

### *C o m m e n t o*

*I principi invocati, per le azioni da intraprendere, sono :*

- *partecipazione delle popolazioni coinvolte e degli enti locali,*

- solidarietà nazionale ed internazionale,
- compartecipazione e cooperazione a tutti i livelli locali, regionali e internazionali
- soccorso ai Paesi poveri colpiti

## PARTE II

### Disposizioni generali

#### Art. 6 - Obblighi dei Paesi parte sviluppati

*Definisce le iniziative di solidarietà che i Paesi sviluppati sottoscrivendo la Convenzione si impegnano a fornire a favore dei Paesi in via di sviluppo (PVS)*

Oltre agli obblighi generali loro imposti dall' Art. 4 i Paesi sviluppati parte di impegnano a :

- a) sostenere attivamente, come convenuto, individualmente o congiuntamente, l'azione condotta dai Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, in particolare quelli che si trovano in Africa, e i Paesi meno progrediti, per combattere la desertificazione e attenuare gli effetti della siccità
- b) fornire risorse finanziarie importanti e altre forme di appoggio per aiutare i Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, in particolare quelli d'Africa, ad elaborare ed applicare in modo efficace i loro propri piani e strategie a lungo termine per lottare contro la desertificazione e per attenuare gli effetti della siccità
- c) favorire la mobilitazione di fondi nuovi e addizionali, in applicazione del paragrafo 2 (b) dell'articolo 20
- d) incoraggiare la mobilitazione di fondi provenienti dal settore privato e da altre fonti non governative e
- e) favorire e facilitare l'accesso dei Paesi Parte colpiti, in particolare dei Paesi in sviluppo, alla tecnologia, alle conoscenze e alle capacità appropriate.

### *C o m m e n t o*

*Le raccomandazioni contenute in questo articolo sono essenzialmente dirette a incoraggiare una partecipazione effettiva ed un coinvolgimento maggiore, da parte dei Paesi sviluppati per le azioni di lotta contro la desertificazione nei Paesi in sviluppo. Sia a livello finanziario, ma anche a livello organizzativo, tecnico e gestionale.*

#### Art. 7 - Priorità dell'Africa

*Si pone in rilievo la gravità con cui il fenomeno della desertificazione si manifesta in Africa, la qual cosa richiede pertanto una attenzione prioritaria e particolare per gli interventi richiesti .*

Nell'ambito della attuazione della presente Convenzione, le Parti accordano priorità ai Paesi parte colpiti dell'Africa, tenuto conto della situazione particolare vigente in questa regione, senza tuttavia trascurare i Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione in altre regioni.

## *Commento*

*Poche righe costituiscono un articolo a se stante, proprio per evidenziare quale è la regione del pianeta Terra che è particolarmente colpita e che quindi richiede una attenzione ed una azione prioritaria.*

### *Art. 20 - Risorse finanziarie*

*Si parte dalla considerazione che, senza il sostegno finanziario dei Paesi sviluppati sarà impossibile, da parte dei Paesi in sviluppo, colpiti dalla desertificazione lottare efficacemente contro di essa.*

1 - Vista l'importanza fondamentale dei mezzi di finanziamento per raggiungere l'obiettivo della Convenzione, le Parti non lesineranno alcuno sforzo, nella misura delle loro capacità, per fare in modo che risorse finanziarie adeguate siano stanziare in favore di programmi di lotta contro la desertificazione e d'attenuazione degli effetti della siccità.

2 - A tal fine, i Paesi Parte sviluppati, pur conferendo priorità ai Paesi africani colpiti, Parti della presente Convenzione e senza trascurare neppure i Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, in altre regioni, conformemente all'art. 7, s'impegnano a :

a) mobilitare importanti risorse finanziarie, anche sotto, forma di doni e prestiti a condizioni concessionali, per sostenere l'attuazione di programmi destinati a lottare contro la desertificazione e attenuare gli effetti della siccità

b) promuovere la mobilitazione di risorse finanziarie adeguate, prevedibili e a tempo debito, compresi nuovi fondi e fondi addizionali forniti dal fondo mondiale per l'ambiente per finanziare i costi supplementari convenuti, delle attività inerenti alla desertificazione e attinenti ai suoi quattro principali ambiti di azione, conformemente alle disposizioni pertinenti dello strumento istitutivo di detto fondo.

c) facilitare, grazie alla cooperazione internazionale il trasferimento di tecnologia, di conoscenze e di capacità operative, e

d) studiare, in cooperazione con i Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, metodi innovatori e possibili incentivazioni per mobilitare e convogliare risorse, comprese quelle di fondazioni, organizzazioni non governative ed altri enti del settore privato, in particolare le conversioni di crediti e di altri mezzi innovatori che permettano di accrescere il finanziamento riducendo l'onere del debito esterno dei Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, in particolare di quelli che si trovano in Africa.

3) - I Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, tenuto conto dei loro mezzi, s'impegnano a mobilitare risorse finanziarie adeguate per attuare i loro programmi d'azione nazionali.

4) - Quando mobilitano risorse finanziarie, le Parti si adoperano per utilizzare pienamente e per continuare a migliorare qualitativamente tutti i meccanismi e le fonti di finanziamento nazionali, bilaterali e multilaterali, ricorrendo a consorzi, programmi comuni e a finanziamenti paralleli e ricercando la partecipazione dei meccanismi e fonti di finanziamento del settore privato, segnatamente quelli delle organizzazioni non governative. A tal fine le Parti utilizzano pienamente i meccanismi operativi stabiliti in applicazione dell'Art. 14.

5) - Al fine di mobilitare le risorse finanziarie di cui i Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente

Convenzione, hanno bisogno per lottare contro la desertificazione e attenuare gli effetti della siccità, le Parti :

a) - razionalizzano e rafforzano la gestione delle risorse già stanziare per la lotta contro la desertificazione e per l'attenuazione degli effetti della siccità utilizzandole in modo più efficace ed efficiente e, laddove è necessario, riorientando i programmi alla luce dell'approccio integrato a lungo termine adottato in virtù della presente Convenzione.

b) - prestano debita priorità ed attenzione, in seno agli organi dirigenti delle istituzioni finanziarie, dispositivi e fondi multilaterali, comprese le banche e i fondi regionali di sviluppo, al sostegno dei Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, in particolare quelli che si trovano in Africa, per attività che fanno progredire l'attuazione della Convenzione, segnatamente programmi d'azione da essi intrapresi nel quadro degli allegati concernenti l'attuazione a livello regionale e

c) - esaminano i mezzi mediante i quali la cooperazione regionale e sub regionale può essere rafforzata per sostenere gli sforzi profusi a livello nazionale

6) - Le altre Parti sono incoraggiate a fornire, a titolo volontario, le conoscenze, le capacità operative e le tecniche concernenti la desertificazione e/o risorse finanziarie ai Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione.

7) - Nell'adempiere agli obblighi che spettano loro a norma della Convenzione, compresi in particolare quelli che si riferiscono alle risorse finanziarie e al trasferimento di tecnologia, i Paesi parte sviluppati aiuteranno in modo significativo i Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, particolarmente quelli d'Africa, ad adempiere pienamente i loro obblighi secondo la Convenzione. Nell'adempiere i loro obblighi, i Paesi Parte sviluppati dovrebbero tenere pienamente conto del fatto che lo sviluppo economico e sociale e l'eliminazione della povertà sono le prime priorità dei Paesi in sviluppo colpiti, Parti della presente Convenzione, particolarmente quelli d'Africa.

#### *C o m m e n t o*

*Il presente articolo cita gli strumenti che devono essere attivati da parte dei Paesi sviluppati per la lotta contro la desertificazione sia all'interno degli stessi che, soprattutto, in quelli in via di sviluppo, per raggiungere gli obiettivi prefissi e in particolare :*

- importanti risorse finanziarie
- una adeguata mobilitazione degli istituti finanziari mondiali
- il trasferimento di tecnologie e di capacità operative
- il sostegno di organizzazioni pubbliche e private
- la gestione razionale e solidale dello sforzo.

## Sesta Lezione

### L'AMBIENTE E LA POPOLAZIONE MONDIALE

#### *Introduzione*

I demografi ritengono che all'inizio dell'era cristiana vivessero sulla Terra circa 250 milioni di persone. Fino a quell'epoca, l'accrescimento della popolazione era piuttosto lento. Ogni anno, più o meno, si aggiungevano in tutto il mondo circa 24.000 persone, cioè 9 unità ogni 100.000 abitanti. Dalla preistoria alla metà degli anni Cinquanta di questo secolo, l'indice di crescita della specie umana è aumentato dal 2% ogni 1000 anni a circa il 2% ogni anno. Infatti, nel venticinquennio 1950-75, la velocità di accrescimento è salita in modo vertiginoso fino a giungere a 1900 unità ogni 100.000 abitanti (cioè una crescita in percentuale dell'1,9% l'anno).

La popolazione umana ha raggiunto il suo primo miliardo di individui fra il 1800 e il 1830. Il secondo miliardo è stato raggiunto in un centinaio di anni circa, intorno al 1930; soltanto trent'anni dopo, nel 1960, si è raggiunto il terzo miliardo. Successivamente sono bastati solo 15 anni per far sì che un altro miliardo si aggiungesse alla popolazione già esistente; infatti nel 1975 è stata toccata quota 4 miliardi e nel 1987 quota 5 miliardi. Nel 1995 eravamo già 5 miliardi e 700 milioni.

Secondo le previsioni medie delle Nazioni Unite dovremmo sorpassare gli 8 miliardi nel 2025. La popolazione mondiale cioè raddoppierà, passando dai 4 miliardi del 1975 agli 8 miliardi del 2025, in soli 50 anni.

Gli ecologi sono molto preoccupati perché si tratta di tempi brevissimi per le capacità di sostentamento del nostro pianeta che in così poco tempo dovrà soddisfare bisogni e aspirazioni di altri quattro miliardi di esseri umani. Secondo i calcoli, nel 1997 si sono aggiunti alla popolazione mondiale circa 150 individui ogni minuto, 220.000 ogni giorno e quasi 90 milioni in un anno (l'ultimo decennio del XX secolo è quello in cui si è verificato il maggiore accrescimento annuale della nostra popolazione).

Le previsioni delle Nazioni Unite dicono che la crescita demografica non dovrebbe subire arresti significativi forse per un altro secolo, quando la popolazione mondiale potrebbe superare i 10 miliardi e poi cominciare ad assestarsi su quella cifra. Questo almeno è quanto calcolato in base ai parametri demografici stimati alla fine degli anni Novanta, che vedono un tasso di crescita della popolazione a livello mondiale dell'1,5% annuo, e un tasso di fertilità totale (numero di figli/e che una donna ha nell'arco della vita), sempre a livello mondiale, di 3,5.

I tre sistemi fondamentali dai quali l'umanità ricava la propria alimentazione (pesca, agricoltura e allevamento) sono sotto forte pressione per via della domanda crescente che, in alcune situazioni, non viene più ritenuta sostenibile dal punto di vista ambientale. Dal 1984 al 1993 la produzione *pro capite* di cereali è scesa del 12%; dal 1988 al 1993 quella di pesce è scesa del 9% e dal 1972 al 1993 quella di carne è scesa del 13%.

Il problema della crescita della popolazione umana, con tutti i numerosi aspetti ambientali, sociali, politici, culturali ed economici connessi, è al centro dell'attenzione delle agende della comunità internazionale che proprio nel 1994 al Cairo, nella Conferenza mondiale su popolazione e sviluppo promossa dalle Nazioni Unite, ha cercato di impostare un piano d'azione che mira a raggiungere un'ampia pianificazione familiare con un calo della fertilità, un incremento nell'istruzione, una riduzione nella mortalità infantile, ecc.

## *Ambiente e densità di popolazione*

Così come la maggior parte delle terre emerse si trova nell'emisfero nord del pianeta, anche la maggior parte dei danni ambientali hanno qui la loro origine.

Esiste comunque, a questo riguardo una rilevante differenza tra le diverse aree, sia per quanto riguarda l'intensità del degrado provocato dalla densità di popolazione, che per quanto riguarda i rimedi attuati in applicazione delle Convenzioni globali delle Nazioni Unite.

Possiamo a questo proposito distinguere le seguenti tre situazioni profondamente diverse in altrettante aree geografiche:

- 1) situazione buona o ottimale;
- 2) situazione preoccupante;
- 3) situazione grave.

### **Situazione buona o ottimale**

#### *CANADA - SCANDINAVIA - NUOVA ZELANDA*

Sono aree che, per la loro temperatura invernale molto rigida o per la loro ubicazione remota, sono state meno soggette di altre ad insediamenti abitativi e a concentrazioni di attività industriali. Dove esiste da tempi immemorabili un esteso e folto manto forestale ed una fauna tipica perfettamente adattata all'ambiente; dove, inoltre, esistono grandi risorse d'acqua dolce, date dagli innumerevoli laghi e corsi d'acqua.

In Canada dei quasi 10 milioni di Km<sup>2</sup> di territorio (Stato più esteso del mondo dopo la Russia) più di 3 milioni di Km<sup>2</sup> è coperto da foreste

In Scandinavia (Danimarca, Finlandia, Norvegia e Svezia) su 1,153 milioni di Km<sup>2</sup> di superficie complessiva, quasi mezzo milione di Km<sup>2</sup> è coperto da foreste.

Anche in Nuova Zelanda la superficie coperta da foreste e da pascoli è molto estesa e rappresenta una notevole percentuale di tutto il territorio.

La densità della popolazione in quelle aree è molto favorevole e va dalle poche unità per Km<sup>2</sup> del Canada, alle 10-20 unità dei Paesi scandinavi e della Nuova Zelanda, con l'unica eccezione della Danimarca che supera di poco il centinaio di persone per Km<sup>2</sup> a fronte di una densità più che doppia dell'Europa occidentale (Italia 300 ca. abitanti per Km<sup>2</sup>).

Nei mari circostanti i Poli Artico ed Antartico, vi è poi una tale ricchezza di microfauna (krill) che quelle zone possono essere considerate tra le principali fonti delle catene alimentari marine, sia per i pesci, che per i mammiferi acquatici di livello superiore (balene, orche, delfini ecc.)

### **Situazione preoccupante**

Le zone più densamente popolate della Terra sono anche quelle che sono maggiormente responsabili del degrado e degli inquinamenti. Gli Stati Uniti, l'Europa occidentale ed il Giappone e qualche altro Stato dell'estremo oriente, quali aree a maggior sviluppo industriale hanno le maggiori responsabilità per l'inquinamento dell'aria, dei suoli e delle acque e per la rottura di molti equilibri ambientali.

**EUROPA OCCIDENTALE** - Come sappiamo i Paesi ivi compresi (tra cui l'Italia) sono tra i più industrializzati del mondo. A ciò si aggiunge la densità della popolazione e la molteplicità degli insediamenti urbani di piccole e grandi dimensioni, molti dei quali di età millenaria (Atene, Roma ecc.) altri sorti in epoca recente. Inoltre è stata creata, nel tempo, una fitta rete di manufatti stradali, di acquedotti, di linee ferroviarie ed elettriche e di tutte le condutture per l'espletamento delle varie attività della vita moderna.

Tutto questo ha certamente inciso da tempo sugli equilibri ambientali, ma il momento di rottura rispetto ai cicli naturali va collocato intorno alla metà del secolo scorso, quando con l'esplosione delle attività industriali, dei trasporti ecc. si è superata la capacità della natura di assorbire e riciclare i rifiuti ed i prodotti residuali di scarto.

Ora il livello di inquinamento dell'aria dovuto ai gas di scarico è tale che in qualche caso si impone la necessità di arrestare la circolazione veicolare delle grosse città, in corrispondenza di punte di concentrazione tossica, per evitare danni gravi alla salute dei cittadini.

A parte queste situazioni limite, l'inquinamento dell'aria continua ad essere particolarmente preoccupante in tutta l'Europa occidentale e contribuisce in maniera pesante all'aumento dell'effetto serra, alla distruzione della fascia stratosferica di ozono, alle piogge acide e all'incremento delle patologie della respirazione.

Analoga situazione si verifica nelle acque di superficie (fiumi, laghi ecc.) che raccolgono in gran parte i liquami di fogna e di scarico delle attività e degli insediamenti.

Ciò non può non interessare anche i suoli che ricevono gli effetti inquinanti dell'aria e delle acque, oltre evidentemente a quelli dei fertilizzanti e dei fitofarmaci chimici.

Il patrimonio forestale residuo è ancora notevole, specie in Francia e nel Centro-Europa, ma risente delle situazioni critiche determinate dall'inquinamento generalizzato.

Tutto questo ha indotto nelle popolazioni dell'Europa occidentale una particolare sensibilità ai problemi ambientali, che non è ancora generalizzata e pienamente consapevole dei fenomeni in atto, ma è tale da recepire l'importanza fondamentale di questi problemi e preme, attraverso l'associazionismo e le organizzazioni spontanee della società civile, sulle Istituzioni nazionali ed europee perchè vengano presi provvedimenti seri e tempestivi per invertire la tendenza in atto e rimediare ai guasti prodotti.

Inversione di tendenza che certamente non è facile vista la complessità della società moderna, le sue abitudini consolidate ed i molteplici interessi precostituiti che si oppongono a qualsiasi cambiamento.

In parole povere *"non c'è peggior sordo di chi non vuol sentire"*. Pur tuttavia non vi è interesse economico, strutturale o di altro genere che possa essere messo a confronto con l'interesse superiore della difesa del genere umano e degli equilibri ambientali. Per questo motivo l'Europa occidentale è forse il continente dove, più che altrove, si stanno adottando e preparando provvedimenti di salvaguardia ambientale per la limitazione delle emissioni gassose, per il regolamento degli scarichi industriali e urbani e per la protezione dei boschi e delle foreste.

Provvedimenti largamente insufficienti ed ancora lontani dal poter invertire la tendenza in atto ed innescare un ciclo decisamente virtuoso. Specie poi tenendo conto del comportamento irresponsabile, se non criminale, di una minoranza che incendia i boschi, sparge rifiuti tossici e aggressivi nei corsi d'acqua ed accumula in discariche abusive rifiuti di ogni genere.

La speranza è riposta in una estensione rapida della consapevolezza della critica situazione ambientale che induca gli Stati e le popolazioni alla adozione di nuovi e più razionali stili di vita, a nuovi tipi di attività e di comportamenti più rispettosi della natura e dell'ambiente che ci circonda.

E' necessario che ciò avvenga il più presto possibile affinché, oltre a porre un limite ai danni ambientali ed a creare condizioni di miglior vivibilità nei nostri territori, sia possibile esportare tempestivamente questi nuovi modelli anche nelle altre parti del mondo ed in particolare nei Paesi in via di sviluppo che, diversamente, continueranno a modellare le loro attività sui nocivi processi ora in atto da parte nostra, con la prospettiva che il guasto ambientale aumenti progressivamente fino a moltiplicare per 5-6 volte e più l'attuale livello di degrado.

Ciò significherebbe la fine, senza appello, dell'umanità e delle altre forme di vita superiore sulla Terra.

**EUROPA ORIENTALE** - Fanno parte di essa la Russia europea e gli altri Stati dell'ex Unione Sovietica, gli Stati balcanici e quelli dell'Europa centrale a suo tempo sotto l'influenza dell'ex URSS (ex Germania orientale, Polonia, Rep. Ceca, Slovacchia e Stati baltici).

In quella parte dell'Europa non vi è la stessa concentrazione industriale e di popolazione esistente nell'Europa occidentale, tuttavia una scarsa sensibilità ambientale ed un più basso, livello organizzativo e tecnologico hanno prodotto guasti ambientali maggiori anche se meno generalizzati : inquinamenti dovuti all'uso esteso ed incauto del carbone, l'incuria nello smaltimento dei rifiuti, la scarsa cautela nella gestione dell'energia atomica (Cernobyl ecc.). A quest'ultimo riguardo è molto preoccupante la situazione del porto militare di Arcangelo sull'Oceano artico, dove sono numerosi i depositi atomici nei sottomarini affondati ed in quelli in superficie, oltre a quelli in terraferma, che non danno sufficienti garanzie di impedire fuoriuscite disastrose per l'intero pianeta.

Altro recente gravissimo guasto è stata la distruzione di tutte le forme di vita lungo tutto il corso del Danubio, dalla Romania alla Jugoslavia fino al Mar Nero dovuto al versamento, in uno dei suoi affluenti di notevoli quantità di composti chimici velenosi usati nel trattamento del minerale aurifero.

E' auspicabile però che, con una crescente sensibilità ed una maggior efficienza tecnologica conseguente al recente "avvicinamento" all'Europa occidentale, i guasti possano essere ridotti e le condizioni ambientali migliorate.

U.S.A. - Come sappiamo gli Stati Uniti sono il Paese con il più forte sviluppo industriale del mondo e conseguentemente anche quello dove maggiori sono i quantitativi di sostanze inquinanti prodotte e liberate nell'aria, nei suoli e nelle acque. Per contro, la vastità del territorio e le grandi risorse naturali disponibili in rapporto al numero degli abitanti nonché le imponenti possibilità economiche e tecniche d'intervento attenuano l'impatto del degrado ambientale risultante.

Ciò nonostante sono ormai vasti i territori in cui si è manifestato da tempo il processo di desertificazione e dove vaste foreste secolari sono state abbattute.

#### GIAPPONE - COREA DEL SUD - FORMOSA - HONG KONG - SINGAPORE

Gli Stati sviluppati dell'Estremo Oriente hanno una situazione ambientale paragonabile a quella dell'Europa occidentale, in cui a fronte di un forte sviluppo industriale e commerciale, con relativi effetti distruttivi, si contrappone una crescente sensibilità ambientale che si spera possa gradatamente indurre comportamenti più corretti.

#### AUSTRALIA

In concomitanza con l'inizio dei giochi olimpici a Sidney per l'anno 2000, il "Corriere della Sera" del 26-9-2000 ha pubblicato un articolo a firma Roberto Furlani (che trascriviamo di seguito) che ha il pregio di dare una sintesi esemplare della situazione australiana sotto l'aspetto ambientale. Esso chiarisce, fra l'altro, l'importanza che hanno gli equilibri ambientali ed i danni che si verificano in un territorio quando questi vengono alterati.

*"L'Australia il "continente novissimo", dove fra qualche giorno inizieranno i giochi olimpici, è diventata da qualche anno una delle mete turistiche per molti italiani attratti dall'immensità del territorio, dalle bellezze naturali, dalla più grande barriera corallina del mondo e da quell'aggettivo "novissimo" che promette un mondo intatto e incontaminato. Proprio la giovinezza di questo mondo, scoperto dagli europei solo nel Settecento (ma popolato dagli aborigeni da oltre 50000 anni), s'è rivelata il punto debole del continente, che ora deve fare i conti con squilibri inaspettati e difficili da gestire. L'introduzione di nuove specie animali e vegetali e la stessa presenza "invasiva" dell'uomo, hanno avuto un impatto devastante sulle specie endemiche e hanno rotto delicati equilibri ecologici creatisi in milioni di anni di evoluzione.*

*Esaminiamo qui alcuni casi emblematici, con i quali si sta confrontando la società australiana, peraltro sensibilissima ai problemi ecologici.*

*Conigli, bufali, capre, cani, gatti, volpi, trote salmoni e passerai fanno ormai parte della fauna*

australiana, diventata un vero caos ecologico a causa dell'introduzione di questi animali da parte dei coloni europei. Questo ha portato alla scomparsa di 17 specie animali native e attualmente altre 30 sono in pericolo.

Conigli - Introdotto per motivi venatori, il coniglio si è rivelato un vero flagello. Oltre a rappresentare una minaccia per le piante e per gli animali nativi con cui entra in competizione, il coniglio selvatico provoca pericolose erosioni del suolo per le sue abitudini di scavatore. "Non esiste un'unica soluzione al problema. Siamo costretti ad utilizzare diversi metodi di controllo, dalla tradizionali trappole meccaniche, alle ultime sofisticate tecniche genetiche o biomolecolari" afferma Brian Cooke del CSIRO (Centro di ricerche australiano).

Canguri - La chiamano "la guerra dei canguri" la lunga aspra polemica tra i favorevoli ed i contrari alla politica dell'amministrazione di sopprimere ogni anno sino a 5 milioni di animali, considerati pericolosi distruttori dei pascoli e dei raccolti. Il governo australiano stabilisce ogni anno il numero di canguri da abbattere tra le cinque specie non a rischio. In questo modo è possibile, tra l'altro, ricavare ed esportare tonnellate di carne e di pelle, entrambe considerate eccellenti. Attorno al canguro è nata una vera e propria industria con 4000 addetti e quasi 4 miliardi di lire di fatturato.

Alberi - In Australia più del 40 % delle foreste (il 75% di quella pluviale ed il 90% dei boschi di eucalipto) è stato abbattuto per creare il pascolo, terra da coltivare o farne legname. Gli alberi però, grazie all'assorbimento dell'acqua attraverso le radici, regolano la falda freatica sottostante. Il taglio delle piante ha quindi provocato la risalita dell'acqua che ha portato con sé il sale, presente in strati sopra la falda. Risultato: attualmente il 10% dei campi di grano dell'Australia occidentale è sterile. Andando avanti di questo passo, stimano gli scienziati, entro qualche decina di anni la percentuale potrebbe salire al 40%. Risultano colpiti da questo fenomeno 2,5 milioni di ettari di terreno in tutta l'Australia.

Coralli - La barriera corallina australiana è lunga 2.027 chilometri, copre una superficie di 207.000 km quadrati, circa due terzi dell'Italia e si è formata in 18 milioni di anni. L'utilizzo di ancore, la pesca per la raccolta delle conchiglie ed il turismo stanno provocando gravi danni. In alcune zone è scomparso l'80% della barriera, mentre alcuni tratti sono colpiti da un "imbianchimento" dei coralli causato da inquinamento e aumento della temperatura dell'acqua."

## Situazione grave

In una situazione particolare si trovano i territori della Siberia dove non esiste e non ha operato una concentrazione industriale paragonabile a quella dei territori dei Paesi occidentali, ma dove **la gestione delle risorse naturali (carbone, gas, petrolio, minerali ecc.) e dell'energia atomica è stata particolarmente disastrosa.**

Altrettanto dicasi per i territori dell'Asia centro-meridionale (Cina, India, Sud-Est ecc.) dove la densità della popolazione è la principale causa del degrado.

LA SIBERIA - I danni principali inferti alla natura in quei vasti territori, riguardano principalmente l'abbattimento di vaste estensioni di foresta (conifere, betulle, ecc.), la creazione di enormi centri militari ed industriali per installazioni del settore chimico ed atomico, fuori da ogni controllo per gli ingenti danni ambientali, provocati dai grandi quantitativi di materiali inquinanti prodotti. Altro guasto importante ed esteso è quello relativo al disordine idrogeologico provocato con la messa a cultura di vastissime estensioni della Siberia in particolare in quella centro-meridionale per la produzione di cotone; a tale scopo sono stati deviati i corsi di grandi fiumi per l'irrigazione necessaria, sottraendo grandi portate al naturale deflusso e provocando il degrado dei territori relativi. Situazione eclatante, a questo proposito, è quella del Lago di Aral che ha ridotto la sua superficie ed il suo volume complessivo di acque di oltre un terzo in pochi decenni per la corrispondente riduzione della portata degli immissari, portando la desolazione dove prima vi erano

attività agricole, ittiche ecc. Ma il peggio è che l'isola esistente nel lago è stata sede, nei decenni scorsi, dell'installazione di laboratori microbiologici, chimici, tossicologici ecc. per la sperimentazioni su animali e piante; laboratori che ora per mancanza di fondi sono stati abbandonati. La paura di quelle popolazioni è che, col progressivo prosciugamento del lago, la riva dell'isola si congiunga con la terraferma e che le nefaste conseguenze microbiologiche, vegetali ed animali prodotte dalle varie sperimentazioni di laboratorio, ormai fuori controllo, si spargano nei loro territori.

**LA CINA** - E' lo Stato più popoloso della Terra ed è il terzo per estensione territoriale (dopo Russia e Canada). La Cina è arrivata ad un rapido sviluppo militare, economico, industriale e commerciale dopo secoli di sottosviluppo conseguenti al crollo di una fiorente civiltà millenaria. L'enorme sviluppo demografico che è prossimo a toccare il miliardo e mezzo di persone incide fortemente sugli equilibri ambientali per cui esistono forti problemi per terre ormai sterili e desertificazione avanzante, disordini idrogeologici di grande entità e importanti problemi di inquinamento nelle grandi concentrazioni urbane ed industriali.

**INDIA e SUD-EST ASIATICO** - L'India è il secondo Paese per numero di abitanti, dopo la Cina, superando ormai il miliardo di persone ed è sede di grandi squilibri etnici, culturali, economici e sociali. A settori molto evoluti da un punto di vista scientifico e culturale, fanno riscontro immense moltitudini di gente povera ed analfabeta. Tutto ciò porta a disfunzioni strutturali, politiche, sociali ed amministrative che non possono non riflettersi sugli equilibri ambientali.

Nel Sud-est Asiatico si ripetono pressochè le stesse situazioni dell'India, senza peraltro le grandi potenzialità scientifiche e culturali colà esistenti.

**AFRICA** - E', senza alcun dubbio, il continente più "malato" ; e questo sia per le condizioni economiche, sanitarie, sociali, politiche, amministrative, ma anche e soprattutto per la situazione ambientale. Purtroppo, infatti, in molti casi il degrado ambientale di vasti territori è all'origine di tutte le calamità che inevitabilmente seguono.

Tuttavia profonde differenze distinguono le varie regioni dell'Africa.

La parte a noi più vicina è la sponda sud del Mediterraneo, che partendo dalle rive dell'oceano Atlantico giunge fino al Medio Oriente e alla penisola arabica ; essa è costituita da Paesi di lingua araba ed è caratterizzata da vaste estensioni desertiche. Molti millenni or sono le stesse aree erano completamente coperte da una vegetazione ricca di fauna ed erano sede di una civiltà di cui restano evidenti tracce. Per cause naturali non ancora ben definite queste vaste superfici si sono poi trasformate in tempi remoti in aree desertiche.

Ancora però in epoca romana fiorivano, nelle zone costiere, notevoli attività economiche ed artistiche che hanno dato luogo a città come Cartagine, Leptis Magna, Sabrata, mentre un caso unico e grandioso è rappresentato dalla magnifica millenaria civiltà egiziana. La Sirte nella regione cirenaica era considerata il granaio di Roma ed i ruderi di manufatti dell'epoca testimoniano che l'agricoltura veniva praticata fino a 300 km. dalla costa mediterranea.

Oggi la situazione è ben diversa ed in molte zone le sabbie del deserto si congiungono con quelle della riva marina.

Le economie di quasi tutti quei Paesi sono sostenute dai proventi dell'estrazione degli idrocarburi di cui è ricco quel sottosuolo.

Ben più grave è la situazione nei Paesi a sud del Sahara (la fascia del Sahel) dove il deserto avanza ed ha divorato fasce di territorio di centinaia di chilometri, nell'arco di una sola generazione, provocando esodi imponenti di popolazione costretta a lasciare i propri territori alla ricerca di nuove possibilità di vita e determinando miseria, disordini, malattie e conflittualità.

Ma anche nel centro e nel sud dell'Africa si devono registrare le conseguenze della rottura degli equilibri ambientali preesistenti, con l'abbattimento di vaste estensioni forestali, lo sfruttamento eccessivo e inadeguato delle risorse naturali, il disordine idrogeologico e sociale che hanno portato

a situazioni di degrado socio-ambientale in continuo aumento.

Tutto ciò aggravato da un livello di proliferazione di quelle popolazioni tra i più alti del mondo.

Da quelle situazioni è umanamente impossibile che quei Paesi (ad eccezione di alcuni pochi) e quelle popolazioni possano sollevarsi con le sole loro forze. E' assolutamente necessario (nel comune interesse sociale ed ambientale che ci coinvolge tutti) che i Paesi sviluppati si facciano realmente carico di questi problemi africani, non limitandosi ad inviare qualche limitato aiuto di solidarietà, ma attuando interventi, oltre che finanziari, anche tecnici, organizzativi e gestionali da una posizione di partner-paritario.

## AMERICA LATINA

Analogamente all'Africa, anche i Paesi dell'America latina registrano una proliferazione altissima, tale che soprattutto questi due continenti (col contributo anche del continente asiatico) hanno portato la popolazione mondiale a raddoppiarsi in soli 35-40 anni, passando da 2,5-3 a 6 miliardi di individui.

Questa esplosione demografica rappresenta di per se una preoccupante rottura degli equilibri naturali, soprattutto in considerazione del fatto che è avvenuta nelle regioni più povere della Terra, dove i problemi della sopravvivenza, della difesa dalle malattie e dello sviluppo sociale erano già molto gravi.

Anche in America latina si sono verificate gravi offese all'ambiente naturale, come l'abbattimento di enormi estensioni della foresta amazzonica e l'estesa produzione e relativo traffico di droghe che, aggiungendosi a quelle provenienti dall'Asia meridionale, determinano un grave problema sanitario sia delle popolazioni locali che di molti altri Paesi della Terra.

Tuttavia l'America latina, a differenza dell'Africa, può contare su importanti risorse naturali, finanziarie, produttive, organizzative e tecniche tali da far sperare su una sua ripresa socio-ambientale autonoma.

## Settima Lezione

### DEGRADO AMBIENTALE: CAUSE ANTROPICHE

#### Combustione degli idrocarburi

Il consumo mondiale di combustibili fossili è più che quadruplicato negli ultimi 50 anni con trend divergenti per i singoli carburanti (carbone, petrolio, gas naturale) caratterizzati da un continuo spostamento nel sistema energetico globale dai solidi ai liquidi ai gas.

Tutto questo si è verificato con una distribuzione delle risorse ineguale nelle varie parti del mondo, che ha innescato problemi sociali ed economici complessi e ha inoltre creato uno sconvolgimento profondo dei cicli della biosfera.

Per quanto riguarda il consumo di energia il dato più impressionante, a livello globale, è che circa 1/4 della popolazione mondiale consuma i 3/4 dell'energia primaria del pianeta.

L'elevato utilizzo dei combustibili fossili ha creato una situazione di grave inquinamento planetario con possibili mutamenti climatici dovuti all'emissioni di grandi quantità di alcuni gas.

Uno dei problemi fondamentali è infatti il cambiamento della composizione dell'atmosfera terrestre: sono entrati a farne parte alcuni gas (anidride solforosa, ossidi di azoto, anidride carbonica) che dovrebbero essere presenti in tracce o, addirittura, non esserci affatto.

Questi gas emessi da centrali termoelettriche, raffinerie, fabbriche ed autoveicoli, espongono oltre un miliardo e mezzo di abitanti delle zone urbane al rischio di affezioni dell'apparato respiratorio e, acidificando la pioggia, danneggiano risorse naturali e monumenti.

L'uso di combustibili fossili è infatti responsabile delle **piogge acide** (fenomeno che comprende anche la caduta di particolato secco).

L'acidità della pioggia è generata in larga misura dall'acido solforico, che deriva dall'*anidride solforosa* ( $SO_2$ ) rilasciata dagli impianti a combustione; altri colpevoli dell'acidificazione delle piogge sono l'*acido nitrico* ( $HNO_3$ ) - che si genera dagli ossidi di azoto rilasciati dalla combustione di materiali fossili ed in particolare dai motori a benzina delle automobili - e l'*anidride carbonica*.

Le precipitazioni acide, oltre a danneggiare visibilmente i tessuti vegetali, tendono nel tempo a impoverire le riserve di calcio e magnesio del terreno, entrambi nutrienti essenziali delle piante.

L'acidificazione del suolo provoca inoltre la rarefazione degli organismi terricoli ed accresce la solubilità di metalli tossici eventualmente presenti nel terreno, danneggiando altresì la flora e la fauna delle acque lacustri.

Gli idrocarburi (alcheni, alcani, a catena più lunga, aromatici come il benzene) e gli ossidi di azoto - emessi dai gas di scarico delle auto e da altre fonti, assieme a piombo e monossido di carbonio - generano ozono troposferico e smog fotochimico, fortemente dannosi per la salute dell'uomo (irritazione delle mucose respiratorie) e dell'ambiente (danni alla struttura delle foglie).

## Abbattimento ed incendi delle foreste

Le foreste rivestono un'importanza ecologica primaria. Il loro degrado o la loro diminuzione possono avere effetti negativi anche a grandi distanze dai luoghi di insediamento.

Nei paesi occidentali, le superfici boschive sono aumentate durante l'ultimo secolo, in maniera modesta in Europa e molto sensibilmente in alcuni stati dell'America del Nord. Una delle cause di questo recupero è l'abbandono di un modo di vita rurale; tuttavia ha contribuito ad esso anche la sostituzione del legno massiccio con altri materiali da costruzione.

Attualmente, la maggior parte dei boschi in latitudini medie viene sfruttata per la produzione di pasta di legno, che viene utilizzata sia per la fabbricazione della carta, sia per quella del cartone e degli agglomerati di legno e resina, sempre più utilizzati per la costruzione. La sfida proposta dallo sfruttamento delle foreste sostenibile in latitudini medie non concerne più la deforestazione, bensì il perfezionamento di pratiche di sfruttamento che soddisfino i molteplici utilizzi dei boschi, dalla produzione fino all'uso ludico.

Le tecniche forestali più adeguate, che variano con la vegetazione, il clima e la topografia, sono basate su un abbattimento selettivo degli alberi, che preservi un mosaico dinamico forestale, in maniera che, oltre ad una produzione sostenuta di legname, vengano preservati la struttura di età dei boschi, la biodiversità, i valori ludici e paesaggistici dei boschi e vengano minimizzate le perdite di territorio, acqua e sostanza nutritive e, di conseguenza, vengano mantenute la qualità e la quantità delle risorse idriche. La gestione a misura della conca idrografica è indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi di questo tipo di gestione.

Nelle regioni tropicali la situazione è molto diversa. La deforestazione avanza a grandi passi, spesso con l'obiettivo di ottenere terreni per gli sfruttamenti agricoli che falliscono per la povertà del terreno e divengono ben presto pascoli per il bestiame sempre più magri.

Lo sfruttamento del legname, quando questo è l'obiettivo, è talmente lontano dai principi dello sviluppo sostenibile, da meritare la denominazione di "miniera forestale".

L'83% del legname abbattuto viene impiegato come semplice combustibile, e solo il 4% è destinato all'esportazione. Tuttavia, quest'ultima causa i danni peggiori, dal momento che gli alberi che vengono estratti, quelli di maggiori dimensioni o legname prezioso, sono quelli che si trovano in minore densità, e la loro estrazione con macchinari pesanti distrugge un'area sproporzionata di foresta e produce la compattazione del terreno.

La deforestazione non è un problema nuovo. Durante la storia dell'umanità, il dissodamento di terre forestali per l'agricoltura è stato una costante tra le civiltà in espansione. Nonostante la mescolanza di timore e venerazione che è stata infusa in molti popoli, i boschi sono stati visti come un ostacolo per il progresso e come uno spazio poco produttivo, che era necessario trasformare per un migliore utilizzo.

Il caso della deforestazione dell'America del Nord è forse il più spettacolare per la sua rapidità e prossimità nel tempo. Come se si trattasse di un'esplosione, lo sfruttamento, o meglio, la spogliazione forestale venne iniziata nei boschi caducifogli dell'est e progredì, con la colonizzazione, verso i boschi di aghifoglie del nordest, dove persiste ancora. Al suo passaggio, l'ondata di deforestazione lasciava terreni spesso inservibili per l'agricoltura, a causa della povertà dei terreni, che attualmente sono ricoperti da boschi giovani, che costituiscono ecosistemi semplificati rispetto a quelli originali.

Mentre nei paesi industrializzati, i problemi attuali di gestione dei boschi sono connessi al loro sfruttamento sostenibile ed alla compagine di usi produttivi ed alla conservazione, nei boschi tropicali e subtropicali la deforestazione, che ebbe inizio tardivamente, progredisce con ritmi spettacolari. Si calcola che ogni minuto si perdono, a causa di deforestazioni o incendi, tra i 20 ed i

30 ettari di foresta pluviale. Solamente nella conca dell'Amazzonia si è perso un 12% della superficie originale della selva. In altri paesi, la deforestazione della selva ha lasciato appena stralci sconnessi.

Le conseguenze della deforestazione sono molteplici e sempre gravi. Alla perdita di manto vegetale, fa seguito la perdita o la trasformazione del suolo. L'erosione e l'esportazione di sostanze nutritive che coinvolge laghi naturali e laghi artificiali, colpisce negativamente la fauna degli ecosistemi acquatici e riduce la qualità dell'acqua per il consumo umano.

Il bilancio idrico della conca idrografica è stato alterato. Nella foresta piovosa, la fuoriuscita di acqua che si perde per scorrimento aumenta fino al punto da provocare inondazioni, mentre la riduzione dell'evapotraspirazione può modificare localmente il clima. Nella foresta umida, la deforestazione riduce la formazione di nuvole, per cui la portata dei fiumi diminuisce.

A queste conseguenze, già gravi di per sé, occorre aggiungere la perdita della biodiversità, proprio laddove è la più elevata di tutto il pianeta.

### *Gli ultimi dati*

Come detto in precedenza sin dagli albori della civiltà si sono distrutte foreste: ormai il 50% delle foreste tropicali e il 75% di quelle temperate sono stati distrutti. Malgrado ciò foreste e aree boschive coprono ancora il 40% della superficie terrestre. Esse sono parte del sistema planetario di sostegno della vita e costituiscono una inestimabile risorsa naturale.

Ogni anno si distruggono almeno 14 milioni di ettari di foreste tropicali e con esse l'habitat di oltre la metà di tutte le specie vegetali e animali conosciute.

Fra il 1997 e il 1998 gli incendi provocati dall'uomo in Amazzonia hanno distrutto oltre 5,2 milioni di ettari di foresta, macchia arbustiva e savana brasiliana, un'area pari a una volta e mezza Taiwan. In Indonesia, all'incirca nello stesso periodo, sono stati bruciati circa 2 milioni di ettari di foresta provocando una coltre di fumo grande come tutta l'Europa, che ha coperto per settimane gran parte del Sud-est asiatico.

La distruzione delle foreste pluviali (per ottenerne legname pregiato, per acquisire nuove aree per la produzione agricola e zootecnica e/o a causa delle attività minerarie e dell'espandersi degli insediamenti umani) altera l'equilibrio di *ossigeno* ed *anidride carbonica* nell'atmosfera.

L'anidride carbonica è responsabile per il 50% dell'attuale aumento della temperatura globale (effetto serra): fonti primarie di CO<sub>2</sub> sono l'uso dei combustibili fossili e, appunto, l'abbattimento e l'incendio delle foreste.

Altro effetto della distruzione delle foreste tropicali pluviali è l'alterazione del clima sia a livello locale (per effetto della modifica dell'andamento dell'evaporazione e della circolazione del calore) sia a livello globale considerando che l'attuale area forestale globale - che ammonta a circa 34 milioni di km<sup>2</sup> - è concentrata per circa il 75% in sole tre zone (Amazzonia, Canada, Russia) tutte sottoposte a intensa deforestazione.

Osservazioni condotte dalla NASA negli anni '80 hanno dimostrato che gli incendi di foreste pluviali e savane producono una quantità di monossido di carbonio (altro agente di modifica del clima a scala locale e globale) pari, se non superiore, a quella derivante dal consumo di combustibili fossili.

Inoltre spesso il disboscamento, nelle regioni aride o semi-aride, innesca i *processi erosivi del suolo*: ogni anno si perdono 5-7 milioni di ettari di terreno coltivabile per questo.

Riquadro

**La motosega: una piccola invenzione dagli effetti sconvolgenti**

*Prima dell'invenzione di motoseghe efficienti e maneggevoli il problema di fondo della lavorazione del legname era la grande quantità di forza lavoro necessaria all'abbattimento degli alberi: nell'America del nord, in autunno e in inverno, boschi e foreste venivano invasi da schiere di boscaioli che maneggiavano pesanti accette ed enormi seghe a mano.*

*La limitazione fondamentale era costituita dall'energia: i muscoli umani hanno i loro limiti.*

*La motosega modificò il panorama sociale ed ecologico, in Noramerica e altrove, liberando l'energia dei combustibili fossili nelle foreste: brevettata nel 1858, entrò in produzione nel 1917 ma il suo vero impatto si avvertì soltanto dopo la Seconda Guerra mondiale.*

*Tra il 1950 e il 1955 la motosega rivoluzionò il taglio del legname in Nordamerica: nel Canada orientale, per esempio, si continuò a tagliare con accetta e sega a mano tutto il legname da cartiera fino al 1950 ma già nel 1955 le motoseghe ne tagliavano la metà e nel 1958 la totalità.*

*Senza la motosega che consentiva di procedere a una velocità di 100 o 1000 volte superiore a quella della sega a mano, l'abbattimento delle foreste tropicali non avrebbe avuto luogo o sarebbe stato molto più lento o avrebbe richiesto una manodopera dalle 100 alle 1000 volte più numerosa.*

*Centinaia di tecnologie di piccola scala, altrettanto banali della motosega, hanno contribuito, in maggiore o minore misura, a modificare la storia dell'ambiente del XX secolo.*

*(Da: J. R. McNeill (2002): Qualcosa di nuovo sotto il sole - Storia dell'ambiente nel XX secolo. Einaudi)*

## **Prodotti residuali delle lavorazioni industriali**

L'attività industriale comporta necessariamente delle trasformazioni nei confronti dell'ambiente nel quale si inserisce.

L'attività industriale infatti consiste nell'utilizzo di materie prime, alle quali viene dato un valore aggiunto tecnologico ed un contributo energetico, per arrivare ad un prodotto finale che può essere un bene durevole o di consumo.

Questo processo, che avviene con un incremento di entropia, produce pertanto un depauperamento delle materie prime e delle fonti energetiche, con una produzione di beni ed una sottoproduzione di scarti che divengono rifiuti.

La produzione di rifiuti è ancora maggiore se teniamo conto che, in prospettiva, i beni di consumo sono destinati a divenire, a loro volta, rifiuti.

L'impatto della produzione industriale e dei consumi di massa può essere sconvolgente per l'equilibri naturali. Infatti i fenomeni naturali di ricomposizione dell'equilibrio si rivelano inadeguati quando alcuni limiti vengono superati.

Non a caso la sensibilità alla problematica ambientale ha coinciso con la comparsa in forma evidente dei danni ambientali di alcune attività industriali (ricordiamo in Italia l'Acna di Cengio, l'Icmesa di Seveso, la Montedison di Scarlino).

A seguito dei danni provocati nel passato, oggi l'attività industriale è stata posta sotto controllo sia dal punto di vista autorizzativo (autorizzazioni all'esercizio degli impianti, allo scarico degli affluenti liquidi, alle emissioni in atmosfera, allo stoccaggio e lo smaltimento dei rifiuti) sia dal punto di vista dell'impatto (obbligo della valutazione dell'impatto ambientale per gli impianti pericolosi e per le grandi opere).

Ovviamente le problematiche di impatto ambientale sono molto diverse a seconda delle tipologie di industria e maggiore attenzione deve essere dedicata a quelle potenzialmente più pericolose.

Sono cinque le principali fonti di inquinamento industriale: le industrie chimiche, le raffinerie di petrolio, le industrie metallurgiche, quelle minerarie e le concerie.

La produzione di prodotti chimici per articoli di uso industriale e domestico (materie plastiche, tessuti sintetici, vernici, solventi, plastificanti, materiali ignifughi, imballaggi di plastica, aerosol e liquidi per la refrigerazione) da luogo all'immissione nell'ambiente di migliaia di residui di queste lavorazioni.

Un gruppo importante di tali sostanze artificiali nocive è rappresentato dai derivati alogenati degli idrocarburi (HHC), risultanti dalla combinazione di idrocarburi con cloro, fluoro, bromo e iodio. Appartengono a questo genere di sostanze i policlorodifenili (PCB) la cui pericolosità per piante, animali ed esseri umani è nota fin dagli anni '60.

Si calcola che in Italia ogni anno vengano smaltiti in modo improprio o illegale 11,6 milioni di tonnellate di rifiuti industriali, di cui 1,6 milioni dei tipi più pericolosi. Il giro d'affari dello smaltimento illegale dei rifiuti, in gran parte gestito dalla malavita organizzata, è stimato in circa 6500 miliardi di lire all'anno.

In questi anni è maturato anche e soprattutto a livello industriale un mutato atteggiamento riguardo le problematiche ambientali legate alle attività produttive.

L'introduzione da parte delle aziende dei primi sistemi di gestione (norme Uni En Iso 14000 e regolamento comunitario Emas, Environmental Management System) assicurano da una parte l'affidabilità della gestione delle problematiche ambientali e dall'altro la trasparenza, attraverso la pubblicazione del bilancio ambientale rivolto al pubblico. L'impresa quindi sempre di più è portata a modificare gli obiettivi aziendali, tenendo conto fra i propri costi anche del costo ambientale e, a livello di utile, anche dell'utile sociale che può derivare dal garantire ai consumatori produzioni e prodotti ambientalmente compatibili.

Resta comunque fondamentale enunciare in ordine di priorità le azioni necessarie per affrontare il problema dei rifiuti:

- I. Ridurre la produzione dei rifiuti, la loro quantità e la loro pericolosità.
- II. Riciclare cioè recuperare i materiali ancora utilizzabili contenuti nei rifiuti.
- III. Recuperare il potenziale energetico contenuto nei materiali che non possono essere riciclati.
- IV. Smaltire, cioè restituire all'ambiente in forme compatibili con i suoi equilibri ecologici, solo ciò che non si è riusciti a recuperare.

### **Rifiuti degli insediamenti urbani**

Spesso ci si dimentica che il concetto di "rifiuto" è un'acquisizione relativamente recente, che ha preso rilievo, nelle economie moderne, dalla rivoluzione industriale in poi.

In natura il rifiuto non è mai esistito e a tutt'oggi, quando l'ecosistema non subisce l'ingerenza di attività antropiche (ipotesi, ormai, relegata a livello di categoria mentale) non esiste.

Nell'equilibrio ecologico naturale infatti il fondamentale elemento di stabilità è costituito dall'esistenza di "cicli chiusi" (biologici e chimici) cioè da una catena di processi spontanei che, una volta avvenuti, hanno la caratteristica di ricostituire le condizioni di partenza, ricomponendo la materia e l'energia del sistema senza dispersioni e senza "scarti".

In questo modo l'organizzazione di un ecosistema (stante la struttura "chiusa" di tutti i cicli implicati) non genera "rifiuti" cioè non produce materiali che non vengano spontaneamente riutilizzati nell'ecosistema stesso.

Il sistema produttivo, caratteristico delle moderne civiltà industrializzate, ha drasticamente spezzato l'unità dei cicli naturali, sia rispetto all'utilizzo dell'energia che rispetto alla materia impiegata: oggi i rifiuti rappresentano forse il maggiore fattore di pressione antropica sul territorio.

Da quando l'uomo esercita delle attività produce immancabilmente rifiuti. Un tempo questi venivano raccolti e dispersi lontano dai centri abitati, sotterrati o affidati alle acque. Quando non si poneva attenzione allo sgombero delle immondizie queste erano causa spesso di epidemie e di infezioni.

I rifiuti domestici nel passato consistevano per il 60% di ceneri e scorie di carbone (dovute ai sistemi di riscaldamento), per il 20-25% di rifiuti organici, con piccole quantità di carta, cartone, vetro e metalli. Non esistevano materie plastiche.

Anche la quantità dei rifiuti prodotti è notevolmente mutata e costantemente aumentata: la quantità di rifiuti solidi urbani prodotti in Italia è passata da 20 milioni di tonnellate nel 1991 a 22,7 milioni di ton. nel 1994, con un aumento percentuale, in tre anni, del 13,5 %.

Vengono considerati *"rifiuti solidi urbani"*:

- i rifiuti non ingombranti provenienti dai fabbricati o da altri insediamenti civili in genere;
- i rifiuti ingombranti, quali beni di consumo durevoli, di arredamento, di impiego domestico, di uso comune, provenienti da fabbricati o da altri insediamenti civili in genere;
- i rifiuti di qualunque natura o provenienza giacenti sulle strade ed aree pubbliche o sulle strade ed aree private comunque soggette ad uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei fiumi.

Ai rifiuti solidi urbani sono assimilabili anche rifiuti con diversa provenienza (commerciale e /o industriale) ma con composizione simile.

### **Prodotti chimici in eccesso per l'agricoltura intensiva**

## Fertilizzanti

Nel 1999 sono stati utilizzati 134 milioni di tonnellate di fertilizzanti, registrando un calo di 3 milioni di tonnellate rispetto al 1998. La crescita dell'uso dei fertilizzanti a livello mondiale si è bloccata dal 1997, soprattutto per le difficoltà dell'economia mondiale: la domanda di prodotti agricoli ha incominciato ad indebolirsi dopo le crisi finanziarie asiatiche del luglio 1997 e le crisi che hanno colpito le economie russa e brasiliana nel 1998.

Con i prezzi dei cereali al loro minimo storico negli ultimi venti anni, si è affievolita la spinta all'aumento dell'uso dei fertilizzanti.

Un'altra ragione del ristagno nel consumo risiede nella diminuita risposta della produzione all'uso addizionale di fertilizzanti nelle nazioni chiave (Stati Uniti, Canada, Europa occidentale, Giappone, Taiwan, Cina): in questi paesi gli agricoltori hanno raggiunto il punto in cui l'uso di ulteriori sostanze fertilizzanti non porta effetti apprezzabili sull'incremento di produzione.

Una difficoltà emergente nella crescita della domanda mondiale di fertilizzanti è la scarsità di acqua, specialmente in Cina e India, dove gli agricoltori vedono ridursi l'acqua a disposizione delle colture irrigue per la concorrenza degli usi urbani e per l'esaurimento degli acquiferi.

Un ulteriore elemento negativo per l'espansione dell'uso dei fertilizzanti è causato dal dilavamento dei nutrienti: un problema molto serio in Europa, dove l'uso dei fertilizzanti è calato negli ultimi anni.

Negli USA i nutrienti contenuti nei fertilizzanti percorrono il fiume Mississippi e arrivano nel Golfo del Messico, causando una massiccia proliferazione di alghe che, una volta morte, assorbono l'ossigeno disciolto nell'acqua compromettendo l'equilibrio dell'ecosistema locale in modo letale per molte varietà di pesci, molluschi e crostacei.

## Pesticidi

Pesticidi ed erbicidi sono sostanze destinate all'eliminazione, rispettivamente, di piaghe (insetti, acari, roditori, ecc.) e di piante (le "erbacce" che competono con le coltivazioni ed abbruttiscono i giardini). Tra questi, troviamo alcuni degli inquinanti chimici più dannosi e terribili della storia ambientale, ed alcune delle molecole che ai loro giorni esaltarono maggiormente la fiducia dell'umanità nel progresso tecnologico. L'esempio paradigmatico è quello del DDT, o DicloroDifenilTricloroetano.

Il DDT venne sintetizzato per la prima volta nel 1874, ma le sue notevoli proprietà insetticide non furono scoperte fino al 1939. Il suo uso durante la Seconda Guerra Mondiale e negli anni seguenti venne acclamato come un trionfo dell'ingegneria chimica. Il DDT era molto efficace contro i parassiti dell'uomo, potenziali portatori di gravi malattie, come i pidocchi, le pulci e le zanzare. Inoltre, veniva utilizzato con successo sempre crescente nella cura di flagelli, come lo scarabeo della patata, che diminuiva notevolmente la raccolta di importanti coltivazioni.

Tuttavia, l'entusiasmo non durò a lungo. Lentamente all'inizio, a valanga in seguito, vennero accumulate osservazioni che indicavano chiaramente i problemi dell'utilizzo di DDT e di altri pesticidi dello stesso genere (gli organoclorati). La tossicità del DDT per alcuni uccelli predatori, come il falco pellegrino, suggerì il titolo di un libro pubblicato nel 1962, "Primavera silenziosa" di Rachel Carson, che denunciava l'uso di insetticidi e che è diventato un classico della letteratura ecologista.

Le proprietà del DDT, e di molti altri insetticidi, che li trasformano in gravi inquinanti, sono la loro tossicità, la loro persistenza, la loro elevata solubilità nei grassi e la poca specificità. Il DDT, ad esempio, colpisce il sistema nervoso. È poco biodegradabile, quindi persiste a lungo nell'ambiente. Una volta assorbito dagli animali, viene immagazzinato nei tessuti grassi, da dove può passare al

circolo sanguigno in momenti di stress fisiologico. Inoltre, la concentrazione di DDT può raggiungere valori molto elevati negli anelli più alti delle reti trofiche (come i falchi pellegrini), a causa della sua biomagnificazione.

Il DDT, come altri pesticidi, è poco specifico ed uccide molte altre specie, oltre a quella a cui è diretto. Questo può avere l'effetto contrario, di favorire i flagelli in zone in cui non erano frequenti, poiché vengono eliminati i predatori naturali che le mantenevano sotto controllo. Infine, le piaghe possono sviluppare una resistenza al DDT e ad altri insetticidi, con i quali venivano abitualmente trattate.

### *Gli ultimi dati*

Allo stato attuale si conoscono più di 1500 principi attivi dotati di potere pesticida, dai quali vengono prodotte più di 40.000 sostanze commerciali.

L'uso mondiale di pesticidi è cresciuto di ben 26 volte negli ultimi 50 anni sia pur con qualche recente rallentamento dovuto a ragioni di protezione ambientale e di rischio per la salute pubblica.

Gli ultimi tre decenni hanno visto una forte crescita nel commercio dei pesticidi, grazie alla diffusione delle colture intensive in tutto il mondo industrializzato e in molte nazioni in via di sviluppo.

L'esportazione dei paesi industrializzati ha rappresentato l'85% del totale nel 1998 con l'Europa occidentale (62,3%) e gli USA (15%) a dividersi il commercio mondiale totale di questi prodotti.

In rapporto al valore delle vendite, il Nord America utilizza circa il 30% dei pesticidi del mondo, l'Europa occidentale ne consuma il 26%, l'Asia orientale il 22-24%, l'America latina circa l'11% mentre l'Africa ne consuma appena il 4%.

La distribuzione delle vendite di pesticidi però può non corrispondere esattamente al loro utilizzo: nei paesi industrializzati, ad esempio, molti agricoltori si sono indirizzati verso composti chimici di maggiore valore, più specifici verso gli agenti nocivi e utilizzabili in dosi minori rispetto a quelli più obsoleti. In molte nazioni in via di sviluppo, allo stesso tempo, gli agricoltori rimangono legati all'uso massiccio di pesticidi più economici e più datati.

Peraltro vi è da dire che nonostante nei paesi industrializzati sia diminuita la quantità di pesticidi utilizzati, dal 1975 ne è aumentata la tossicità da 10 a 100 volte anche per effetto dell'aumentata resistenza: un migliaio di specie tra insetti, erbe infestanti e parassiti fungini e di altra natura sopravvivono a trattamenti chimici mirati a sterminarli.

L'applicazione ripetuta di questi trattamenti, spesso impropria o incompleta, ha permesso infatti a molti di questi parassiti di evolversi, diventando più forti e resistenti, innescando così un circolo vizioso di trattamenti chimici sempre più frequenti, abbondanti e tossici.

Peraltro, in base a diverse ricerche si stima che solo una piccolissima parte della quantità di pesticidi utilizzata abbia effetto sugli insetti nocivi alle colture per effetto di una distribuzione in campo inefficiente con percentuali rilevantissime disperse negli ambienti naturali dove contaminano acqua suolo e aria.

Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità ogni anno nel mondo centinaia di migliaia di persone sono avvelenate da sostanze pesticide e almeno 10.000 ne muoiono.

A livello internazionale si è registrato un ampio movimento d'opinione a favore di una severa regolamentazione dei pesticidi, soprattutto per gli effetti negativi sulla salute umana e sull'ambiente.

Nel settembre del 1998 la Convenzione di Rotterdam ha portato a conclusione i negoziati per un accordo sul consenso informato preventivo per il commercio internazionale di alcuni composti chimici e pesticidi (alla fine del 1999 avevano già aderito 73 paesi).

Il trattato obbliga i paesi importatori a essere informati sul fatto che un composto chimico sia bandito o sottoposto a severe restrizioni nei paesi da cui proviene e su quali siano i suoi effetti dannosi.

### **Allevamenti intensivi in terreni aridi e sub-aridi**

L'eccessivo sfruttamento dei pascoli è la principale causa di degradazione del suolo nelle terre aride: esso provoca in molte zone la totale scomparsa della vegetazione, esponendo il terreno all'erosione eolica.

E' noto che un determinato territorio non può nutrire più di una certa quantità di animali al pascolo, variabile secondo la specie; da molti secoli, in varie parti del mondo ed in particolare nell'area mediterranea, si verifica un eccesso di pascolamento.

In queste condizioni il calpestio, il brucamento e le deiezioni degli animali cambiano la composizione floristica, determinando la scomparsa delle specie meno resistenti all'azione meccanica e chimica, a vantaggio di altre con qualità inferiori come foraggio o addirittura immangiabili perchè tossiche o spinose. Continuando il pascolo eccessivo, si può spezzare la cuticola erbosa mediante striature parallele che portano al denudamento progressivo.

La prassi plurimillennaria del pascolamento ha quindi provocato profonde trasformazioni di numerosi paesaggi terrestri, modificando tutti gli aspetti vegetali ed anche geomorfologici.

In questo processo di progressiva degradazione della vegetazione naturale e del suolo, si è spesso passati dal pascolo dei bovini a quello degli ovini, a loro volta sostituiti dai caprini, aventi minori esigenze in quanto digeriscono anche la lignina ma che sono altresì la specie più distruttiva.

Da un punto di vista storico l'allevamento del bestiame si è localizzato nelle zone meno adatte all'agricoltura, come quelle montuose o subaride e aride sin da epoca molto antica: si è verificata cioè una separazione geografica dell'allevamento dall'agricoltura, con lo sviluppo di forme di pastorizia, talvolta nell'ambito di aziende miste agricolo-pastorali, come nelle nostre montagne, talaltra completamente autonome, come è avvenuto in vaste regioni steppiche e desertiche, dove interi popoli nel corso dei secoli hanno adottato la pastorizia come fonte quasi unica di sussistenza. In queste zone spesso il pascolamento di ovini e caprini è storicamente figlio di una cattiva utilizzazione del suolo (disboscamento, agricoltura di rapina) e padre di un'erosione accelerata.

In alcune zone all'origine di tale fenomeno vi sono in genere fattori socio-economici. Il passaggio dalla pastorizia nomade a quella stanziale nel Nord Africa e nel Sahel, a causa dell'espansione delle aree coltivate e dell'interruzione delle tradizionali vie commerciali, ha portato a concentrare mandrie e greggi attorno agli insediamenti pastorizi in terre aride e semiaride, i cui magri pascoli vengono sfruttati a tal punto che la vegetazione non fa in tempo a ricrescere.

Un'altra causa dell'eccessivo sfruttamento dei pascoli è il forte aumento del bestiame, dovuto alla crescita sia della domanda interna (soprattutto da parte della popolazione urbana in forte espansione) sia dell'esportazione verso altri paesi.

## **Disordini idrogeologici: cause ed effetti**

Il suolo è una componente molto complessa, alla cui costruzione contribuiscono in modo determinante processi biologici ed è proprio sul suolo che l'uomo esercita il massimo influsso sia tutelandolo ed al limite arricchendolo con una politica oculata o, al contrario, impoverendolo per eccesso di sfruttamento.

Il pesante intervento delle attività umane sugli equilibri del suolo sta così causando danni preoccupanti a una delle più preziose risorse di base sulle quali poggia la nostra stessa sopravvivenza come specie.

Il suolo diventa così soggetto ad un dissesto che ne compromette la fertilità e la produzione agricola nonché le funzioni regolatrici, quali la regimazione dei deflussi idrici, l'assimilazione e la trasformazione degli scarichi liquidi e solidi, la nutrizione e il supporto delle piante.

A ciò si aggiungono i danni che possono essere arrecati ai beni sia naturali (rischio di erosione, di instabilità, ecc.) che artificiali. Le principali manifestazioni del dissesto idrogeologico sono le erosioni, le frane, le valanghe e le alluvioni.

L'aggettivo "idrogeologico" indica infatti le due principali cause di tale situazione di dissesto: una predisponente (la geologia) e l'altra determinante (l'acqua).

Peraltro i dissesti idrogeologici, da un punto di vista qualitativo, si possono considerare come manifestazioni naturali "fisiologiche". Infatti in natura tutte le forme del rilievo terrestre sono soggette a forze che tendono molto lentamente a demolirle fino allo stato finale, costituito da tavolati ondulati (penepiani).

Ma questa evoluzione naturale è a suo modo ordinata, mentre il termine dissesto indica esplicitamente una situazione di disordine, che si manifesta generalmente in un'accelerazione complessiva dei processi naturali provocati dall'uomo e di cui esso rimane spesso vittima.

## POSSIBILI AZIONI CORRETTIVE

### **Fonti energetiche alternative (eoliche, marine, solari, da biomasse, da idrocarburi preventivamente trattati, ecc.)**

E' inevitabile e sempre più urgente intervenire per avviare un percorso energetico che sia realmente compatibile con gli equilibri dinamici presenti sul nostro pianeta.

L'uso di combustibili fossili non ha fatto altro che ridurre le preziose scorte di questi, che sono essenzialmente non rinnovabili, creando inoltre danni non ancora completamente valutabili a importantissimi ambienti quali le foreste e i sistemi dei laghi e modificando la composizione dell'atmosfera terrestre.

La domanda mondiale di energia primaria commerciale è più che raddoppiata dalla metà degli anni '60 a quella degli anni '90, superando gli 8 miliardi annui di tonnellate equivalenti di petrolio (tep). Secondo una previsione dell'Agenzia internazionale per l'energia, nel 2010 essa dovrebbe raggiungere un livello compreso tra i 10,9 e gli 11,8 miliardi di tep annui.

Lo sforzo innovativo e inventivo che viene richiesto oggi alla comunità internazionale per soddisfare le esigenze energetiche del futuro va soprattutto in una direzione: quella dei miglioramenti nel settore dell'efficienza energetica (rese degli impianti, risparmio energetico a tutti i livelli, efficiente distribuzione con il minimo di perdite) nel breve periodo ed un sempre maggiore ricorso alle energie rinnovabili.

### **Migliorare l'efficienza energetica**

Di fronte ad una crisi di approvvigionamento di una fonte basilare dell'economia mondiale come il petrolio - come la crisi petrolifera del 1973, che fu soprattutto una crisi politica - la maggior parte delle economie di mercato dei paesi industrializzati ha migliorato del 20-30% i propri livelli di efficienza energetica.

Investire nell'efficienza energetica significa investire sia nell'apparato industriale, sia nel sistema dei trasporti, negli uffici (un computer dotato di spegnimento automatico durante i tempi di inattività consente di ridurre le emissioni di anidride carbonica di circa 35 kg/annui) sia nelle abitazioni (basti pensare alla lampadine fluorescenti delle quali una da 18W, per esempio, ha lo stesso rendimento di una lampada ad incandescenza da 75W con una durata dieci volte superiore) promuovendo attraverso una opportuna politica industriale, dei trasporti, dell'edilizia l'applicazione di interventi correttivi o, ancor meglio, prevedendo l'uso dei migliori sistemi di risparmio energetico già in fase di progettazione.

Negli impianti termoelettrici si ricava mediamente dalle fonti primarie solo il 34% di energia utile, mentre il restante 66% va perso nella produzione e nel trasporto dell'elettricità. Gran parte di questa energia che si disperde nell'ambiente sotto forma di calore può essere recuperata.

Per ridurre la dispersione di energia alla sorgente e nel trasporto sono preferibili impianti decentralizzati di piccole e medie dimensioni (50-100 MW) possibilmente a gas per ridurre l'inquinamento, situati vicino ai luoghi dove viene utilizzata l'energia prodotta.

I più efficienti sono gli impianti a cogenerazione che, mentre producono elettricità, utilizzano il calore per il teleriscaldamento di quartieri urbani e il rifornimento di energia termica all'industria. Combinando questi due usi si può recuperare circa il 90% dell'energia che si disperde sotto forma di calore.

Ma non bisogna dimenticare che elemento basilare per un effettivo miglioramento dell'efficienza energetica è, oltre al miglioramento del rendimento di una macchina in termini di energia consumata, la scelta della macchina ottimale per il lavoro specifico da compiere (rendimento di 2°

grado).

Nel caso per esempio del sistema dei trasporti i miglioramenti ottenuti con la riduzione del consumo di carburante per autotrazione vengono annullati dal ricorso abituale del trasporto su gomma privato molto più dispendioso energeticamente parlando rispetto al trasporto su rotaia pubblico.

E' evidente quindi l'importanza di diffondere una cultura antitetica a quella attuale dello spreco energetico, capace di modificare quei comportamenti e quegli stili di vita, purtroppo molto diffusi a livello sociale e personale, improntati al consumismo.

Azioni per l'efficienza energetica sono indispensabili anche per i paesi in via di sviluppo dove il miglioramento dell'efficienza energetica è legato al progresso economico e tecnologico soprattutto degli impianti industriali e dei mezzi di trasporto.

In molti paesi produttori di petrolio il gas naturale è addirittura bruciato senza ricavarne energia utile, in quanto considerato sottoprodotto di scarto dell'estrazione petrolifera: la Nigeria brucia ogni anno 20 miliardi di metri cubi di gas che potrebbe soddisfare l'intero fabbisogno energetico nigeriano ed anche quello dei paesi confinanti!

Anche l'India, paese importatore di petrolio, brucia ogni anno circa 5 miliardi di m<sup>3</sup> di gas naturale che, se impiegati per produrre energia utile, potrebbero far risparmiare al paese 700 miliardi di dollari di importazioni petrolifere.

Per quanto riguarda il consumo individuale e domestico il problema si pone soprattutto in termini di maggiore efficienza nel rendimento energetico soprattutto nel campo del consumo della legna quale combustibile, per esempio per le popolazioni rurali, dove si può ottenere un'efficienza maggiore utilizzando particolari stufe salvaenergia.

## **Promuovere le energie rinnovabili**

Un'altra azione importante per il nostro futuro energetico è investire nelle cosiddette energie rinnovabili sulle quali in genere scarseggia l'informazione e quindi la consapevolezza della possibilità concreta di impostare il sistema energetico su fonti rinnovabili e meno inquinanti.

Già oggi queste fonti forniscono circa il 21% dell'energia consumata a livello mondiale, di cui un 15% deriva dall'uso delle biomasse (cioè dall'uso della materia organica derivante dai processi di fotosintesi) e il 6 % dall'energia idroelettrica.

E' evidente che la distribuzione di questi consumi presenti aspetti di irregolarità: infatti alcune nazioni in via di sviluppo più povere ricavano più del 75% delle loro energie da biomassa ed altre (per es. Canada), dotati di abbondanti risorse idriche, ricavano la maggior parte del loro fabbisogno da impianti idrici.

Il passaggio ad un nuovo sistema energetico porterebbe alcuni benefici all'umanità non solo sul piano ambientale ma anche su quello sociale essendo tali fonti energetiche meno concentrate in pochi Paesi e sotto il controllo di alcuni potenti gruppi economici come mostrato anche recentemente dall'improvvisa impennata dei prezzi del greggio.

Fattore decisivo non sono quindi gli aspetti tecnologici, che già allo stadio attuale permettono un efficace utilizzazione, quanto le scelte di politica energetica.

Le energie rinnovabili che l'uomo ha usato fin dall'antichità e che oggi possono essere utilizzate in modo molto più efficiente grazie al progresso tecnologico sono:

- ) l'energia idraulica;
- ) l'energia eolica;
- ) l'energia solare;
- ) l'energia geotermica;
- ) le biomasse.

### *Energia idraulica*

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'energia idroelettrica è auspicabile il ricorso a impianti di piccola e media proporzione, decentrati sul territorio piuttosto che il ricorso a grandi dighe che provocano danni ambientali rilevanti ed una minaccia all'equilibrio culturale e sociale delle popolazioni dei luoghi prescelti.

Un altro tipo di energia idraulica utilizzabile per produrre elettricità è quella del mare come dimostra la centrale da 240MW che sfrutta le maree, in funzione dal 1966 a Saint Malo (Francia), l'impianto azionato dal moto ondoso costruito nello Stato indiano del Kerala e gli esperimenti condotti negli USA miranti a sfruttare il gradiente termico tra strati superficiali e profondi delle acque marine.

### *Energia solare*

Come tutte le stelle, anche il Sole produce energia attraverso una complessa serie di reazioni nucleari e la irradia quindi nello spazio. La parte di radiazione solare che giunge sulla Terra ha un'enorme potenza, dell'ordine di  $1,8 \times 10^{14}$  kilowatt, ed è inutile sottolinearne l'importanza nella fotosintesi, tappa fondamentale della catena alimentare, e in tutti i processi vitali, non ultimi quelli che nelle ere geologiche hanno portato alla formazione delle fonti energetiche cosiddette naturali, oggi sfruttate dall'uomo (carbone, petrolio, gas naturale).

Lo sfruttamento controllato dell'energia solare è invece ancor oggi piuttosto limitato (forni e batterie solari, dissalazione dell'acqua), anche se questo problema ha ormai assunto grande importanza sia per il carattere notevolmente pulito di tale energia (il suo sfruttamento non altera l'ambiente), sia per la necessità di reperire fonti energetiche alternative a quelle tradizionali.

La scarsa utilizzazione dell'energia solare dipende innanzitutto dalla piccola densità di energia della radiazione solare, che in media non supera, al livello del mare,  $0,5 \text{ kW/m}^2$ , ma anche dal regime discontinuo (e in larga misura casuale) con cui tale radiazione incide sulla superficie terrestre.

Nelle applicazioni attuali, l'energia solare viene usata direttamente sotto forma di calore, oppure viene trasformata in energia elettrica.

Nel primo caso l'energia viene usata per la fusione di materiali speciali oppure per produrre l'evaporazione in impianti di dissalazione delle acque salmastre.

Gli impianti per la produzione diretta di energia elettrica sfruttano gli effetti termoelettrico, fotoelettrico e fotovoltaico e hanno quindi il grande vantaggio di realizzare la trasformazione direttamente; i risultati più incoraggianti sono stati ottenuti con impianti fotoelettrici e con batterie solari, ma si tratta ancora di sistemi adatti per impieghi speciali a causa dell'elevato costo unitario della potenza erogata.

Centrali fotovoltaiche sperimentali sono in funzione in molti Paesi tra cui l'Italia, mentre in California sono operative dagli anni '80 centrali termosolari per la produzione di energia elettrica commerciale.

Si stanno allo stesso tempo sperimentando e mettendo a punto nuove tecnologie per immagazzinare l'energia solare, come quella dell'accumulo termochimico.

La tecnologia più promettente è quella dell'idrogeno solare. Impianti pilota per la produzione di idrogeno, ottenuto elettroliticamente dall'acqua con energia elettrica fotovoltaica, sono in funzione da anni con ottimi risultati in Germania ed Arabia Saudita, dimostrando la fattibilità della produzione industriale.

L'energia elettrica necessaria a questo processo può essere fornita da generatori a energia solare installati in zone desertiche. Si calcola che per produrre l'idrogeno necessario a coprire il 40% del fabbisogno energetico mondiale, sarebbe sufficiente meno di 1/5 dell'area desertica ritenuta idonea all'istallazione di tali impianti.

## *Energia geotermica*

La temperatura della Terra è più elevata in profondità che in superficie, come provano alcuni vistosi fenomeni quali i geysir, le fumarole, i soffioni e soprattutto le lave che fuoriescono dai vulcani a temperature attorno ai 1000 °C. Nei primi 25-50 m la temperatura degli strati rocciosi dipende quasi esclusivamente dal riscaldamento solare, e segue pertanto oscillazioni diurne e stagionali; al di sotto di tale limite aumenta con la profondità, indipendentemente dalle variazioni superficiali, con un gradiente termico verticale di circa 3 °C per ogni cento metri (con oscillazioni piuttosto ampie in rapporto alle condizioni geologiche). L'aumento di temperatura corrisponde a un flusso termico diretto dall'interno verso la superficie e prodotto soprattutto dalla disintegrazione degli elementi radioattivi contenuti nella crosta e nel mantello terrestre. Il valore del flusso termico, mediamente uguale sui continenti e sugli oceani, subisce variazioni più modeste rispetto a quelle del gradiente: tuttavia esistono aree particolari nelle quali il flusso è 5-6 volte superiore al valore medio. Queste anomalie termiche sono dislocate lungo le dorsali medio-oceaniche, le fosse continentali, gli archi insulari e i margini continentali, dove l'attività vulcanica e sismica è molto intensa. Complessivamente il flusso termico che arriva in superficie corrisponde a una potenza di  $3 \times 10^{10}$  kW, quantità molto elevata ma 5000 volte inferiore alla potenza derivante dal calore solare che giunge sulla Terra. Tuttavia, l'energia geotermica contenuta nei primi soli due chilometri di crosta terrestre ( $3 \times 10^{26}$  kcal) è di gran lunga superiore all'energia ottenibile da tutte le riserve note di combustibili fossili; il suo rendimento è però molto basso, essendo relativamente piccola l'escursione termica tra la superficie e la sorgente di calore utilizzabile (fluido o vapore). Restano ovviamente escluse dal possibile sfruttamento le manifestazioni geotermiche superficiali più intense.

Lo sfruttamento dell'energia geotermica avviene principalmente nelle regioni a forte flusso (campi geotermici), dove è sufficiente raggiungere profondità comprese tra 300 e 1500 m per trovare riserve fluide ad alta temperatura; lo sfruttamento è possibile anche nelle aree a flusso normale, ove però occorre spingere le perforazioni tra 1500 e 10.000 m. I campi geotermici traggono il loro calore da grandi masse di rocce fuse (magmi) o in via di consolidamento, che sono iniettate nella crosta terrestre dalle zone più profonde; la crosta viene riscaldata per una zona di spessore variabile intorno al magma, con conseguente riscaldamento delle acque in essa contenute. Data la profondità e quindi l'altissima pressione esistente, l'acqua, pur raggiungendo temperature elevate, rimane allo stato liquido; al di sopra delle rocce porose che contengono le acque deve essere ovviamente presente una coltre di rocce impermeabili che impedisca la propagazione del calore e determini quindi l'esistenza stessa del campo geotermico. Fratture presenti nello strato impermeabile, o aperture prodotte artificialmente (pozzi), provocano una diminuzione di pressione e permettono la venuta a giorno dell'acqua sotto forma di vapore.

I giacimenti di energia geotermica possono essere distinti in giacimenti a vapore secco, a vapore umido (i più importanti) e ad acqua termale.

Il primo tipo fornisce esclusivamente vapori a temperatura e pressione elevate che possono essere direttamente utilizzati per azionare turbine elettriche; in seguito i vapori, dopo essere passati attraverso separatori e depuratori che trattengono i minerali e le sostanze sospese o disciolte, possono fornire acque calde per altri usi (p.e. serre, acquacoltura ecc.).

Nei giacimenti a vapore umido è utilizzabile come vapore soltanto il 20% ca in peso del flusso totale, mentre il restante 80% è costituito da acqua calda il cui unico impiego possibile è il riscaldamento di ambienti (abitazioni, serre ecc.).

Il terzo tipo di giacimento viene utilizzato esclusivamente per il riscaldamento di ambienti e può essere ricercato anche in zone a flusso termico normale e a piccola profondità.

In Italia funzionano da molti anni, e con buon rendimento, i campi geotermici di Larderello (i primi in senso assoluto a essere sfruttati, 1904), e di altre località della Toscana; buone possibilità di utilizzazione esisterebbero anche nell'Italia centromeridionale. Il costo degli impianti e la loro gestione sono abbastanza onerosi, ma il combustibile che fornisce l'energia geotermica è

completamente gratuito mentre i prodotti secondari che si ricavano (p.e. il boro e i suoi composti, dai soffioni di Larderello) rendono economicamente vantaggiosa l'operazione. Un altro aspetto positivo di questa forma di energia è il tasso di inquinamento estremamente ridotto.

## **Aiuti compensativi per evitare la deforestazione**

Un'azione internazionale è necessaria per creare degli incentivi per la creazione di mercati per i prodotti derivanti dalla gestione sostenibile delle foreste e permettere ai paesi a più basso reddito di trarne i massimi benefici.

I paesi a più basso reddito hanno infatti bisogno di condizioni di scambio più favorevoli ai loro prodotti forestali e di assistenza per introdurre e mantenere sistemi di gestione sostenibili.

Una parte importante della strategia per il salvataggio delle foreste tropicali consiste nell'accrescere il vantaggio economico che le nazioni detentrici delle foreste possono trarre dall'uso diretto delle foreste, piuttosto che dalla loro conversione in terreni coltivati.

Sarebbe auspicabile l'adozione di un ampio pacchetto di misure da applicare ai paesi produttori di legname sia temperati che tropicali per subordinare il commercio alla sostenibilità: tali misure dovrebbero comprendere sistemi di certificazione e gestione che consentano il monitoraggio delle attività ed un sostegno finanziario per la loro attuazione.

I prezzi dei prodotti forestali dovrebbero riflettere interamente i costi sociali relativi, spesso sottovalutati e gli introiti dovrebbero essere reinvestiti nella conservazione, nella ricerca e nella gestione delle foreste.

I diritti di concessione sul legname (tasse sul legname estratto) dovrebbero riflettere il valore di mercato ed i costi di rigenerazione e di protezione dell'ecosistema: in molti paesi infatti tali diritti sono molto al di sotto dell'effettivo valore economico.

Aliquote basse ed indifferenziate privano i governi di introiti potenziali, accrescono le pressioni affaristiche e politiche per l'ottenimento di concessioni sul legname, rendendole eccessivamente remunerative ed incoraggiano uno sfruttamento insostenibile e all'insegna dello spreco.

Secondo l'UNEP le tre priorità che si pongono a livello internazionale sono:

- ) *offrire ai paesi a basso reddito condizioni di scambio favorevoli per i prodotti forestali ottenuti mediante sistemi sostenibili;*
- ) *fornire ai paesi a basso reddito l'assistenza necessaria a mantenere integre le loro foreste e ad usarle in modo sostenibile;*
- ) *accrescere la cooperazione internazionale nella conservazione delle foreste.*

## **La concimazione organica e le produzioni biologiche**

Sull'onda della richiesta da parte dei consumatori di prodotti più genuini e sani il comparto della cosiddette produzioni "biologiche" sta rapidamente crescendo.

Il termine "biologico" si riferisce ad un sistema di coltivazione che vieta l'uso di pesticidi e fertilizzanti di sintesi e fa affidamento invece sulla capacità degli ecosistemi stessi di sostenere la produzione, ridurre la pressione dei parassiti e mantenere la fertilità del terreno. Diversificare le colture, sottoporle a frequenti rotazioni e favorire la presenza di insetti utili sono tutti sistemi atti a realizzare un controllo "biologico" dei parassiti.

Una recente inchiesta delle Nazioni Unite ha messo in evidenza che in almeno 130 paesi, distribuiti in tutti i continenti, esiste una produzione biologica a livello commerciale.

Secondo alcuni autori la superficie totale occupata da coltivazioni biologiche ammonta oggi ad oltre 7 milioni di ettari, mentre il mercato degli alimenti biologici ha raggiunto un valore stimato in 22 miliardi di dollari l'anno.

L'Unione europea guida il boom dell'agricoltura biologica nel mondo, con un'espansione della superficie coltivata secondo i principi biologici di 35 volte rispetto al 1985.

L'80% dell'incremento registrato in Europa si è verificato negli ultimi 6 anni, dopo che nel 1992 l'UE ha formulato una definizione di "biologico", passo indispensabile per costruire un'adeguata consapevolezza nei consumatori ed ha intrapreso politiche a favore della conversione dell'agricoltura tradizionale alla forma biologica, come i sussidi per sostenere le fasi iniziali della trasformazione delle attività e per promuovere la ricerca scientifica in ambito universitario.

Diversi studi hanno ormai dimostrato che la produttività delle coltivazioni biologiche è comparabile a quella delle colture convenzionali, soprattutto nel lungo periodo, offrendo altresì indubbi vantaggi economici a causa dei minori consumi energetici, della maggiore varietà di prodotti commerciabili e della maggiore stabilità dei terreni.

I sistemi di coltura biologici forniscono anche una vasta gamma di benefici ambientali, limitando il processo di erosione del suolo, migliorando la qualità del terreno e riducendo la contaminazione delle falde acquifere.

Per ciò che attiene la salute umana i benefici includono la minore esposizione alla tossicità diretta dei pesticidi per gli agricoltori ed agli effetti dei residui di tali sostanze nei prodotti per i consumatori. Quest'ultimo è stato il principale motivo di successo dei prodotti biologici nel mercato degli alimenti per l'infanzia.

## **La raccolta differenziata dei rifiuti, il loro riciclaggio e la ricollocazione in natura dei residui inerti**

Sinora è stato fatto qualcosa sia nel campo dello smaltimento dei rifiuti, sia nel campo del riciclaggio degli stessi, sia ancora nel settore dell'innovazione produttiva per cercare di produrre, a monte, meno rifiuti.

E' evidente che un ruolo di essenziale importanza deve essere attribuito proprio alle attività di prevenzione dell'inquinamento che dovrebbero tendere al raggiungimento e alla diffusione di tecnologie il più possibile pulite o a bassa, meglio ancora nulla, produzione di rifiuti.

Da ciò deriva l'importanza di una attenta analisi dei cicli produttivi per effettuare un rilevamento, fase per fase, della quantità e della qualità dei rifiuti e degli scarti, per analizzare quindi le modalità di un possibile recupero e riciclaggio all'interno dello stesso o di altri cicli di produzione.

Se infatti in base all'analisi effettuata non sembrano emergere reali possibilità di recupero e riciclaggio dei residui nell'ambito dello stesso ciclo produttivo, i rifiuti possono divenire materie seconde, termine con il quale si indicano prodotti derivati dalla trasformazione delle materie prime e ancora suscettibili di ulteriore utilizzo o trasformazione.

La progressiva crescita dei rifiuti su tutto il pianeta sta comunque facendo comprendere che diminuire la produzione di rifiuti deve costituire un altro importante elemento di quella strategia planetaria volta a riequilibrare i rapporti tra esseri umani e ambiente naturale.

In particolare il modello tradizionale di attività industriale che attualmente assorbe materie prime trasformandole in prodotti di consumo e in scarti da eliminare, dovrebbe essere trasformato in un modello integrato, una sorta di "ecosistema industriale" in cui la produzione di scarti dovrebbe essere minimizzata e buona parte dei residui prodotti dovrebbe servire quale materia prima per ulteriori processi di produzione, ottimizzando quindi le capacità e le possibilità di riciclaggio e recupero.

Attualmente la maggior parte dei materiali utilizzati viene scartata dopo il primo uso: ciò ha luogo, ad esempio, per quasi i 2/3 di tutto l'alluminio usato, per i 3/4 dell'acciaio e della carta e per una quota ancor più consistente per la plastica.

Con un'impostazione di riciclo si può ridurre considerevolmente sia i consumi energetici che i diversi tipi di inquinamento: se si ricavasse l'acciaio direttamente dai rottami di quello già prodotto, il risparmio energetico ammonterebbe a circa 2/3, l'inquinamento atmosferico sarebbe ridotto dell'85%, quello dell'acqua del 76% e scomparirebbero del tutto le scorie che sono presenti invece nei processi di estrazione.

Per riciclare l'alluminio è sufficiente addirittura il 5% dell'energia che è invece necessaria per produrlo dalla bauxite, la materia prima originaria dalla quale viene estratto.

La produzione di carta ricavata dai materiali riciclati riduce le sostanze immesse nell'atmosfera del 74%, nell'acqua del 35% e richiede in media dal 25 al 60% in meno dell'energia necessaria rispetto a quella utilizzata per produrla direttamente dalla polpa di legno, oltre ovviamente al salutare risparmio nella diretta utilizzazione del patrimonio forestale che ne deriverebbe.

## **Rinuncia a comportamenti collettivi (stradali, edilizi, turistici, forestali, ecc.) dannosi agli ecosistemi**

In cinese il termine “crisi” non significa solo “pericolo” ma che “occasione, opportunità”. Ciò vale anche per la crisi ecologica cui ci troviamo di fronte.

I pericoli sono ben precisi: il riscaldamento del clima, ad esempio, se non vengono prese misure efficaci, è sufficiente a rendere il pianeta inabitabile per le forme di vita più complesse.

Se si aggiungono le minacce della distruzione di molti ecosistemi, la scomparsa di molte specie, l'inquinamento diffuso, l'erosione dei terreni e l'emarginazione crescente delle popolazioni più povere ed indifese, si delinea il quadro di una società in profonda disarmonia, non solo con il proprio ambiente ma anche con se stessa.

Un tale stato di cose può solo portare a modificazioni incontrollabili e traumatiche (carestie, epidemie, disordini sociali, rivoluzioni, guerre all'interno degli stati e tra di essi) oppure tale stato di “crisi” può sortire un'azione volitiva da parte di individui e stati volta a creare una società che non imponga privazioni e sofferenze ai nostri figli bensì una serie di cambiamenti meditati, ponderati ed improntati a considerazioni di ordine etico.

Il nostro modo di vita non ha niente di immutabile: disponiamo ancora di una serie di alternative, sempre che le vogliamo.

La consapevolezza di un problema, delle cause che lo hanno determinato e delle possibili soluzioni non sempre sono sinonimo di soluzione immediata della questione, soprattutto quando questa comporta la rinuncia a dei comportamenti individuali o collettivi ormai acquisiti e radicati nell'inconscio individuale e/o collettivo.

Fermo restando che la presa di coscienza individuale rappresenta l'elemento di base di ogni passo che la collettività nel suo complesso voglia e possa fare nel lungo cammino evolutivo, l'aggravarsi di molti dei problemi presentati in questo capitolo dipende da fenomeni di massa, caratterizzati appunto dall'effetto delle singole azioni di un considerevole numero di individui, la cui concentrazione crea effetti nocivi agli equilibri naturali.

## **Il turismo**

L'impatto del turismo è ed è sempre stato culturale e sociale prima ancora che economico. La pratica del turismo trasforma gli individui e la loro visione del mondo: mettendo in contatto popoli e civiltà anche profondamente diversi tra loro, offre occasioni di confronto e di conoscenza, ma produce anche contraddizioni e contrasti, sottoponendo a forti tensioni ambiente, costumi, valori etici e religiosi.

Il turismo è ormai la principale voce negli scambi commerciali mondiali, più importante di quella automobilistica, dell'acciaio, dell'elettronica e dell'agricoltura.

L'industria turistica genera 3500 miliardi di dollari di fatturato all'anno (il 6% del prodotto lordo del pianeta), impiegando 127 milioni di persone (1 ogni 15 occupati in tutto il mondo) e spostandone, in media, 5 miliardi all'anno, con inevitabili impatti ambientali e sociali sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo.

Attualmente si spostano fuori dai propri paesi 567 milioni di persone, ai quali vanno aggiunti gli spostamenti interni che, secondo l'Organizzazione mondiale del turismo delle Nazioni Unite sarebbero addirittura di ben 8 volte superiori a quelli internazionali.

Tre gli elementi che hanno fatto sì che il turismo divenisse da esclusivo appannaggio delle classi più abbienti a fenomeno di massa nell'ultimo secolo:

- ) *la maggiore disponibilità economica in fasce sempre più ampie della popolazione;*
- ) *l'espandersi dell'industria del turismo;*
- ) *l'evoluzione dei mezzi di trasporto che hanno ridotto enormemente le distanze.*

Anche in questo settore dell'economia mondiale le differenze tra Nord e Sud del pianeta sono abissali: l'80% degli spostamenti internazionali è appannaggio dei residenti di soli 20 paesi.

Anche le principali destinazioni turistiche sono nei paesi del Nord, che ricevono il 70% dei turisti e incassano il 72% del fatturato del settore.

Talvolta l'impatto turistico è devastante per le aree che, senza una programmazione razionale, vengono "spalancate" al turismo di massa. Ecosistemi a particolare rischio turistico sono le barriere coralline, in veloce scomparsa in parte per motivi legati al cambiamento climatico e all'inquinamento marino, in parte perchè superati i limiti di sostenibilità turistica.

## I trasporti

Il trasporto è aumentato parallelamente all'uso di energia esterna da parte delle società industrializzate e tecnologicamente avanzate. Se la circolazione globale ci permette di parlare della biosfera come di un'unità funzionale, è il trasporto, che ha accorciato le distanze in maniera globale, quello che ci autorizza a parlare dell'antroposfera come unità.

Le conseguenze del trasporto sulla biosfera sono molteplici, ma possono essere raggruppate in tre categorie:

- *In primo luogo, devono essere considerate le conseguenze che derivano dall'uso dell'energia per il trasporto, e non solo quella che viene investita direttamente nel movimento (nella maggior parte dei casi, energia fossile), ma anche quella che viene utilizzata per la costruzione e la manutenzione delle vie di comunicazione;*

- *In secondo luogo, occorre considerare le conseguenze dirette delle vie di comunicazione sull'ambiente, che vanno dalla frammentazione dei paesaggi a causa della costruzione di strade, fino all'inquinamento causato dal petrolio;*

- *Infine, il trasporto produce conseguenze sulla biosfera, attraverso i materiali o gli organismi trasportati.*

Non deve neanche essere dimenticato che il trasporto non si limita allo spostamento di oggetti. Nella nostra società tecnologica acquista sempre maggior importanza il trasporto di informazioni, cioè la comunicazione. Anche la costruzione e la manutenzione della crescente rete di comunicazioni ha un impatto ambientale non indifferente. Basti pensare al consumo di energia investito nella messa in orbita di satelliti di comunicazione. Tuttavia i suoi effetti potrebbero essere positivi. Ad esempio, il telelavoro e la teleconferenza potrebbero alleviare l'inquinamento atmosferico.

Se si pensa che in Gran Bretagna, per fare un esempio applicabile a molti altri paesi europei, 3/4 dei tragitti effettuati con l'automobile sono inferiori agli 8 chilometri, il passaggio dal trasporto privato a quello pubblico non sarebbe oneroso a patto che quest'ultimo venga migliorato.

Il miglioramento dei trasporti pubblici potrebbe liberarci dalla dipendenza dell'auto privata, riducendo di conseguenza le quantità di gas ad effetto serra e incoraggiando l'emergere di una società in cui gli individui sarebbero meno invogliati a spostamenti talvolta senza fini precisi.

## Agricoltura

Per quanto concerne l'agricoltura esistono metodi di coltura senza fertilizzanti chimici che una volta sottoposti a verifiche si sono rivelati altrettanto produttivi a lungo termine degli attuali metodi di coltura intensiva e che possono fornire al mercato prodotti più sani per la nostra alimentazione.

Sul piano delle riforme agrarie non siamo obbligati ad accettare il sistema feudale di diseguale distribuzione della proprietà agricola che caratterizza troppo spesso il Terzo mondo e che è indirettamente responsabile di tanti disastri ecologici.

La necessità di operare all'interno di ogni singolo paese queste riforme fondiarie, pur nella

difficoltà di modificare sistemi non solo economici ma anche storici, sociali e culturali, appare comunque una sfida irrinunciabile per tutte quelle società che vogliano definirsi realmente democratiche.

## Ottava Lezione

### L'AMBIENTE E LA SOCIETÀ

#### I VINCOLI ESISTENTI E LE DIFFICOLTÀ DI CAMBIARE

Come abbiamo visto nel capitolo precedente uno dei problemi più urgenti per l'umanità è quello relativo alla salvaguardia e alla tutela dell'ambiente. Per ambiente intendiamo quel complesso di relazioni che si instaurano tra la natura e le attività umane e che nel corso dei secoli, attraverso il lavoro, la scienza e la tecnologia, hanno modificato la vita sulla Terra.

Il modello di sviluppo economico basato sulla produzione pressoché illimitata di merci e sullo sfruttamento intensivo delle risorse naturali rischia di compromettere le condizioni di base della vita umana.

L'inquinamento dei fiumi e dei mari, la scomparsa delle specie vegetali e animali, i cambiamenti climatici, la distruzione delle foreste e del suolo, i rifiuti tossici, l'abuso di fertilizzanti e pesticidi in agricoltura, la cementificazione del territorio rischiano di portare ad un punto di non ritorno la "capacità di carico" del nostro pianeta, ossia la possibilità che l'ambiente ha di sopportare determinati interventi umani.

I tradizionali indicatori economici, quale il Prodotto nazionale lordo (Pnl), utilizzato nel determinare il progresso economico di un paese, risultano spesso obsoleti e limitati perché non tengono alcun conto degli squilibri causati sull'ambiente dall'attuale modello di sviluppo industriale.

#### *Pressioni sull'ambiente*

La crescita relevantissima dei consumi globali ha avuto poi un impatto altrettanto rilevante sull'ambiente, tanto che il recente rapporto dell'UNDP individua due grandi crisi che toccano le relazioni tra consumo e ambiente:

- la crisi delle risorse rinnovabili (diminuzione di un quarto delle risorse forestali e rimpiazzo insufficiente dello stock abbattuto - degrado del terreno e desertificazione - aumento del prelievo idrico);
- la crisi da inquinamento e rifiuti (emissioni di diossido di carbonio quadruplicate e superiori alle capacità di riassorbimento delle foreste - rifiuti solidi urbani in crescita rilevante).

Il rilevante inquinamento idrico di origine organica (per mancanza di adeguate fognature, i corsi d'acqua diventano dei collettori di liquami), chimica o per sostanze solide sospese provoca un aumento delle malattie di origine batterica (dalla diarrea all'epatite) e danni gravi alla pesca fluviale.

In molti paesi dell'Est si rileva invece un rilevante inquinamento da scarichi industriali, inquinamento che in Occidente è in via di contenimento.

L'impatto negativo dell'inquinamento idrico sugli strati più poveri dei paesi in via di sviluppo dipende dal fatto che quasi il 30% della popolazione di questi paesi - 1,3 miliardi di persone - non ha accesso all'acqua potabile e quasi il doppio a infrastrutture igieniche di base.

Il degrado ambientale colpisce proprio la popolazione che più direttamente trae i propri mezzi di sussistenza dalla natura che la circonda, in particolare gli oltre 500 milioni di persone che vivono in aree marginali. I possibili influssi negativi dell'effetto serra saranno più pesanti proprio per tutte le regioni più vulnerabili.

## *Consumo e società*

I “modelli di consumo a reddito elevato”, ormai dominanti sul mercato globale, e la necessità di aumentare la disponibilità di reddito e servizi essenziali nei paesi poveri, impongono lo sviluppo di modelli di crescita più favorevoli all’ambiente.

Se non si introdurranno modifiche significative delle tecnologie impiegate volte alla riduzione dell’inquinamento, ciò porterà ad un peggioramento delle loro condizioni ambientali (e conseguentemente di quelle globali) anche se attualmente, in termini pro capite, i paesi industrializzati usano materie prime ed energia e producono inquinamento in misura mediamente superiore di dieci volte rispetto ai paesi in via di sviluppo.

Negli anni '90, per fortuna, nei paesi industrializzati si è cominciato a dare delle risposte a quello che sembrerebbe un terribile circolo vizioso: alle innovazioni tecnologiche che comportano risparmi di risorse naturali, all’aumento della domanda di servizi e all’introduzione di processi di riciclaggio si è aggiunta una tendenza ad incentivare o imporre tecnologie più pulite e un trend di crescita più contenuta). Per esempio, le vendite di televisori hanno subito un’impennata nei paesi emergenti, mentre quella dei giornali è stagnata o diminuita.

In definitiva l’espansione del consumo globale, se ha stimolato progressi nello sviluppo umano, non ha toccato che molto marginalmente o per nulla i più bisognosi; di più “la pressione per una spesa competitiva e l’innalzamento degli standard sociali di consumo” hanno prodotto un aumento più marcato dei beni di lusso che dei beni necessari.

Nel nuovo contesto globalizzato diventano particolarmente significativi gli squilibri nell’informazione e nell’accesso alle nuove tecnologie e il peso preponderante della pubblicità, in forte aumento anche nei paesi in via di sviluppo: da un’informazione pubblicitaria non equilibrata derivano danni rilevanti alla struttura dei consumi.

In molti paesi del Sud del mondo l’aumento della spesa pubblicitaria è significativamente più alto di quello del reddito (si stima che la spesa pubblicitaria globale, includendo tutte le forme dirette o indirette, tocchi i 1.000 miliardi di dollari l’anno).

## *Conseguenze umane ineguali del danno ambientale*

Una conseguenza paradossale della disuguaglianza nei consumi e del loro impatto ambientale è che “i poveri ed il danno ambientale si trovano spesso intrecciati in una spirale verso il basso”: il degrado delle risorse passato e presente - i cui costi sono enormi - aggrava la povertà che a sua volta rende più difficile un loro risanamento ed un loro riequilibrio.

Questo rapporto non è solo riconducibile a una questione di reddito, ma implica una serie di altre variabili.

Per esempio, negli ultimi anni si è verificato il paradossale e pericolosissimo fenomeno dell’esportazione di rifiuti tossici industriali del Nord nei paesi del Sud. Gli effetti immediati sull’uomo di questi differenti tipi di inquinamento sono “relativamente facili da quantificare”. I suoi costi diretti e indiretti sono sempre più rilevanti e spingono governi e amministrazioni locali a cercare soluzioni.

Anche i rifiuti solidi urbani rappresentano una minaccia, sia a causa del loro aumento e della loro composizione (in rapporto alla crescita dei consumi di materiali non organici) che a causa della loro mancata raccolta o improprio trattamento o stoccaggio (nei centri urbani del sud del mondo “dal 20 al 50% dei rifiuti non viene raccolto” e contribuisce alla diffusione di malattie infettive).

Il consumo di risorse naturali (sia non rinnovabili che rinnovabili) potrebbe aumentare fino a mettere a dura prova l’equilibrio ecologico di vaste regioni, specie nell’Asia del Sud e nell’Africa Sub-Sahariana ed i rifiuti potrebbero quintuplicare in pochi decenni.

Il Rapporto dell'UNDP nota che “nonostante l'inquinamento atmosferico sia, di norma, considerato un problema preponderante dei paesi industrializzati” più del 90% dei 2,7 milioni di decessi ad esso legati avviene nei paesi in via di sviluppo e i 4/5 di questa percentuale viene dall'inquinamento domestico in aree rurali a causa dell'uso dei combustibili tradizionali (legna, sterco, residui dei cereali).

La perdita di biodiversità conseguente a degrado e sfruttamento eccessivo delle risorse e la biopirateria colpiscono ancora in prima istanza quelle popolazioni, in genere povere, che dipendono direttamente dai prodotti di specie locali, vegetali o animali. Alcune colture o allevamenti industrializzati per l'esportazione (per esempio quella dei gamberetti) comportano gravi danni ambientali.

Anche alcuni fenomeni globali come le piogge acide, i grandi incendi boschivi, l'esaurimento dello strato di ozono e il riscaldamento globale con le sue paevate conseguenze (come l'innalzamento dei mari che hanno origine in regioni differenti da quelle che ne subiscono o ne condividono le conseguenze) tendono ad avere effetti dannosi molto più pesanti sui più poveri e indifesi in quanto “minano le basi dello sviluppo”, impoveriscono ulteriormente i poveri e sono “difficili da rovesciare” nei danni prodotti.

Il degrado ambientale riduce il terreno coltivabile, riduce il foraggio per il bestiame, obbliga le persone a spostarsi dalle aree che diventano improduttive.

La desertificazione colpisce ormai oltre cento paesi. “Circa un terzo delle foreste originarie del pianeta è scomparso, mentre circa 2/3 di ciò che ne rimane sono stati fondamentalmente mutati”. Gli abitanti di queste aree non beneficiano delle attività di taglio che arricchiscono sempre ristretti gruppi di società o individui e vengono colpiti dalle drastiche diminuzioni di risorse essenziali per il sostentamento e la vita legata alla riduzione della superficie fore-stale.

Tuttavia è possibile che nuovi modelli di consumo e nuove, più efficienti e più pulite tecnologie (già in parte disponibili) possano liberare più risorse per i poveri e minimizzare il danno ambientale. Indicazioni positive vengono soprattutto dalla tendenza alla “dematerializzazione di produzione e consumi” e dalla riduzione della quantità di risorse naturali per unità di prodotto, così come già appare da alcuni indicatori relativi ai grandi paesi industriali.

L'obiettivo concreto è quello di ridurre di 10 volte l'uso attuale di risorse e di emissioni dannose.

L'attività di riciclaggio, in via di costante aumento, permette di ridurre la quantità di rifiuti prodotti e l'uso di risorse naturali in maniera via via più rilevante e vantaggiosa e più ancora lo permetterebbe una progettazione più accurata.

## LE ISTITUZIONI INTERNAZIONALI

I singoli stati possono dar luogo ad aggregazioni che per motivi diversi (vicinanza geografica, similitudine dei regimi politici e degli aspetti linguistici e culturali, compatibilità delle strutture economiche) concordano particolari politiche interne ed esterne per regolare i diversi processi evolutivi riguardanti la collettività.

Il punto più alto delle relazioni internazionali nel mondo odierno é l'Organizzazioni delle Nazioni Unite (ONU) sia per il gran numero di paesi coinvolti nel processo di cooperazione fra i vari stati, sia per la valenza dei suoi fini istituzionali, quali la pace nel mondo, lo sviluppo e la cooperazione internazionale.

Talvolta però anche all'interno delle istituzioni internazionali (come del resto all'interno di ogni organismo statale) il prevalere di interessi "forti" può condizionarne lo sviluppo, ritardandolo o costringendolo a subire compromessi lontani dagli interessi fondamentali dei popoli e degli individui.

### L'ONU e le sue agenzie (FAO, UNESCO, UNEP, UNDP, UNICEF, OMS)

Le finalità dell'ONU stabilite al primo articolo della sua Carta istitutiva indicano con chiarezza gli ambiti principali delle sue attività:

- il mantenimento della pace e della sicurezza internazionale;
- sviluppare tra le nazioni relazioni amichevoli fondate sul rispetto e sul principio dell'eguaglianza dei diritti e dell'autodeterminazione dei popoli;
- conseguire la cooperazione internazionale nella soluzione dei problemi internazionali di carattere economico, sociale, culturale o umanitario e nel promuovere ed incoraggiare il rispetto dei diritti umani e delle libertà fondamentali per tutti senza distinzione di razza, di sesso, di lingua o religione;
- costituire un centro per il coordinamento dell'attività delle nazioni volta al conseguimento dei fini comuni.

La Carta (che vide l'adesione iniziale, nel 1945, di 51 paesi) rappresenta inoltre lo statuto che definisce il funzionamento dell'organizzazione internazionale più estesa al mondo che oggi conta oltre 180 paesi aderenti.

L'ONU fonda le sue attività su cinque organi principali:

- l'Assemblea generale che è l'organo investito del potere deliberante: vi fanno parte tutti i rappresentanti dei governi che hanno aderito ad essa, ciascuno con un voto. I suoi pareri non sono vincolanti per gli stati membri. L'assemblea si riunisce una sola volta l'anno, in genere da settembre a dicembre. Per dare seguito ai lavori annuali, l'Assemblea rimanda tutte le questioni più importanti a 6 commissioni che si occupano di disarmo e sicurezza internazionale, politica internazionale, economia e finanza, problemi sociali, umanitari e culturali, decolonizzazione, problemi giuridici.
- Il Consiglio di sicurezza rappresenta il vero e proprio governo permanente dell'ONU: le sue decisioni sono vincolanti per tutti i paesi membri. La funzione principale è quella di mantenere la pace e la sicurezza internazionale. E' formato da 15 membri: dieci a rotazione per un periodo di due anni ed altri 5, i membri permanenti, cioè le nazioni che hanno vinto il secondo conflitto mondiale (USA, Russia, Cina, Francia, Gran Bretagna). Questi ultimi paesi hanno il diritto di veto ovvero la possibilità di non fare approvare una delibera con il proprio voto contrario.
- Il Consiglio economico e sociale è l'organo incaricato di coordinare le attività economiche e sociali dell'ONU; ne garantiscono il funzionamento 54 rappresentanti di altrettanti paesi, eletti ogni tre anni. Al Consiglio fa capo tutta la cosiddetta famiglia" dell'ONU cioè 17 organismi

collegati ad essa da accordi particolari come la FAO, l'UNESCO, l'OMS, l'UNICEF, la Banca Mondiale e il Fondo Monetario Internazionale.

- La Corte di Giustizia Internazionale, composta da 15 magistrati, a cui possono ricorrere i paesi che ritengono debba essere fatta giustizia per una inadempienza del diritto internazionale. La Corte ha giudicato oltre 60 vertenze per lo più riguardanti il diritto di navigazione e i confini tra paesi.
- Il Segretariato è l'organo esecutivo. Il Segretario generale ha alle sue dipendenze uno staff di più di 25.000 persone chiamate a gestire un budget di oltre 2 miliardi di dollari, eccetto le spese di mantenimento dei "caschi blu" (l'esercito per la pace dell'ONU formato da quasi 70.000 soldati) nelle operazioni di *peace-keeping*. Tra la fine degli anni '80 e i primi anni '90 queste operazioni sono state 17 contro le 13 operazioni portate a termine nei precedenti 40 anni!

Come precedentemente detto il settore delle attività dell'ONU che riguarda la cooperazione internazionale per lo sviluppo fa capo, in termini di coordinamento, al Consiglio economico e sociale: è questo il cuore dell'ONU, impegnata ad aiutare, con finanziamenti e programmi di sviluppo i paesi più in difficoltà del mondo.

In quest'opera l'ONU si avvale della collaborazione di programmi particolari, come per esempio il Programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo (UNDP) che gestisce i finanziamenti a titolo di dono per i paesi del Sud del mondo e, soprattutto, dell'attività di Agenzie indipendenti, cui è delegato il lavoro concreto su alcuni problemi del mondo odierno

Tra questi ricordiamo:

- la FAO (Organizzazione per l'alimentazione e l'agricoltura) con sede a Roma e che opera per un incremento della produzione alimentare e della sua distribuzione in modo da migliorare le condizioni di vita delle popolazioni;
- l'OMS (Organizzazione mondiale della Sanità) con sede a Ginevra, che promuove e coordina le ricerche e i progetti per il miglioramento delle condizioni sanitarie nel mondo;
- l'UNESCO (Organizzazione delle Nazioni Unite per l'educazione, la scienza e la cultura), con sede a Parigi che ha lo scopo di mettere a disposizione di tutti le conoscenze tecnico-scientifiche necessarie per lo sviluppo, favorendo nello stesso tempo il recupero e l'affermazione dei valori culturali nazionali;
- l'UNICEF (Fondo internazionale delle nazioni Unite per l'infanzia) che ha sede a New York ed è sostenuto con contributi volontari nel suo compito di migliorare, sul piano igienico-sanitario, dell'alimentazione e dell'istruzione, le condizioni di vita dei bambini in tutto il mondo;
- l'UNEP (Programma delle nazioni Unite per l'Ambiente) con sede a Nairobi, che avvia progetti per il controllo delle modificazioni che avvengono nell'ambiente e stimola gli interventi dei governi su tale materia;
- il FMI (Fondo monetario internazionale) che ha sede a Washington e coordina le decisioni dei governi sugli investimenti e sulla politica monetaria;
- l'IBRD (Banca internazionale per la ricostruzione e lo sviluppo) più nota come Banca Mondiale che può concedere prestiti e assistenza ai paesi più bisognosi.

Non sempre però l'attività dell'ONU e delle sue agenzie è stata coerente con le proprie piattaforme programmatiche, fondate sulla cooperazione e la mutua assistenza.

Il Fondo monetario internazionale e la Banca Mondiale, per esempio in particolare a partire dagli anni '80, hanno operato al di fuori dei principi di cooperazione internazionali, utilizzando i prestiti internazionali come strumento di "ricatto" nei confronti delle economie dei paesi del Terzo mondo, costretti a subire condizioni "capestro" in ordine alle politiche sociali (tagli drastici alle spese sanitarie, all'educazione, all'assistenza, ecc.)

## L'Unione europea

Una delle aree geopolitiche più importanti del mondo occidentale è costituita dai quindici paesi che formano l'Unione europea.

L'Europa unita - o tendenzialmente tale - non è nata da una sola idea ma da tante: oggi se ne indicano tre per riassumere tutte le tendenze, gli ideali e gli interessi di un progetto comunitario europeo la cui data di nascita può fissarsi al 1951 con l'istituzione della Comunità europea per il carbone e per l'acciaio (Ceca) ma che è giunta a maturazione nel 1957, con il Trattato di Roma che istituiva la Comunità economica europea (Cee).

Il profilo istituzionale dell'Unione europea, nelle sue attività positive ma anche nei suoi limiti, riflette dunque tre tendenze fondamentali: quella più ideale e completa, punta al federalismo e vorrebbe la creazione di uno stato plurinazionale; l'altra, più utilitaristica, pone al centro della questione l'Europa dei mercati, sostenendo che questi ultimi siano funzionali alla realizzazione dei grandi ideali unitari; la terza mira alla costituzione di un'Europa confederale, all'interno della quale i governi conservino intatta la propria sovranità, limitandosi a coordinare alcune politiche settoriali. Queste tre anime si riflettono anche nelle istituzioni dell'Unione europea.

L'attuale Parlamento europeo (con sede a Strasburgo) riflette però soltanto lontanamente il senso istituzionale del pensiero federalista, poichè il suo ruolo è quasi esclusivamente consultivo e non legislativo.

L'Unione rispecchia piuttosto una concezione funzionalista: i paesi europei hanno delegato parte delle proprie competenze amministrative in materia commerciale a un'entità sovranazionale, la Commissione (con sede a Bruxelles), lasciando in secondo piano la questione di una linea politica comune in tutti gli altri settori.

D'altra parte, l'aver voluto concentrare il potere legislativo nel Consiglio dell'Unione europea, dove siedono i rappresentanti dei singoli governi, ha dato un carattere confederale all'Unione, in quanto appare fondata su una Lega di stati indipendenti, che pur mantenendo le singole sovranità, si impegnano, limitatamente ad alcuni settori definiti, a seguire la stessa politica.

### *Le istituzioni dell'Unione europea*

La struttura dell'Unione europea è alquanto complessa:

- deve permettere il funzionamento di 5 istituzioni principali e quattro secondarie, espressione di 15 governi di altrettante comunità nazionali;
- deve garantire le necessarie competenze per intervenire, in modi e forme diverse, in settori che spaziano dalla finanza all'agricoltura, dalla cooperazione allo sviluppo alle politiche interne, dalle problematiche ambientali alle normative che presiede alla produzione di generi alimentari e di consumo.

A tutto ciò è preposta la cosiddetta "euroburocrazia" che impiega circa 24.000 persone oltre a numerosi rappresentanti governativi, ai membri del parlamento europeo, del Comitato economico e sociale e del Comitato delle regioni.

Le principali istituzioni dell'Unione sono cinque:

- Il Consiglio europeo che riunisce almeno 2 volte all'anno i capi di governo, il presidente e un membro della Commissione europea e i ministri degli Esteri dei paesi membri. Il suo compito è dare indicazioni alle altre istituzioni dell'Unione; ha la responsabilità della politica estera e di sicurezza comuni e di sviluppare la cooperazione politica tra i Quindici;
- il Consiglio dell'Unione europea, formato dai ministri dei paesi che fanno parte della Ue. La presidenza è esercitata a turno da ogni stato membro per un periodo di 6 mesi. Il Consiglio, che in pratica è investito del potere legislativo, adotta le principali decisioni relative alle politiche comunitarie.

- La Commissione europea, formata da rappresentanti dei singoli governi che sono tenuti ad agire nell'interesse esclusivo dell'Unione. Ha sede a Bruxelles ed è l'organo esecutivo dell'Unione, in effetti rappresentando il vero governo: essa presenta al Consiglio dell'Unione le proposte e i progetti, oltre a occuparsi del bilancio comunitario e dell'attribuzione dei fondi ai singoli capitoli di spesa.
- La Corte di Giustizia con sede a Lussemburgo e composta da 13 giudici. Ha il compito di assicurare il rispetto del diritto nell'interpretazione e nell'applicazione dei trattati europei, con il potere di infliggere anche "multe" ai singoli stati che contravvengono la legislazione europea.
- Il Parlamento europeo, unica istituzione europea a carattere elettivo, ha sede a Strasburgo ed è formato da 624 membri in carica per 5 anni. Il suo ruolo è piuttosto limitato dal momento che, come detto il potere legislativo è esercitato dal Consiglio dell'Unione. Si limita a esprimere consigli, raccomandazioni e pareri positivi o negativi. Anche il Trattato di Maastricht ha confermato la procedura "triangolare" che si esplicava nella Cee: la Commissione propone e il Consiglio decide, dopo aver sentito il parere del Parlamento che comunque non è vincolante nella grande maggioranza delle materie. La forza politica sta nella possibilità di dare la fiducia all'inizio del mandato di ogni nuova Commissione, nella possibilità di costringere la stessa a dimettersi dopo un voto di sfiducia e all'approvazione del bilancio.

Altre 4 istituzioni completano poi l'assetto dell'Unione:

- La Corte dei Conti, incaricata del controllo delle entrate e delle uscite della Ue;
- La Banca europea per gli investimenti che finanzia prestiti e investimenti per progetti di sviluppo comunitario; ad essa si aggiunge la Banca centrale europea incaricata di emettere e di gestire l'Euro, la moneta unica europea;
- Il Comitato economico e sociale, composto da 189 membri che rappresentano le forze produttive, i lavoratori e le altre forze sociali delle comunità nazionali. Ha funzione consultiva obbligatoria ma non vincolante, per alcuni atti.
- Il Comitato delle Regioni, formato da 189 rappresentanti delle Regioni d'Europa, anch'esso con funzioni solamente consultive.

## Le istituzioni internazionali di fronte ai problemi ambientali

La consapevolezza che le questioni ambientali vanno affrontate sia globalmente che a livello locale ha spinto negli ultimi 30 anni i singoli paesi a predisporre a livello nazionale un sistema di leggi a tutela dell'ambiente e la comunità internazionale a stipulare trattati e convenzioni per tentare di arrestare ed invertire gli effetti del degrado ambientale.

Uno dei momenti più significativi nella recente storia dei rapporti internazionali è stato la Seconda Conferenza mondiale su ambiente e sviluppo, organizzata dalle Nazioni Unite a Rio de Janeiro nel giugno del 1992 che ha visto la partecipazione di 183 paesi.

Vent'anni dopo la prima conferenza di Stoccolma nella quale fu definito il concetto di "sviluppo sostenibile" venivano affrontati nel vertice governativo e nel parallelo Global Forum (tenuto dalle ONG di tutto il mondo) i più urgenti problemi del pianeta: dal clima alla biodiversità, dalle foreste alle risorse idriche, dalla povertà al commercio internazionale.

Su ognuno di questi punti e su altri sono stati compilati trattati, dichiarazioni, convenzioni più o meno vincolanti ma le convenzioni con valore giuridico sono state quella sui cambiamenti climatici, quella sulla biodiversità e quella sulla desertificazione (vedi Quinta lezione).

### *Che fare? Il ruolo degli organismi internazionali*

In che modo le istituzioni internazionali possono aiutare i paesi in via di sviluppo a impadronirsi di conoscenza, a crearne di nuova, ad aggiornarsi e a risolvere i problemi di informazione?

Quali politiche devono adottare i governi, tenendo conto che le informazioni e i mercati sono sempre imperfetti?

A queste domande cruciali sono dedicati i due capitoli conclusivi del Rapporto 1998/99 della Banca Mondiale che qui vengono sintetizzati.

Il ruolo di promozione, di stimolo e di correzione che le istituzioni internazionali hanno agli occhi della World Bank, non è meno importante di quello dei vari governi nazionali.

Esse dovrebbero anzitutto intervenire in tutte quelle situazioni di mercato che scoraggiano dal produrre e diffondere beni di grande beneficio sociale per tutto il pianeta, ma poco remunerativi sul piano dei profitti.

Inoltre, si dovrebbe poter favorire un movimento di andata e ritorno delle informazioni e della conoscenza, dai paesi in via di sviluppo alle istituzioni internazionali che si occupano di sviluppo e da queste ai primi, in modo che queste possano vagliare i bisogni di quelli e adattare la conoscenza alle loro necessità.

### *Diffondere le conoscenze*

Molte conoscenze sono dei beni pubblici internazionali, ossia beni di comune accesso, che non creano un profitto addizionale se una persona in più ne entra in possesso, e che sarebbe opportuno diffondere su vasta scala attraverso un'azione che non può essere affidata alla forza autopropulsiva del mercato, perché il valore economico di tali beni è molto basso, se non addirittura nullo.

La conoscenza relativa all'applicazione delle tecniche agricole aggiornate è, generalmente, un bene di questo tipo: e appunto un'organizzazione internazionale, denominata Consultative Group for International Agricultural Research [CGIAR], provvede a diffondere e ad ampliare tale conoscenza.

Di norma, i più forti incentivi per la ricerca privata riguardano quelle innovazioni che interessano principalmente i paesi più ricchi, ma che non necessariamente rientrano nelle priorità dei paesi in via di sviluppo.

In settori come la ricerca sanitaria, i paesi in via di sviluppo hanno esigenze che non hanno quasi riscontro nei paesi sviluppati. Senza un sostegno internazionale difficilmente la ricerca si indirizzerebbe a queste esigenze.

Ancora, la ricerca si indirizza verso quei prodotti che promettono i migliori profitti, anche quando quei prodotti non massimizzano il loro beneficio per la società nel suo insieme (come la ricerca di un vaccino contro l'AIDS, che si sta indirizzando verso un tipo di vaccino alquanto costoso,

redditizio per i profitti che consentirebbe nei paesi ricchi, ma che risulterebbe inaccessibile ai paesi in via di sviluppo, i più colpiti dalla malattia).

Di qui il ruolo riequilibratore delle organizzazioni internazionali di cooperazione.

Anche la ricerca in materia di tutela dell'ambiente deve rientrare nelle competenze delle organizzazioni internazionali, dato che nessun paese è incentivato a far fronte da solo alla ricerca in campi quali i mutamenti climatici, la perdita della biodiversità, la desertificazione avanzante, l'inquinamento dei mari o l'erosione della fascia d'ozono.

Lo stesso vale per la diffusione delle conoscenze e per la loro trasformazione in azione politica.

Anche in questo caso la via maestra consiste nell'incentivare la cooperazione: un buon esempio in tal senso è dato dai finanziamenti erogati dal Global Environment Facility [GEF], un organismo internazionale fondato nel 1991 per promuovere la tutela dell'ambiente nei paesi in via di sviluppo.

## LE FINANZE, L'INDUSTRIA, I COMMERCII, LA LOGICA DEL PROFITTO E LA GLOBALIZZAZIONE

Come detto in precedenza, i paesi a forte sviluppo del Nord del mondo sono i principali responsabili del degrado ambientale del pianeta. Naturalmente non tutti i cittadini del Nord, dove sono presenti vaste sacche di povertà e di bassi consumi, concorrono a ciò; così come al Sud, accanto alla stragrande maggioranza di poveri, i ceti dominanti dei diversi paesi hanno molto spesso un tenore di vita paragonabile a quello dei ricchi del Nord del pianeta.

### *Come conciliare globalizzazione e sviluppo umano*

Un recente Rapporto dell'UNDP, una volta analizzati gli aspetti negativi della globalizzazione, indica sostanzialmente due piste di lavoro per far sì che essa si concili con le esigenze dello sviluppo umano. I paesi devono riuscire a:

- “catturare le opportunità” offerte da commercio, flussi di capitale e migrazione;
- “proteggere gli individui” dalle vulnerabilità provocate dalla globalizzazione.

I flussi di capitale e gli investimenti esteri diretti vanno inquadrati in politiche di ampio respiro che favoriscano gli impegni di lungo periodo e abbassino la volatilità degli investimenti finanziari. Anche i paesi che meglio stanno rispondendo alla recente crisi finanziaria dell'Asia dell'Est, per esempio Corea del Sud e Malaysia, hanno adottato una serie di provvedimenti integrati volti a tenere sotto controllo non solo gli spostamenti, ma anche il volume e la composizione degli investimenti.

La stabilità politica, che è un elemento essenziale di una buona *governance*, può essere raggiunta più appropriatamente - come è avvenuto in molti paesi - attraverso un processo di democratizzazione.

Le politiche di liberalizzazione vanno integrate con un miglioramento dell'istruzione e delle competenze perché la formazione aumenta la qualità del lavoro e la specializzazione.

### *Catturare le opportunità*

Liberalizzazione del commercio e incentivazione della produzione per l'esportazione hanno permesso a molti paesi una grande crescita economica e una riduzione nei deficit relativi all'Indice di Sviluppo Umano, ma questo è avvenuto solo in presenza “di una sana gestione macroeconomica, di infrastrutture e servizi sociali validi, di una *governance* forte, dotata di una infrastruttura istituzionale appropriata”, che rispetti alcuni standard nelle condizioni di lavoro e nella gestione dell'impatto ambientale della produzione.

La crescita economica deve essere accompagnata da una distribuzione sociale dei benefici.

L'attività di investimento diretto delle multinazionali deve essere incentivata salvaguardando la crescita delle imprese locali e inserita appieno in un contesto di rispetto delle regole nazionali e degli standard minimi di lavoro, anche attraverso l'adozione dello strumento dei codici di condotta. Infine, i movimenti migratori, in uscita e di ritorno, vanno accompagnati con opportune misure di sostegno, combattendo anche il traffico di esseri umani. Per molti paesi le rimesse dei propri emigranti rappresentano una fonte importantissima di risorse, in diversi casi superiori agli stessi investimenti esteri diretti. Politiche di appoggio ai lavoratori all'estero o di reinserimento per le migrazioni di ritorno sono dunque sempre più importanti.

Politiche di apertura e sviluppo delle economie nazionali possono anche generare un “flusso di ritorno del talento umano”, il rientro del personale specializzato, una inversione della “fuga dei cervelli” di straordinaria ed evidente importanza per il futuro di un paese.

### *Proteggere gli individui*

Mercato del lavoro in cambiamento, erosione del welfare state e delle basi fiscali degli stati, crisi finanziarie “stanno rendendo gli individui insicuri riguardo ai loro impieghi e mezzi di

sostentamento”.

Il problema dell'occupazione è stato affrontato in vario modo sia nei paesi sviluppati che in quelli in via di sviluppo per le diverse problematiche connesse alla globalizzazione, quasi sempre nell'ottica della flessibilità e dell'attenuazione della protezione di redditi e diritti dei lavoratori.

Tuttavia il Rapporto dell'UNDP del 1998 sottolinea come alla prova dei fatti “l'abbandono delle clausole che proteggono il lavoro non serve ad affrontare i mercati del lavoro che cambiano, né a cogliere le opportunità globali”, e a raggiungere l'obiettivo di ridurre la disoccupazione.

Ancora una volta, gli elementi utili sembrano venire da un mix di provvedimenti: la flessibilità deve essere accompagnata dalla formazione permanente dei lavoratori; gli standard e i salari minimi devono essere garantiti senza permettere che i gap tra lavoro specializzato e lavoro meno qualificato e tra uomini e donne si allarghino ulteriormente; la fornitura di occupazione “pubblica” può essere utilizzata per i lavoratori svantaggiati o i disoccupati di lungo periodo che andrebbero accompagnati in un percorso di riqualificazione.

Infine, nei periodi di instabilità finanziaria è essenziale che i governi nazionali riducano al minimo i costi sociali con opportuni provvedimenti in favore delle fasce più povere della popolazione e dei disoccupati (dai sussidi alimentari a quelli di disoccupazione, dai programmi di lavoro pubblico alla riduzione delle tasse scolastiche per le famiglie meno abbienti).

## LA SCIENZA ED IL PROGRESSO CORRETTAMENTE INTESI

Secondo il Rapporto 1998/1999 della Banca Mondiale un altro ambito di innovazione di cui si sottolinea l'importanza riguarda la necessità di incrementare le nostre conoscenze relative all'ambiente.

L'inquinamento ambientale danneggia la qualità della vita umana e delle altre forme di vita sulla terra, ma ha anche pesanti oneri economici, in quanto incide sulle prestazioni dei lavoratori e sulla spesa sanitaria.

Un tempo considerati come il prezzo dello sviluppo, questi oneri appaiono oggi un grave ostacolo allo sviluppo. Il degrado dell'ambiente, tutt'altro che inevitabile, è il risultato di un fallimento incrociato del mercato, della politica e dell'informazione.

C'è chi vede in conflitto le esigenze dello sviluppo economico e quelle dell'ambiente, e chi le ritiene conciliabili entro uno sviluppo compatibile, purché le risorse naturali siano gestite con accuratezza. In questa seconda prospettiva, l'unica percorribile agli occhi del Rapporto, la gestione dell'ambiente è un complemento dello sviluppo.

### *Governi e ambiente*

I governi sono collocati in una posizione migliore rispetto alle imprese e in genere al mercato per valutare i rischi per l'ambiente, e il mercato non dispone, almeno al momento, di spinte autoregolatrici che inducano gli operatori economici a optare decisamente per strategie di sviluppo ecocompatibili.

“È difficile che gli attori economici individuali assumano i benefici ambientali entro i loro calcoli”. Di qui il ruolo cruciale della sfera politica nell'adozione di efficaci iniziative a tutela dell'ambiente. Grazie alle risorse rese disponibili dalla conoscenza scientifica, i governi possono prendere varie iniziative per proteggere e risanare l'ambiente:

- Possono sollecitare la riduzione dell'inquinamento e del degrado delle risorse naturali, ad esempio penalizzando chi inquina.
- Possono informare i consumatori sui danni causati dall'inquinamento, invitandoli a non usare prodotti inquinanti o beni prodotti da imprese la cui attività degrada l'ambiente.
- Possono dar vita a istituzioni preposte alla gestione dei problemi ambientali.
- Possono varare campagne di sensibilizzazione ambientale (ma l'efficacia di tali campagne dipende in ultima istanza dalla capacità e dalla volontà dei cittadini di far uso delle informazioni).

Le risorse conoscitive necessarie ad una strategia di sviluppo compatibile sono:

- l'esame delle cause del degrado ambientale e delle loro conseguenze;
- gli indicatori che permettono di stabilire degli standard e di valutare l'efficacia delle politiche ambientali;
- l'uso delle informazioni che consentono di migliorare tanto la regolamentazione pubblica quanto le decisioni del settore privato in materia ambientale;
- le tecniche di gestione delle politiche in materia ambientale.

Mentre molte cognizioni tradizionali sono andate perdute (è il caso delle conoscenze a disposizione di alcune popolazioni africane dedite all'allevamento, in passato abilissime nel gestire i cicli della nutrizione e della rigenerazione della fertilità del suolo), nel mondo sviluppato in nessun settore come quello ambientale la conoscenza esige tanto tempo per essere definita, diffusa, fatta accettare e tradotta nei dovuti mutamenti di atteggiamento.

Tanto nel settore pubblico quanto in quello privato, i dati a disposizione di chi deve decidere in materia ambientale sono al momento scarsi, parziali, insufficienti e sottoposti a troppe variabili; inoltre sono costosi da acquisire, ed è difficile poterli tradurre in conoscenza.

Questo è solo un lato delle molte difficoltà che si incontrano sulla via di un'efficace politica di tutela ambientale.

Mancano infatti al momento istituzioni e autorità specializzate, che operino in materia ambientale secondo prospettive di lungo termine, con continuità di mezzi, di strategie, di competenze decisionali e legislative.

A livello locale, poiché il privato è poco incline a valutare l'impatto delle sue iniziative sugli equilibri ambientali, "l'efficienza richiede che la protezione dell'ambiente sia assunta all'interno di una più ampia giurisdizione politica. Quando invece l'impatto è globale, l'azione deve svolgersi a livello internazionale".

Negli anni recenti la comunità internazionale ha adottato una serie di convenzioni tendenti a migliorare l'ambiente a livello planetario, ma spesso le dichiarazioni programmatiche non sono state seguite da alcun piano d'azione comune.

Inoltre, è vero che in alcuni paesi la sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti dei temi ambientali è divenuta così rilevante da poter esercitare una certa pressione politica e culturale, ma è anche vero che da sole l'informazione e la sensibilizzazione non possono offrire una guida sufficiente all'azione degli individui, delle imprese e delle comunità.

Occorre una regolamentazione da parte dei governi che metta al bando le sostanze o le lavorazioni o i prodotti gravemente dannosi per l'ambiente e che sanzioni con severità chi non rispetta le norme.

Ma anche a questo livello bisogna riconoscere, insieme a un ritardo pressoché generale, una forte disparità tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo.

Vi è una netta correlazione tra l'adozione di politiche di regolamentazione in materia ambientale e lo sviluppo economico: se i paesi più avanzati, infatti, hanno iniziato da almeno un decennio ad adottare normative e incentivi a favore dello sviluppo sostenibile, non altrettanto hanno fatto, almeno sino ad ora, i paesi in via di sviluppo.

#### *Tecnologie e know-how ambientale*

Qualcosa si è fatto per tradurre le conoscenze in materia ambientale nella progettazione e nella adozione di nuove tecnologie ecocompatibili [environmentally friendly technologies].

I computer consentono di monitorare l'evoluzione della disponibilità delle risorse naturali; altri macchinari consentono di abbattere o ridurre le emissioni inquinanti; tecnologie meno inquinanti ne hanno sostituite altre più inquinanti.

Tuttavia il mercato offre tecnologie ecocompatibili in misura ancora insufficiente, e la ricerca segna dei ritardi.

Anche sul piano del know-how ambientale si sono registrati passi in avanti grazie all'adozione di approcci integrati per la gestione dell'ambiente, ad esempio relativamente ai problemi dell'agricoltura e delle zone costiere.

Ma si tratta quasi sempre di approcci ad alta intensità di conoscenza, i cui costi sono ancora molto alti mentre sono ancora troppo bassi i ritorni in termini economici. La diffusione di queste conoscenze è però ancora troppo limitata.

I supporti informatici possono comunque aiutare i politici a cogliere i legami tra ambiente e attività produttive, a valutare le scale di priorità e a progettare risposte più efficaci, a progettare interventi di ampio respiro sia importanti correzioni di rotta.

Decentrare la gestione dell'ambiente presenta anche dei rischi: richiede capitali e personale preparato; non dà di per sé garanzie di maggiore partecipazione; e, "come per il governo centrale, gli stimoli del governo locale sono soggetti al ciclo elettorale, che può essere troppo breve per affrontare correttamente impegni a lungo termine, o troppo lungo per i problemi che richiedono una continua interazione con gli imprenditori".

#### *L'attivo coinvolgimento delle comunità e della società civile nella gestione dell'ambiente.*

Spesso la transizione ad una gestione sostenibile dell'ambiente dipende, più che dalla disponibilità

di conoscenze circa le tecnologie più appropriate, dalla mancanza di canali appropriati per diffonderle.

Le dinamiche interne alle comunità, basate sulla comunicazione tra strati sociali e generazionali diversi, possono costituire un utile canale. Ad esempio i gruppi di pressione operanti nella società civile, in particolare i movimenti ambientalisti, possono risultare preziose fonti di informazione e costituire per questa via un utile veicolo di regolazione.

Oppure, nelle aree rurali le comunità locali sono ad un tempo le destinatarie e le fonti tanto delle informazioni quanto del know-how (in particolare dei saperi tradizionali relativi all'uso compatibile delle risorse).

E ancora, le comunità dispongono di utili competenze nell'indispensabile adattamento dei principi generali di uno sviluppo sostenibile alle esigenze e alle condizioni locali.

Un utile veicolo di informazioni è il cosiddetto *ecolabeling*.

I consumatori nelle economie ad alto reddito sono abbastanza sensibili al "pedigree ecologico" [environmental pedigree] dei beni e dei servizi che acquistano, al loro grado di ecologicità [greenness]. Ciò induce molti produttori a immettere sul mercato beni eco-compatibili (si pensi all'espansione dei prodotti dell'agricoltura biologica, che in un paese come il Canada raggiungono ormai il 15% del mercato), e a garantirli con una circostanziata certificazione. L'espansione del "mercato verde" offre buone opportunità ai paesi in via di sviluppo, a condizione che si attrezzino per offrire le necessarie certificazioni secondo gli standard internazionali.

*L'espansione della cooperazione internazionale in materia ambientale.*

Infine, poiché i problemi ambientali travalicano i confini geopolitici, la cooperazione internazionale si rende indispensabile, ma è un obiettivo di difficile realizzazione.

I costi di un monitoraggio ambientale globale sono molto alti.

Soprattutto, non esistono al momento meccanismi istituzionali internazionali che possano indurre gli stati nazionali sovrani a darsi una regolazione ambientale comune e vincolante.

È sperabile però che i crescenti processi di integrazione economica e politica a livello regionale e globale favoriscano degli accordi internazionali in materia ambientale: è quanto è accaduto in questi anni, anche nei paesi in via di sviluppo.

Il Rapporto cita come indizi di una tendenza positiva alla cooperazione gli accordi in corso di definizione per la protezione del Mar Rosso e dei laghi Aral e Vittoria.

*Due sfide*

Due, in conclusione, le sfide:

- come incrementare le conoscenze e le informazioni in campo ambientale?
- a quali istituzioni e reti interistituzionali dar vita per affrontare con efficacia i problemi dell'ambiente?

Politici, operatori economici e opinione pubblica sono sempre più consapevoli della gravità dei problemi dell'ambiente, delle loro cause e dei mezzi per affrontarli, ma molto devono ancora fare, soprattutto per armonizzare le politiche di tutela ambientale con gli sforzi per promuovere uno sviluppo più integrato e equilibrato.

La definizione di strumenti di misurazione dello sviluppo sostenibile è appena agli inizi; e ancora non si è saputo indicare in che grado e con quali modalità il concetto di sviluppo sostenibile debba incidere sulla politica economica.

Quanto alle istituzioni, a parte le raccomandazioni a favore di una maggiore trasparenza e di una maggiore cooperazione, il recente Rapporto della Banca Mondiale suggerisce di combinare in modo creativo l'azione incrociata del mercato, dei governi e della società civile, in modo da generare, diffondere e far utilizzare in modo efficace una solida conoscenza in materia ambientale.

## IL RUOLO E LA RESPONSABILITÀ DELLA CULTURA, DELLA FORMAZIONE SCOLASTICA, DEI MOVIMENTI E DELLE ASSOCIAZIONI DELLA SOCIETÀ CIVILE

Il 21% dei 625 milioni di bambini in età scolare, non va a scuola ed il 57% di essi - 73 milioni di individui - è di sesso femminile.

Oltre 150 milioni di bambini, poi, non arrivano al quinto livello elementare: ne escono, cioè, “senza essere in possesso delle capacità linguistiche, numeriche e vitali che costituiscono la base del processo di apprendimento durante tutto l’arco della vita”.

Fonti: UNICEF e ONU.

Il Rapporto UNICEF 1999 considera l’istruzione “il fattore cruciale nella lotta contro la povertà, nella valorizzazione delle donne, nella promozione dei diritti umani e della democrazia, nella difesa dell’ambiente, nel controllo della crescita demografica”.

In particolare non vi possono essere, da parte delle persone, comportamenti di rispetto e salvaguardia dell’ambiente se un adeguato livello di istruzione non dà loro la consapevolezza dei delicati equilibri naturali da cui dipende la loro stessa vita.

Il fulcro del Rapporto è ben sintetizzato dal Segretario Generale delle Nazioni Unite, Kofi Annan: *“L’istruzione è un diritto umano che possiede un potere immenso di trasformazione. È su questa base che poggiano i pilastri della libertà, della democrazia, dello sviluppo umano sostenibile. Tuttavia a 130 milioni di bambini nei paesi in via di sviluppo, quasi due terzi dei quali femmine, viene negato questo diritto.*

*Sono analfabeti quasi un miliardo di persone, un sesto della popolazione mondiale, la maggior parte delle quali donne. Ciò costituisce una violazione di diritti e una perdita di potenzialità e di produttività che il mondo non può più tollerare...*

*Sulla soglia del ventunesimo secolo, non esistono priorità o missioni più importanti della garanzia dell’istruzione per tutti”.*

I diritti umani sono inscindibili: il rispetto di un diritto ne rafforza e promuove un altro, così come al contrario la negazione di un diritto ne indebolisce e nega un altro. Così il mancato adempimento del diritto allo studio si riflette negativamente sulla salute e sullo sviluppo dell’economia, della democrazia e della pace.

In particolare, il Rapporto del 1999 instaura sin dalle prime pagine un nesso con quello del 1998, là dove scrive: *“Esiste una correlazione innegabile tra l’istruzione e il tasso di mortalità, soprattutto infantile. Le implicazioni per quanto riguarda l’istruzione femminile sono particolarmente cruciali. Ogni anno supplementare di scuola per bambine e ragazze può tradursi anche in una riduzione dei tassi di fertilità, nonché del numero di donne che muoiono di parto”.*

Ad esempio, in Brasile le donne analfabete hanno in media 6,5 figli di contro ai 2,5 delle donne che hanno frequentato la scuola secondaria. Nel Kerala, stato dell’India meridionale, dove l’alfabetismo è universale, la mortalità infantile è la più bassa tra i paesi in via di sviluppo e il tasso di fertilità è il più basso dell’India.

Inoltre, *“esiste un legame molto forte tra la salute del bambino e le prestazioni scolastiche”.*

L’analfabetismo condanna le future donne a finire rinchiusi “nella prigione dei lavori di sussistenza” nell’ambito domestico.

Inoltre, *“per decine di milioni di bambini, sia maschi che femmine, l’istruzione è inaccessibile perché lavorano a tempo pieno, spesso in condizioni di fatica, pericolo e sfruttamento. L’istruzione di base rimane il fattore più importante nella difesa dei bambini contro i pericoli dello sfruttamento lavorativo e sessuale”.*

Si tratta anche di garantire l’accesso all’istruzione a tutti i bambini senza discriminazioni non solo di sesso, ma anche di religione, di provenienza etnica, di lingua. A questo proposito, *“le scuole*

*devono agire in modo consapevole per favorire l'accoglienza e la comprensione di bambini che sono diversi, e devono dare agli alunni gli strumenti intellettuali e sociali necessari per opporsi alla xenofobia, alla discriminazione sessuale, al razzismo e ad altri atteggiamenti negativi".*

In molti paesi in via di sviluppo l'istruzione per tutti è anche ostacolata da scelte strategiche che privilegiano l'istruzione superiore a scapito della scuola elementare e secondaria, nella convinzione, rivelatasi erronea, che occorra iniziare a edificare lo sviluppo dal tetto delle competenze specializzate e non dalle fondamenta delle competenze di base. Scelte come queste non servono a generare sviluppo, e ottengono il solo risultato di privilegiare i settori più ricchi della società.

### *La qualità dell'istruzione*

Il problema dell'istruzione ha anche risvolti qualitativi. *"La pianificazione scolastica deve partire dai diritti del bambino e deve basarsi sugli interessi del bambino. Lo studio deve consistere in un'esperienza di apprendimento di alta qualità, in un ambiente centrato sul bambino e attento alle differenze di genere".* In una parola, non basta andare a scuola, bisogna frequentare una buona scuola.

Conta cosa si impara, ma anche come si trasmettono conoscenze, capacità e valori; contano il rispetto dovuto ai bambini, l'autostima e l'amore per lo studio che in loro si suscita; e occorre un ambiente idoneo. Infatti, *"l'istruzione di qualità abbraccia non solo i bisogni cognitivi, ma anche lo sviluppo fisico, sociale, emotivo, morale e spirituale del bambino e include la parità dei sessi, l'equità, la salute e la nutrizione, la partecipazione."*

La scuola deve volgersi, secondo il Rapporto dell'UNICEF *"verso un modello dove gli alunni partecipano in modo attivo, ragionano e risolvono problemi da soli (...); "l'ambiente formativo deve diventare un ambiente attivo e centrato sul bambino; deve essere commisurato al livello di sviluppo e alle capacità degli alunni".*

E ancora: *"La scuola deve potenziare le capacità vitali del bambino. Nell'idea di capacità vitali non rientra solo il possesso di nozioni, informazioni e conseguenti abilità operative, ma anche le capacità psicosociali di collaborare, negoziare e comunicare, di prendere decisioni, di ragionare in modo critico e creativo, nonché di affrontare tutti i problemi legati alla sopravvivenza."*

Infine, il rapporto bolla come un pregiudizio l'idea che associa un elevato numero di bocciature a una elevata qualità scolastica. Semmai è vero il contrario: la bocciatura *"contribuisce al formarsi di un circolo vizioso di aspettative basse, autostima ridotta, ulteriore insuccesso".*

E ancora: *"Le scuole devono diventare luoghi di creatività, sicurezza e stimolo per i bambini, con acqua pulita e servizi igienici adeguati, insegnanti motivati e programmi di studio validi, dove i bambini vengono rispettati e imparano a rispettare gli altri, in un ambiente che sia esente da violenza, che favorisca la democrazia e l'accettazione, che insegni capacità che preparano gli alunni ad affrontare la vita in modo responsabile".*

Una rigida disciplina, un ambiente insalubre, sovraffollato e privo dei servizi essenziali, un insegnamento poco attinente con la vita dei bambini, materiali didattici scadenti e stereotipati, la scarsa attenzione prestata al gioco deprimono l'interesse per lo studio, e inducono molti bambini a preferire lavorare, piuttosto che venire sottoposti a un regime scolastico estraneo ai loro bisogni.

Peraltro, il problema della qualità dell'istruzione non riguarda solo i paesi in via di sviluppo, ma anche i paesi sviluppati, che pure hanno raggiunto livelli quantitativi decisamente apprezzabili. Un esempio negativo in tal senso è il Giappone, dove i bambini vengono sottoposti a una concorrenza e a una selezione spietate.

### *Investire nell'istruzione*

In conclusione, *"durante l'ultimo decennio sono stati esplorati diversi percorsi per raggiungere gli obiettivi mondiali, nel settore dell'istruzione, con alti risultati qualitativi a bassi costi. Per*

*garantire che beneficiarne siano le scuole di tutti i paesi, sia ricchi che poveri, bisogna che tali percorsi ricevano un adeguato sostegno in termini di risorse e di volontà politica, a livello nazionale e internazionale”.*

L'impegno dei governi è ovviamente decisivo. Purtroppo “i governi hanno la possibilità di devolvere risorse ben maggiori per l’“Istruzione per Tutti”, anche se sono in troppo pochi a farlo”.

Come si è notato, la povertà può essere un alibi. Anche gli aiuti internazionali non costituiscono una soluzione apprezzabile, un po' perché la loro entità complessiva, per quanto grande, rappresenta meno del 2% degli stanziamenti medi necessari a un paese beneficiario, ed anche perché tali erogazioni non vengono supportate adeguatamente con un sufficiente coinvolgimento di indirizzo tecnico-organizzativo da parte degli enti erogatori.

Tale entità è in decremento costante da diversi anni; né sembra ragionevole che i paesi più poveri puntino soltanto al ricorso ai prestiti della Banca Mondiale per far fronte alle loro necessità nel campo dell'educazione, anche ove si trattasse di prestiti a credito agevolato, e anche in presenza di un atteggiamento da parte delle autorità che presiedono la Banca Mondiale che si dichiara apertamente favorevole a finanziare investimenti nel settore dell'istruzione a vantaggio dei paesi meno sviluppati. L'istruzione, secondo la Banca Mondiale, costituisce infatti l'investimento più remunerativo per un paese in via di sviluppo.

Ed è una rapida estensione dell'istruzione che può darci anche una ragionevole speranza che i problemi ambientali trovino, in molti Paesi, una soddisfacente composizione.

## CONCLUSIONI

*"Senza una forte ventata di opinione pubblica mondiale, alimentata a sua volta dai segmenti più creativi della società - i giovani e l'"intelligenza" artistica, intellettuale, scientifica, manageriale - la classe politica continuerà in ogni paese a restare in ritardo sui tempi, prigioniera del corto termine e d'interessi settoriali o locali, e le istituzioni politiche, già attualmente sclerotiche, inadeguate e ciò nonpertanto tendenti a perpetuarsi, finiranno per soccombere."*

*Aurelio Peccei*

Trenta anni fa queste riflessioni del fondatore del Club di Roma (prestigioso cenacolo di premi Nobel, leader politici ed intellettuali dedicatisi ad analizzare i cambiamenti della società contemporanea) ammonivano i politici di tutto il mondo a *fare qualcosa* per affrontare i problemi sociali, ambientali, culturali posti da una crescita economica apparentemente senza limiti. La presa di coscienza che qualcosa dovesse essere fatto si concretizzò in quel lontano 1972 nella prima Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano, cui parteciparono delegati di 113 Paesi, e che portò alla creazione dell'UNEP, l'agenzia dell'ONU che si occupa delle questioni ambientali. L'urgenza di *fare qualcosa* in più a livello politico si manifestò solo vent'anni dopo, nel 1992, con l'Earth Summit di Rio de Janeiro, cui partecipano rappresentanti di oltre 178 Paesi e 117 capi di stato.

Dopo altri 10 anni a Johannesburg si è tenuto il Vertice sullo Sviluppo sostenibile, la più grande manifestazione mai organizzata dalle Nazioni Unite. La questione cui esperti e politici hanno tentato di rispondere è stata: *cosa è stato fatto* nei passati trent'anni per la tutela dell'ambiente, e *cosa occorre fare* in futuro?

### ***L'interesse per l'ambiente: coscienza contro distruzione?***

Solo il verificarsi di grandi eventi catastrofici e la convocazione di questi grandi appuntamenti mondiali sembra ridestare il sopito interesse dell'opinione pubblica per la tutela dell'ambiente. Possiamo grossolanamente suddividere la popolazione mondiale in quattro gruppi a seconda del sentimento prevalente espresso nei confronti della Natura che oscilla tra:

- a) *la venerazione per la Madre Terra (sentimento di rispetto proprio delle culture cosiddette "primitive", ripreso dai movimenti ecologisti contemporanei);*
- b) *la grande apatia (J. Goodall, 2002) di gran parte della popolazione mondiale (dovuta probabilmente ad una diffusa ignoranza su quale sia il "valore" - che qualcuno ha cercato anche di calcolare in termini monetari - dei servizi che la natura fornisce al genere umano);*
- c) *l'assenza di una coscienza individuale e di controlli sociali che pongono un individuo o un'impresa in grado di poter provocare involontariamente o deliberatamente dei danni ambientali impunemente;*
- d) *la consapevolezza dei gravi pericoli che l'umanità sta correndo in conseguenza dell'attuale rapidissima alterazione degli equilibri naturali, attuata in quest'ultimo mezzo secolo, documentati da inoppugnabili misurazioni scientifiche e dagli anormali, innumerevoli mutamenti che si stanno verificando.*

a) L'idea che la Terra sia un "essere vivente" è antica quanto l'uomo. I nostri antenati anche se non avevano sviluppato una precisa tecnologia dimostravano di avere una comprensione delle leggi della natura semplice e profonda e, in certo senso, più raffinata della nostra.

In tutte le mitologie del mondo i diversi popoli hanno sempre pensato che la porzione di universo da loro conosciuta fosse un qualcosa di vivo: la foresta dei Pigmei, l'oceano per i Polinesiani, la montagna per i Tibetani, il deserto per i Tuareg e così via.

Tale visione di "terra madre" è stata abbandonata con l'Illuminismo e il prevalere della ragione ma, anche nel pensiero moderno e contemporaneo, non sono mai mancati richiami all'antica concezione, perfino a livello scientifico.

b) Fra i più, tuttavia, prevale l'oblio circa l'importanza della Natura per la sopravvivenza stessa dell'uomo. Anche in presenza di segnali inequivocabili di reazioni eclatanti in risposta ad interventi umani ormai divenuti globali l'atteggiamento più diffuso è l'assuefazione o, peggio, il diniego.

Il diniego consiste nel negare, nelle forme più svariate e ipocrite, l'esistenza di ciò che esiste e per giunta si conosce. Si tratta di un vizio antico come il mondo ma, paradossalmente, la iperdiffusione dei mezzi di comunicazione odierni l'hanno reso esponenziale e scandaloso (Cohen, 2002).

Il diniego, che all'origine era solo del potere politico, è passato, in forme variegata ad obnubilare la sensibilità della gente comune, non nella forma cinica e brutale di chi mente, ma in quella più morbida di chi non sa o finge di non sapere come vanno davvero le cose, o che comunque ritiene che non sia di sua competenza intervenire.

Se il diniego politico è cinico, calcolato ed evidente, il nostro diniego di cittadini di fronte ai problemi ambientali, divenuto indifferenza, è disastroso perchè toglie ogni speranza a una possibile reazione e inversione del corso degli eventi: i fatti sono conosciuti ma non sono percepiti come un elemento di "disturbo psicologico" o carichi di un imperativo morale ad agire.

Ma così finiamo con il sostituire alla responsabilità, alla sensibilità morale, alla compassione, al senso civico, al coraggio, all'altruismo, al senso della comunità, l'indifferenza, l'ottundimento emotivo, la desensibilizzazione, la freddezza, l'alienazione, l'apatia, l'anomia e alla fine la solitudine di tutti nella vita della città (Galimberti, 2002).

c) In molti casi poi, individui singoli o associati giungono involontariamente o deliberatamente ad alterare gli equilibri naturali provocando fenomeni (talvolta eclatanti e molto tristemente famosi) che vanno sotto il nome di "inquinamento".

d) E' da metà del secolo scorso, con la forte ripresa delle attività conseguenti alla fine dell'ultima guerra mondiale, che un certo numero di esperti ed osservatori tra i più attenti (vuoi per una specifica preparazione professionale o per una maggiore sensibilità verso la natura ed i suoi fenomeni) ha iniziato a rendersi conto che le cose, in natura, stavano radicalmente cambiando. I cicli naturali, in molti casi, non riuscivano più a concludersi con sommatoria zero, come in precedenza. I prodotti residuali delle attività umane che fino ad allora la natura riusciva ad assorbire e riciclare (come tutti quelli delle altre specie viventi) riportando sempre le condizioni allo stato di equilibrio, ora invece si stavano in buona parte accumulando nell'aria, nelle acque e nei terreni. In alcune zone industriali l'aria stava divenendo irrespirabile; le acque di alcuni bacini marini, dei laghi, dei fiumi e dei torrenti (che prima erano potabili anche in superficie) ora erano contaminati da prodotti chimici e da rifiuti di ogni genere; molte terreni venivano deturpati da discariche di immondizie, da scarti industriali solidi, liquidi e aeriformi o gradatamente isteriliti da un eccesso di fertilizzanti chimici e da fitofarmaci. Inoltre, cosa ancora più preoccupante, si stava determinando un progressivo accumulo delle sostanze inquinanti in misura tale che la natura non era più in grado allora (e tanto meno ora) di riciclare: in altri termini, era iniziato così il fenomeno dell'inquinamento generalizzato che avrebbe poi assunto le dimensioni sempre crescenti che ora osserviamo.

A ciò si aggiungono le distruzioni delle foreste, ad un livello e con un'accelerazione mai prima verificatesi, lo sfruttamento delle risorse idriche che in molte regioni è molto superiore alle possibilità di ricarica, l'enorme proliferazione della specie umana a carico soprattutto delle regioni più povere del pianeta, la rapida scomparsa di molte specie animali e vegetali e cioè l'anomala, accelerata distruzione della biodiversità (F. Pearce, 2002).

Queste osservazioni, che prima erano su scala ridotta e percepite da un numero ridotto di persone, col tempo si sono moltiplicate ed estese ed hanno dato luogo ad un movimento mondiale che

coinvolge tutti gli “ambientalisti” di ogni estrazione e cultura. E’ indispensabile però saper distinguere tra di essi coloro che parlano ed operano a ragion veduta e con cognizione di causa, da quelli che (come in ogni movimento o azione) lo fanno spinti da ben altri scopi che non siano quelli del rispetto e della salvaguardia della natura o senza una reale conoscenza dei fenomeni. Costoro sono i peggiori nemici della natura perché con le loro asserzioni fuorvianti quanto categoriche, con le loro sottovalutazioni o iloro eccessi, generano nella gente confusione, reazione e ripulsa che ritarda eneormemente il raggiungimento di una piena presa di coscienza da parte di tutte le popolazioni di ciò che deve o non deve essere fatto per fermare in tempo il degrado irreversibile.

### ***Chi inquina? E perché si inquina?***

Potrebbero sembrare delle domande ingenuie ma vale la pena di farle per chiarire come stanno le cose. La risposta in entrambi i casi è: chiunque non abbia una coscienza individuale e sia posto in grado di poterlo fare impunemente.

Di solito si dice: *"E' l'industria che inquina"*. Ma è altrettanto vero che anche l'agricoltura inquina e che anche il cittadino comune inquina (riscaldamento domestico, traffico automobilistico, rifiuti). A fronte di risonanti grandi inquinatori la grande massa dei piccoli ma numerosi inquinatori svolge un ruolo di entità analoga, se non superiore.

L'inquinatore inquina in quanto deve allontanare da se stesso i materiali (rifiuti) che procurano un danno immediato (economico, igienico, estetico, di ingombro, ecc.) nella maniera più economica possibile per se stesso, che consiste solitamente nello spostare i rifiuti al di fuori del proprio orizzonte di azione personale.

Lo stesso fanno gli Stati: i Paesi sviluppati mandano i loro scarichi tossici nei Paesi in via di sviluppo; il Giappone manda le sue scorie nucleari in Inghilterra in attesa di trovare forse qualche altro pianetino dell'Universo dove spedirle per una.... soluzione finale.

Ma, al di fuori del proprio orizzonte personale d'azione si incontra quello del nostro prossimo sul quale si riversa il costo di smaltimento (in termini di qualità ambientale) che noi abbiamo risparmiato.

Ecco così che, da un piano individuale, si passa a problemi di natura sociale più vasti. Per cirtare alcuni esempi:

- *tutti vogliono l'elettricità e il gas in casa, ma nessuno vuole una centrale elettrica o un gasometro vicino a casa propria;*
- *tutti vogliono il servizio di fognatura e ritiro rifiuti, ma nessuno vuole un impianto di depurazione o un inceneritore oppure una discarica vicino alla propria abitazione o al luogo di villeggiatura prescelto;*
- *tutti sanno che esistono lavori meno salubri di altri, che sono indispensabili per il nostro stile di vita, ma nessuno vuole per i propri figli tali lavori.*

Si può concludere dicendo quindi che si inquina:

- per risparmiare soldi sui sistemi di allontanamento e smaltimento dei rifiuti;
- per lo scarso valore che si attribuisce alla qualità dell'ambiente in relazione al godimento di altri beni che vengono privilegiati anche se agiscono negativamente sull'ambiente (automobili, motoscafi, località turistiche affollate, ecc.)
- per ignoranza degli effetti dell'inquinamento sulla propria salute.

Per quanto infatti si voglia allontanare da noi gli aspetti più "sporchi" del nostro modello di sviluppo, la globalizzazione ormai imperante fa sì che ciò che noi vogliamo far uscire dalla porta spesso ci si riaffacci in casa dalla finestra (la Gran Bretagna manda pesticidi banditi nel suo terriorio nelle Filippine per la coltivazione di frutti esotici che vengono poi esportati nei Paesi sviluppati, Inghilterra compresa, tanto per fare solo un esempio).

Ma se l'inquinamento è dannoso alla qualità della vita umana, non è insensato inquinare?

E' sicuramente insensato il comportamento dell'inquinatore che procura un danno a se stesso e ai suoi familiari: solo la non conoscenza dell'entità e delle conseguenze del fenomeno giustifica infatti l'apparente disprezzo per il bene di persone che rivestono per l'inquinatore un grande valore affettivo. Qualora conscio di tale pericolo l'inquinatore non dovrebbe esitare a pagare i costi del disinquinamento o di un diverso modo di produrre beni o un diverso stile di vita.

### ***Capire se e come il mondo è cambiato: la parola agli scienziati***

Alcuni scienziati come Edward O. Wilson (sociobiologo dell'Università di Harvard) e Hal Mooney (ecologo dell'Università di Stanford) sono convinti che, specialmente negli ultimi dieci anni, l'umanità abbia molto più a cuore la sorte del pianeta anche in virtù dei progressi scientifici nella conoscenza delle dinamiche del nostro pianeta e dell'emanazione di apposite convenzioni internazionali che ha spostato l'attenzione sui problemi ambientali e che spinge ad elaborare strategie globali con cui affrontarli.

Sherry Rowland (chimico dell'atmosfera dell'Università di Irvine, California) sottolinea altresì il fatto che, malgrado questi progressi, "quanto a modificare i nostri comportamenti, tutto è fermo a dieci anni fa".

Gli scienziati stanno collaborando come mai prima d'ora per proteggere il patrimonio biologico della terra ed è ormai chiaro a molti di loro la necessità di rendere le loro scoperte chiare e vincolanti sia per il grande pubblico sia per chi ci governa, dimostrando che con la conoscenza dei fenomeni naturali si possa arrivare alla previsione dei loro effetti più negativi per l'uomo e che quindi sia possibile adottare misure per ridurre i disagi.

Ma tra gli scienziati sono anche in molti a pensare che solo l'impatto con eventi drammatici possa indurci a modificare i nostri comportamenti riguardo l'ambiente.

### ***Le leggi dell'ambiente***

La consapevolezza della gravità delle minacce ecologiche transnazionali e globali e della necessità di trovare delle contromisure ha determinato negli ultimi decenni un aumento straordinario del numero di accordi internazionali in questo ambito.

Il diritto ambientale è la branca del diritto internazionale che ha registrato, soprattutto negli ultimi anni e spesso a seguito di eventi catastrofici, gli sviluppi più rapidi e notevoli.

Dal 1919 ad oggi il numero dei trattati internazionali è cresciuto in maniera esponenziale ed oggi sono circa 240. Oltre i 2/3 sono stati stipulati dopo la Prima Conferenza dell'ONU di Stoccolma del 1972. I 20 anni trascorsi poi tra la Conferenza di Stoccolma del 1972 a quella di Rio del 1992 hanno visto lo sviluppo di oltre 300 tra testi, regolamenti e leggi internazionali sull'ambiente, contenenti migliaia di disposizioni, il cui solo esame pone non poche difficoltà.

Quanto poi alla reale attuazione gli Stati si comportano un pò come i singoli individui di fronte alla Legge: in genere essi si dimostrano estremamente restii a riconoscere pubblicamente le proprie responsabilità in tutti i settori della scena internazionale compreso l'ambiente. Il che si traduce nella manifesta riluttanza con la quale gli Stati accettano di sottoporre le controversie ambientali che li riguardano ad un giudizio arbitrale presso la Corte Internazionale di Giustizia o presso altri organi di garanzia. Gli Stati (ma anche le multinazionali o i singoli individui) preferiscono negoziare e indennizzare spontaneamente piuttosto che sottostare alle leggi di un tribunale e rischiare di creare un dibattito sulle proprie responsabilità.

Ed in questo senso si capisce perché ultimamente a livello internazionale sempre più si parli di codici di autoregolamentazione (per es. per le imprese multinazionali) attraverso cui accettare le regole più comode per sé piuttosto che di un Tribunale Internazionale dell'Ambiente di fronte al quale "lavare i propri panni sporchi"...

Anche sul piano nazionale la pletora di leggi ambientali rischia talvolta di favorire anziché prevenire e combattere l'inquinamento.

Per fare un esempio, negli USA una rete di nove agenzie governative i cui budget sono controllati da ben 44 commissioni e sottocommissioni controlla gli oceani statunitensi: una macchina lenta, priva di un'unica legislazione, che ostacola le procedure di salvaguardia delle aree marine in pericolo a causa dell'inquinamento. Per fare fronte al problema che si trascina da tempo, sono stati create altre due commissioni (sic!) che stanno esaminando l'attuale sistema in ogni sua componente: dall'intricata struttura di controllo ai problemi del degrado dell'ecosistema, agli interessi economici legati alla viabilità delle acque e alle risorse petrolifere.

Insomma tra il legiferare ed il fare c'è di mezzo un ampio mare...che rischia di vanificare anche le migliori intenzioni iniziali del legislatore.

### ***Controlli e punizioni***

Come abbiamo visto il difficile non è fare le leggi, ma farle rispettare.

"Se si vuole una convivenza civile, attraverso regole condivise da tutti, bisogna fare in modo che tali regole vengano davvero rispettate. E' molto difficile che ciò avvenga spontaneamente, per senso civico: crederlo sarebbe illusorio. Soprattutto quando si tratta non di singoli individui, ma di gruppi umani o di intere popolazioni" (P. Angela, 2000).

Un esempio paradossale in questo senso è rappresentato dalla posizione degli USA: nel 1990 si impose alle duecento principali centrali a carbone degli Stati Uniti di mantenere le proprie emissioni di biossido di zolfo entro una certa quota annuale, oltre la quale si rischiavano pesanti multe. Da allora i limiti sulle emissioni inquinanti vengono applicati in tutto il mondo, coinvolgendo anche ossidi di azoto, metano, polveri sottili e naturalmente i sei gas responsabili dell'"effetto serra", con in testa l'anidride carbonica. Purtroppo però quasi mai queste norme sono rispettate.

### ***Punizioni ma anche premi...***

C'è anche un'altra strategia per orientare il comportamento sociale: riuscire a usare in modo creativo dei premi anziché delle punizioni è molto redditizio quando si tratta di agire sul comportamento umano. Del resto, gli psicologi sottolineano sempre i vantaggi dell'istituzione del premio rispetto alla repressione e alla punizione. Utilizzare il premio può risolvere in modo brillante situazioni fortemente conflittuali (P. Angela, 2000).

Sui gas a effetto serra gli USA hanno proposto di assegnare dei permessi per l'inquinamento che le aziende possano acquistare e vendere: prendiamo il caso di una centrale a carbone che sta consumando più rapidamente del dovuto la quota di biossido di zolfo (il gas responsabile delle piogge acide) assegnata dal governo. Per ovviare al problema la centrale può rivolgersi a un "trader" di biossido di zolfo e acquistare le partite in più corrispondenti al suo fabbisogno, offerte sul mercato da altre centrali che sono riuscite a ridurre le loro emissioni più del dovuto.

In questo modo tutti hanno dei vantaggi: il compratore evita la multa e quindi risparmia, il venditore ci guadagna e l'inquinamento diminuisce, da un lato perché l'Ente federale per l'ambiente di anno in anno abbassa le quote, dall'altro perché la possibilità di vendere il surplus è un potente incentivo a ridurre le emissioni. Negli USA la produzione complessiva di biossido di zolfo negli ultimi 10 anni è significativamente calata anche grazie a questi scambi di quote sui mercati finanziari.

L'idea potrebbe essere applicata ad altri aspetti della tutela ambientale.

Le foreste e i suoli agricoli assorbono anidride carbonica e in tal modo frenano il riscaldamento globale. Se le foreste e le comunità agricole potessero ricavare denaro in cambio dello "smaltimento" dell'anidride carbonica, avrebbero un ulteriore incentivo a difendere tali risorse e un'altra fonte di guadagno. In tal modo, per esempio, aziende produttrici di energia europee, americane o giapponesi, pagando gli abitanti dei villaggi africani in modo che questi salvaguardino

meglio i loro patrimoni forestali, acquisirebbero dei "crediti" ambientali spendibili sul mercato internazionale.

Non tutti però sono così entusiasti: alcuni temono che, trasformando le risorse naturali in una macchina per fare soldi, le multinazionali potrebbero sostituirsi agli abitanti di quei villaggi, magari piantando grandi appezzamenti di monoculture geneticamente modificate a crescita ultrarapida, per massimizzare la rendita e così si finirebbe per derubare ancora una volta i più poveri e l'ambiente. Certamente molto utile e vantaggiosa è invece questa applicazione quando riguarda l'impianto esteso di nuove foreste in aree che ne sono prive. Ciò dimostra che i provvedimenti legislativi anche quando sono utili, necessitano per una loro concreta applicazione di efficaci, severi controlli.

### ***Una umanità capace di futuro***

Certamente le scelte dei "governanti" possono influire e condizionare le scelte di tutti: sarebbe ingenuo non pensarlo. Eppure se una coscienza diversa inizia a farsi strada, se uno sguardo più saggio e coraggioso caratterizzasse il nostro rapporto con il pianeta, noi inizieremo a vivere meglio, a veder vivere meglio chi sta intorno a noi.

*"I nostri rapporti con il mondo dipendono in maniera cruciale dalla nostra visione di noi stessi":* questa frase del Premio Nobel Amartya Sen coglie bene la sfida che ognuno di noi dovrà intraprendere *in primis* con se stesso.

La nostra presa di coscienza individuale è il primo presupposto per la nascita di una coscienza planetaria, attenta alla salvaguardia dei diritti fondamentali dell'uomo e dell'ambiente.

Tutto ciò passa attraverso la comprensione del valore della vita di ogni individuo, delle immense potenzialità che ognuno può esprimere, della forza che scaturisce da una chiarezza degli obiettivi di vita da realizzare, della potenza della consapevolezza per la realizzazione di un fine comune ad altri individui.

L'accelerazione impressa dallo sviluppo scientifico-tecnologico, soprattutto nel campo dell'informazione, fa sì che siano sempre più numerosi coloro che possono accedere a tale consapevolezza.

La storia ha dimostrato più di una volta che un singolo individuo o un piccolo gruppo possono aprire gli occhi alla gente sull'importanza di una questione e mettere in moto grandi cambiamenti nel percorso di una società.

### ***Bibliografia***

P. Angela (2000): *Premi & punizioni*. Mondadori

F. Pearce (2002): *La Terra da salvare*. Internazionale, n. 451

T.C. Fishman (2002): Harper's Magazine, Agosto 2002

AA.VV. (1972): *I limiti dello sviluppo*. Mondadori

J. Goodall (2002): *The Power of One*. Time Special Report *"How to save the Earth"*. September 2, 2002

S. Cohen (2002): *Stati di negazione*. Carocci.

U. Galimberti (2002): *Non mi piace e non lo vedo*. In "La Repubblica", 5 settembre 2002

R. Lembo (2002): *Le fatiche della politica*. Solidarietà Internazionale. N. 3 Maggio-Giugno 2002

G. Bologna, P. Lombardi (1986): *Uomo e ambiente*. Gremese Editore