

## **Effetti del cambiamento globale indotto dalle attività antropiche su biodiversità, servizi della natura e futuro dell'umanità**

Ireneo Ferrari, Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma.

Rielaborazione con integrazioni del testo di P.R. Ehrlich *Global change and its influence on biodiversity* (R.Casagrandi & P.Melià (Eds) Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, Como, 8-10 settembre 2003. SIte Atti 27: 35-45).

L'articolo esordisce con un richiamo alla dimensione impressionante dei cambiamenti globali indotti dalle attività antropiche. La popolazione umana negli ultimi 16.000 anni si è espansa oltre mille volte. E negli ultimi due secoli si è avuta un'accelerazione incredibile della pressione esercitata dalla popolazione umana che si è accresciuta di almeno sei volte determinando un aumento di 30-40 volte delle attività industriali e del relativo impatto ambientale: la specie *Homo sapiens* è diventata una forza geologica globale alterando l'albedo della Terra, cambiando la composizione dell'atmosfera e mobilizzando molti minerali a un tasso comparabile a quello dei processi naturali di erosione dovuti al vento e all'acqua; nello stesso tempo ha incanalato la produttività della Terra (giungendo a sfruttare direttamente o indirettamente metà della produttività primaria netta della biosfera) e ha utilizzato le risorse energetiche contenute nei combustibili fossili per la gestione, sempre più dispendiosa, dei sistemi umani. Ha cambiato faccia al pianeta per soddisfare i propri bisogni. L'umanità è diventata il motore del cambiamento globale.

La perdita di biodiversità, che rappresenta un patrimonio ambientale insostituibile e dunque la risorsa più preziosa del capitale naturale, è la più cruciale delle modificazioni indotte dal cambiamento globale, poiché la conservazione delle altre forme di vita è la condizione per poter garantire all'uomo il rifornimento continuativo di servizi e prodotti indispensabili che sono resi disponibili dagli ecosistemi. Come può l'umanità, allora, preservare il capitale naturale e i servizi ecosistemici che da esso promanano? Una possibilità è quella di aumentare a livello planetario la superficie delle aree di pregio naturalistico da proteggere. Uno studio di Balmford *et al.* (2002) ha portato a stimare che i benefici resi dal mantenimento dell'attuale riserva di aree di "wild nature" è almeno 100 volte superiore ai costi previsti per la loro conservazione. Ma una delle cause più importanti della disastrosa tendenza alla perdita della biodiversità (e, quindi, dei servizi connessi agli ecosistemi) è ravvisabile nel funzionamento inadeguato e fallimentare del mercato. Molti dei benefici che affluiscono dal capitale naturale sono esternalità positive per la società (intendendo per esternalità benefici o costi che non entrano nei prezzi di mercato). Tra le esternalità positive fornite dalle foreste naturali campeggia la funzione chiave del sequestro di carbonio, un processo che riduce le probabilità di cambiamenti climatici catastrofici per tutti noi. Il valore di funzioni ecologiche essenziali raramente è preso in considerazione dal mercato. Allo stesso modo, il calcolo dei costi associati alla conversione di habitat naturali in aree antropizzate non include diverse esternalità negative, come l'aumento del rischio di inondazioni e l'emissione di carbonio in atmosfera associata al taglio delle foreste (o all'urbanizzazione di aree verdi).

Alcune scelte operative rilevanti sono state sollecitate da ricerche che già negli anni settanta-ottanta del secolo scorso avevano segnalato la preoccupante accelerazione del tasso di perdita

della biodiversità (Myers 1978, 1988 e 1990, Marshall & Ward 1996), un processo ritenuto comparabile all'estinzione che 65 milioni di anni fa portò allo sterminio dei dinosauri. È stato Myers, sulla base dell'osservazione che una quota elevatissima della biodiversità globale è concentrata su aree limitate ("hotspots") che rappresentano una relativamente piccola porzione del pianeta, a proporre la strategia di impegnare nella protezione di queste aree il massimo sforzo di ricerca e di risorse. D'altra parte, non è meno importante impegnarsi sull'obiettivo di bloccare la tendenza all'estinzione delle popolazioni (Ehrlich & Daily 1993, Daily & Ehrlich 1995). Hughes *et al.* (1997 e 2000) hanno tentato una stima del numero globale di popolazioni, arrivando alla cifra impressionante (che per altro non include microorganismi, funghi e nematodi) di 6.6 miliardi e segnalando che il rischio di estinzione è molto più alto per le popolazioni che per le specie. L'estinzione di metà delle specie in una certa area è associata in prima approssimazione alla distruzione del 90% degli habitat. Lo stesso effetto sulle popolazioni è causato dalla perdita di circa il 50% degli habitat dell'area in cui sono insediate. Per le regioni della foresta tropicale si calcola un tasso annuo di perdita di 16 milioni di popolazioni. È evidente dunque l'importanza di preservare, oltre agli "hotspots" ad alta diversità di specie, anche i "coldspots" che non si caratterizzano per un'alta ricchezza specifica ma ospitano molte popolazioni di poche specie che esplicano funzioni ecologiche essenziali da cui dipende il rilascio di servizi fondamentali per il benessere delle comunità umane. Va da sé che l'estinzione di una popolazione deve essere considerata con preoccupazione in quanto, in ogni caso, rappresenta un evento che può contribuire ad alzare il rischio di estinzione per la specie cui essa appartiene.

Il tema focale è quello dei servizi, sostenuti dalla presenza e dalle attività e funzioni dei viventi, che gli ecosistemi naturali sono in grado di fornire e della loro valenza decisiva nella gestione dei sistemi umani. Le società umane non potrebbero esistere senza la continuità di erogazione dei servizi della natura: la stabilità della qualità e della composizione dell'atmosfera; la modulazione delle caratteristiche climatiche e meteorologiche; la stabilizzazione del ciclo dell'acqua e la mitigazione degli eventi distruttivi estremi rappresentati da lunghi periodi di siccità e da tempeste e inondazioni rovinose; il riciclo dei nutrienti; la detossificazione e depurazione degli effluenti urbani e industriali; la conservazione e rigenerazione dei suoli; l'impollinazione (con particolare riguardo alle colture agricole e forestali); il controllo dei parassiti e dei vettori di malattie dell'uomo; l'utilizzo di piante ed animali per la produzione di nuovi medicinali; l'estrazione di materiali per l'industria e di cibo, non solo dalle aree agricole, ma anche da altri ambienti sia acquatici che terrestri...

Sono devastanti gli effetti dell'espansione delle attività umane, del controllo sempre più stretto sul capitale naturale, della diversione sempre più incisiva della produttività dei sistemi naturali verso i crescenti bisogni indotti da pratiche di gestione incosciente dei sistemi umani. L'interferenza dell'uomo con i sistemi naturali sta incidendo sui processi biogeochimici di base che rendono la Terra abitabile. Stiamo mettendo in gioco il futuro della nostra casa e il futuro dell'umanità. Significativa appare, a tale riguardo, la criticità rappresentata dalla destabilizzazione del clima. Le evidenze sono inoppugnabili. Nell'ultimo secolo la temperatura media della superficie terrestre è aumentata di 0.6 °C. Nell'ultimo decennio del secolo scorso sono state registrate temperature che probabilmente sono le più alte degli ultimi duemila anni. E queste evidenze rischiano di apparire trascurabili rispetto ai cambiamenti che si possono

prevedere per i prossimi decenni. Il punto che merita maggior attenzione e che deve indurre a riflettere con preoccupazione sui rischi che corrono le società umane riguarda la non linearità del sistema clima. Schneider (1997) ha ricostruito dettagliatamente un evento verificatosi nel Canada nordorientale 13000 anni fa: l'improvviso ritorno, nel giro di poche decine d'anni, alla glaciazione di questa regione (una mini epoca glaciale, nota come "Younger Dryas", che durò mezzo millennio), dovuta probabilmente al deflusso nel bacino del Saint Lawrence e poi nel nord Atlantico delle acque di un lago gigantesco non più trattenuto dalla diga di ghiaccio. L'eventualità di sorprese come questa non può essere esclusa. Un improvviso riscaldamento della stessa entità e scala del raffreddamento della "Younger Dryas" avrebbe, sulle popolazioni umane stabilmente insediate nelle città e in prossimità di aree agricole fertili, effetti catastrofici molto più pesanti di quelli che dovettero allora subire le popolazioni nomadi di cacciatori e raccoglitori. La mini epoca glaciale ebbe conseguenze distruttive su flora e fauna della regione interessata, ma fornì disponibilità di cibo consistenti (cervi, bisonti, mammut in fuga dalle aree glaciali) ai cacciatori europei.

### **Le forzanti dell'impatto globale: le dimensioni della popolazione umana, i consumi, le tecnologie**

Le forzanti dell'impatto che mette a rischio la conservazione dei sistemi di supporto alla vita umana sono riconducibili alla crescita demografica, all'eccesso dei consumi e all'uso di tecnologie errate combinate con dinamiche sociali, politiche ed economiche che facilitano e promuovono i consumi (Ehrlich, 1990 e 1995). Un'espressione semplificata ( $I = PAT$ ) permette di calcolare l'impatto ambientale di una società (I) come prodotto del numero di persone (P) per l'affluenza (A) misurata sulla base dei livelli di consumo e per un fattore T che descrive le tecnologie usate per la produzione dei beni consumati, tenendo conto anche delle implicazioni socio-economiche e politiche che regolano l'adozione e lo sviluppo delle tecnologie stesse (United Nations, 2001 e 2003). L'indicazione più netta che esce dalla formula è che l'attacco più grave all'integrità degli ecosistemi e dei servizi naturali è portato dalla minoranza dei ricchi che abitano la Terra. I paesi ricchi, in ragione dell'alto valore medio dei consumi pro capite, sono responsabili di gran parte del degrado ambientale e della perdita di biodiversità che abbiamo registrato durante l'ultimo mezzo secolo. Anche i poveri possono causare danni ambientali localmente pesanti, ma ciò avviene per lo più come conseguenza del fatto che essi non dispongono di risorse sufficienti per evitarli e prevenirli. Assume pertanto rilievo centrale l'esigenza di un cambiamento radicale delle politiche perseguite da alcuni paesi ricchi, anzitutto degli Stati Uniti, che sono fondate sull'esercizio del potere economico e militare per il mantenimento del livello presente di consumi, senza alcun riguardo ai costi associati al degrado ambientale e senza alcuna attenzione ai bisogni dei popoli poveri del mondo e delle future generazioni.

Buone sono le novità di questi ultimi anni in campo demografico. Attualmente, a livello planetario, il tasso di crescita annua della popolazione umana è 1.2 e in molti paesi sviluppati (con l'eccezione degli Stati Uniti) è in fase di contrazione. La crescita rallenta sia nei paesi industrializzati che in quelli in via di sviluppo. Contraddittoria e insostenibile appare la preoccupazione di alcuni demografi e politici relativamente al fenomeno prevedibile di invecchiamento della popolazione, che inevitabilmente accompagnerà nei prossimi decenni la

fase di transizione segnata da un riequilibrio della struttura per età. Alcune previsioni indicano infatti per il 2050 un incremento di tre volte del numero di ultrasessantenni con percentuali che addirittura potranno superare il 30% nei paesi interessati da un calo della popolazione totale. L'allarme per questo fenomeno non è giustificato. A meno di non credere che la popolazione umana possa aumentare per sempre, è evidente che prima o poi i problemi posti dal cambio di struttura per età devono essere affrontati. Non si capisce perché dobbiamo passarli in eredità ai nostri figli che saranno costretti a risolverli in condizioni ambientali e politiche aggravate da un più diffuso degrado ambientale. Le questioni poste dal cambio di struttura della popolazione sono serie e importanti, si legano ai problemi dell'occupazione delle giovani generazioni (la volatilità degli impieghi, la ricerca di lavori gratificanti) e alla prospettiva di una dilatazione dei tempi di vita attiva dei lavoratori, ma proprio per questo impongono coraggio e responsabilità.

L'inversione della tendenza a un aumento dei tassi di crescita demografica che ha contrassegnato i primi decenni dopo l'ultima guerra mondiale non può far dimenticare che la popolazione mondiale è ancora in fase espansiva. Le previsioni danno 9 miliardi intorno al 2050 e una stabilizzazione intorno ai 10 miliardi entro la fine del secolo. Questo significa che nel periodo che ci separa dalla stabilizzazione gli abitanti del pianeta cresceranno ancora di tre-quattro miliardi. E il 97% di questi sarà costituito dai popoli delle regioni in via di sviluppo, che sono quelle che contengono il più alto patrimonio di biodiversità. Si possono prevedere intensi processi migratori verso le regioni costiere, dove l'espansione di attività umane fortemente impattanti è destinata ad avere effetti distruttivi non solo sulla biodiversità degli ambienti terrestri, ma anche su quella del mare e degli ambienti di transizione, dalle zone umide alle paludi a mangrovia.

Un aspetto non secondario dell'impatto ambientale della popolazione umana è rappresentato dalla dinamica delle dimensioni dei nuclei famigliari ("households"). La tendenza prevalente è quella di una netta diminuzione del numero medio di persone per "household": essa è dovuta a varie ragioni (maggiore affluenza, aumento dei tassi di separazioni e divorzi, diminuzione della frequenza delle famiglie multi-generazionali) e comunque interessa sia i paesi affluenti che quelli poveri. È evidente l'effetto di questa tendenza: si costruiscono più case, aree sempre più consistenti di suolo, soprattutto nelle cinte suburbane, sono occupate da abitazioni (la tendenza è rafforzata anche dalla proliferazione delle seconde case nei paesi ricchi). Nello stesso tempo aumenta il consumo pro-capite di risorse fondamentali, come l'acqua, l'energia elettrica, i combustibili per il riscaldamento, ecc. (Liu *et al.* 2003). Il fenomeno si configura come pesante, ulteriore minaccia per la biodiversità e la conservazione della qualità ambientale. È da aggiungere che in alcune aree particolarmente affluenti degli Stati Uniti, dalla Florida alla California (Frank 1999), ma anche di altri paesi ricchi, è netta la tendenza all'aumento dell'area occupata dalle case costruite per ospitare nuclei famigliari più ristretti. Ma la minaccia più grave alla biodiversità per effetto della riduzione dei nuclei famigliari viene dai paesi con aree "hotspots", considerando che in gran parte di questi la popolazione sta ancora crescendo sensibilmente. È il caso di Australia, Brasile, Cina, India, Indonesia, Nuova Zelanda, Nigeria, Siria, Turchia, Stati Uniti, Vietnam... È stato calcolato che la riduzione delle dimensioni dei nuclei famigliari nei paesi con "hotspots" porterà tra il 2000 e il 2015 a un aumento del loro numero pari a 233 milioni. Sono facilmente prevedibili gli effetti rovinosi che si avranno

sull'ambiente, in termini di deforestazione, perdita e frammentazione degli habitat, perdita di diversità di specie e di popolazioni.

La forzante rappresentata dai consumi medi individuali, in particolare il sovraconsumo di risorse nei paesi industrializzati, ha un ruolo importantissimo nel determinare l'entità del cambiamento globale che minaccia la biodiversità. Il consumo elevato di benzina, ad esempio, è, com'è noto, un fattore rilevante nel determinare i rapidi cambiamenti climatici che si stanno verificando a scala planetaria. È stata principalmente la crescente domanda di materiali e prodotti delle regioni tropicali (zucchero, tè e caffè, gomma, legni pregiati, banane, olio di palma...), che si è determinata nelle classi medie dei paesi occidentali già dall'Ottocento, a causare danni gravissimi agli ecosistemi di vastissime zone delle foreste pluviali dall'America Centrale e Meridionale alla Malesia, all'Indonesia, alla Nuova Guinea. Agli effetti ambientali devastanti dello sfruttamento delle risorse di queste regioni e della conversione degli ambienti naturali, programmato e sostenuto da imprese e governi dei paesi ricchi del mondo, si sono accompagnati processi gravi di impoverimento e degrado sociale e culturale delle popolazioni native. Le politiche imperiali che i governi dei paesi ricchi adottano nei confronti dei paesi del sottosviluppo (che sono anche in grande misura le regioni con i più significativi "hotspots" di biodiversità) vi determinano il rinforzo di un circuito perverso in cui si alimentano reciprocamente povertà e distruzione delle risorse naturali. Bishop (2003) documenta lo stato presente delle foreste dell'Arcipelago della Sonda, le più imponenti e belle e ricche di specie di tutta la fascia tropicale: sono state quasi completamente distrutte; è stato in tal modo innescato un episodio di estinzioni senza precedenti da quando 65 milioni di anni fa la collisione con un corpo extraterrestre portò allo sterminio dei dinosauri.

Non meno preoccupante è la situazione della biodiversità nei mari (Pauli et al. 2002, Pauli & Watson 2003). Il 90% dei grandi pesci predatori, dagli squali ai merluzzi ai pesci spada, sono andati perduti. I tre quinti dei più importanti stock ittici oceanici sono da considerarsi in via di esaurimento. Effetti distruttivi sulla biodiversità in mare sono da attribuire al diffondersi su aree molto estese delle pratiche della pesca a strascico. Per una valutazione degli effetti globali dell'impatto umano sul pianeta è di notevole rilievo il contributo delle ricerche di Wackernagel et al. (2002) ispirate al noto approccio della stima dell'"impronta ecologica". Il "carico" umano complessivo che nel 1961 era uguale al 70% della capacità rigenerativa della biosfera, ha eguagliato questo valore durante gli anni ottanta ed è attualmente oltre il 120%.

### **Che fare?**

Ci sono due cose da fare se vogliamo prevenire la distruzione della biodiversità ed evitare il collasso della civilizzazione che la disponibilità della risorsa biodiversità ha reso possibile: la prima è bloccare la crescita demografica ed avviare un trend decrescente che porti la popolazione umana ad una dimensione sostenibile; la seconda è la riduzione dei consumi nei paesi ricchi e l'avvio di un processo di attenuazione progressiva del "gap" tra ricchi e poveri. Questi obiettivi sono da perseguire fin d'ora, partendo dalla consapevolezza che il maggiore ostacolo è rappresentato dall'iniqua distribuzione del potere (e dunque dell'accesso alle risorse) nel nostro mondo. Certamente è preoccupante il fatto che l'attuale amministrazione degli Stati

Unti (forse la peggiore di tutta la storia americana) sia impegnata nello smantellamento delle esperienze più significative ed avanzate di protezione ambientale, oltre che del fragile sistema di sicurezza internazionale costruito con l'impegno e la lotta delle nazioni di tutto il mondo.

Ci sono esperienze nuove e promettenti che possono produrre risultati utili all'obiettivo della conservazione e del ripristino della biodiversità: si citano la "countryside biogeography" (Daily *et al.* 2001 e 2003), una scienza della tutela della biodiversità e dei servizi naturali degli ecosistemi in territori occupati e disturbati da attività umane, e lo sviluppo di iniziative tese, attraverso l'istituzione di riserve marine, al mantenimento della produttività ittica. Più in generale, sembra essenziale che gli ecologi dedichino uno sforzo sempre più grande ad affrontare i problemi della conservazione degli ecosistemi nel breve termine. Ma è altrettanto importante che essi dedichino tempo al tentativo di risolvere problemi di lungo termine. Molti ecologi americani hanno capito che l'azione politica ha un peso centrale rispetto all'obiettivo di preservare la biodiversità come patrimonio indispensabile per costruire una società sostenibile. Assume rilievo strategico allora l'impegno a sostituire l'attuale amministrazione americana con un'altra che non si dedichi alla distruzione dell'ambiente.