

Ordine Nazionale dei Biologi

XVI Congresso Internazionale

2 – 4 ottobre 2003

Abano Terme (PD)

## **VERSO LA SUSTAINABILITY SCIENCE**

**Gianfranco Bologna**

*Segretario aggiunto per gli affari scientifici e culturali, WWF Italia*

### **PREMESSA**

Nell'ultimo decennio ma, soprattutto negli ultimi anni, si è fatto frequente, nella letteratura scientifica, l'utilizzo del termine "Sustainability Science", scienza della sostenibilità'.

Non ci troviamo di fronte ad una disciplina scientifica matura con chiare componenti concettuali e teoriche. Si tratta invece di una "convergenza" transdisciplinare di riflessioni e ricerche derivanti da discipline diverse che cercano di analizzare le interazioni dinamiche esistenti tra i sistemi naturali e quelli sociali e di comprendere i modi migliori per "gestirle".

La scienza della sostenibilità' si sta formando in un momento in cui l'intera cultura scientifica è in grande "ebollizione"; i confini disciplinari si fanno sempre più labili, tanti nuovi approcci e saperi si incrociano e si interfecondano e siamo sempre più consapevoli delle nostre oggettive difficoltà' di conoscenza effettiva della realtà' che ci circonda, delle difficoltà' di interpretarla, di governarla, di gestirla.

È sempre più evidente che, nel prendere decisioni di "governo" e di "gestione" dei sistemi naturali e di quelli sociali ed economici ci troviamo in oggettive situazioni di incertezza.

È ormai necessario abbandonare quelle visioni lineari, continuiste e deterministe dei fenomeni presenti nei sistemi ecologici, sociali ed economici, perché non sembrano risultare più adeguate alla realtà' che ci appare rispetto alle nuove conoscenze. Nei sistemi naturali, sociali ed economici appaiono evidenti i regimi di instabilità' e le crescenti disomogeneità' spaziali e temporali: continuità' e discontinuità' si intrecciano continuamente, mentre piccole fluttuazioni nelle condizioni

iniziali possono produrre effetti grandi ed amplificati. L'elemento costante che caratterizza il comportamento di questi sistemi e' il cambiamento: si tratta di sistemi adattativi complessi lontani dall'equilibrio che possono alternare periodi di stabilita' relativa a cambiamenti drammatici<sup>1</sup>.

Notevoli avanzamenti scientifici sulle dinamiche dei sistemi adattativi complessi si sono avuti nell'ambito delle scienze del caos e delle scienze della complessita' che costituiscono filoni di ricerca transdisciplinare, fondamentali per la scienza della sostenibilita'. Le basi matematiche e fisiche dei sistemi adattativi complessi costituiscono elementi molto importanti nei legami con la biologia e l'ecologia. I fenomeni dell'auto organizzazione, delle proprieta' emergenti, dello stato critico dell'autorganizzazione sono basi significative per la scienza della sostenibilita' cosi' come, in ambito operativo, gli approcci adattivi agli ecosistemi (Adaptive Ecosystem Approach)<sup>2</sup>

Secondo gli studiosi Silvio Funtowicz e Jerry Ravetz, le questioni ambientali hanno aperto una nuova fase nella prassi scientifica e, richiamandosi all'idea di "scienza normale" (indicata dal filosofo della scienza Thomas Kuhn<sup>3</sup>), definiscono questa nuova fase "scienza postnormale". I nuovi problemi di dimensione globale che emergono dalla relazione tra sistemi naturali e sistemi sociali possono produrre conseguenze di lungo periodo e con grandi difficolta' di reversibilita'. In questo quadro spesso la ricerca scientifica puo' produrre solo modelli matematici e simulazioni che sono essenzialmente inverificabili. La situazione attuale posta dallo stretto intreccio dei problemi ambientali e sociali fa' si che i fatti risultano incerti, i valori in conflitto, la posta in gioco alta e le decisioni urgenti. Sono percio' necessarie nuove metodologie basate su di un nuovo fondamento epistemologico, quello, appunto, della scienza post normale<sup>4</sup>.

In questo quadro concettuale ed epistemologico si muove la scienza della sostenibilita'.

---

<sup>1</sup> Vedasi, ad esempio, nella ricca letteratura esistente in materia Waldrop M.M., 1992 – Complexity – Viking (ed. it., 1995 – Complessita' – Instar libri), Bak P., 1996 – How Nature Works – Springer-Verlag, Levin S., 1999 – Fragile Dominion – Perseus Books, Gunderson L. H. e Holling C. S. (a cura di), 2002 – Panarchy – Island Press, Strogatz S., 2003 – Sync – Hyperion (ed. it., 2003 – Sincronia – Rizzoli).

<sup>2</sup> Boyle M., Kay J. J. e Pond B., 2001 – Monitoring in support of policy: an adaptive ecosystem approach – in Munn T. (a cura di) Encyclopedia of Global Environmental Change – vol. 4; 116-137, John Wiley & Sons.

<sup>3</sup> Kuhn T. S., 1970 – The Structure of Scientific Revolution – University of Chicago Press (ed.it., 1969 – La struttura delle rivoluzioni scientifiche – Einaudi)

<sup>4</sup> Funtowicz S e Ravetz J., 1993 – Science for the post normale age – Futures 25, 7; 739 – 755, Funtowicz S. e Ravetz J., 1999 – Post-normal science – Futures, 31, 7 (numero speciale), Funtowicz S.O., Martinez-Alier J., Munda G. e Ravetz J.R., 1999 – Information tools for environmental policy under conditions of complexity – Environmental issues series n. 9, European Environmental Agency..

Recentemente la prestigiosa rivista dei “Proceedings” della National Academy of Science statunitense ha pubblicato uno “Special Feature” dedicato alla Sustainability Science<sup>5</sup>, fornendo quindi un notevole contributo all’individuazione di questa scienza della sostenibilità’. Già’ il volume curato dall’ecologo Robert Costanza nel 1991 che riporta gli Atti del I Congresso dell’ International Society for Ecological Economics inseriva nel titolo un riferimento alla scienza della sostenibilità<sup>6</sup>, mentre una chiara esplicitazione del termine nasce dal rapporto pubblicato dal National Research Council statunitense<sup>7</sup> e dall’articolo pubblicato su “Science” da Robert Kates e da diversi studiosi molto noti in diversi campi, come quello delle ricerche sul cambiamento globale (come Hans Joachim Schellnhuber e Bert Bolin)<sup>8</sup>. Oggi gli avanzamenti di numerose discipline, la nascita di nuove e l’esigenza di una forte transdisciplinarieta’ che facilita certamente la comprensione della realta’, consentono (pur tuttavia in una situazione di oggettiva incertezza) di individuare principi, metodologie e strumenti per cercare di “gestire” al meglio i sistemi naturali e le loro interrelazioni con quelli sociali ed economici. Le discipline che costituiscono una base necessaria per questo approccio sono discipline delle scienze ecologiche (ma anche fisiche e naturali in senso piu’ ampio, vedasi, ad esempio, la fisica dei sistemi complessi), scienze economiche e scienze sociali. In particolare possiamo fare riferimento a tutte le ricerche sul cambiamento globale che oggi vanno sotto il termine di Earth System Science<sup>9</sup> alla biologia della conservazione (Conservation Biology), all’economia ecologica (Ecological Economics), all’ecologia del paesaggio (Landscape Ecology), all’ ecologia del ripristino (Restoration Ecology), all’ecologia industriale (Industrial Ecology). Avanzamenti nelle scienze sociali relativi all’apprendimento (Learning) ed all’adattamento (Adaptive Management) sono estremamente utili nel campo della Sustainability Science.

---

<sup>5</sup> Sustainability Science Special Feature, Proceedings of the National Academy of Science, 2003, 100, 14; 8059 – 8091.

<sup>6</sup> Costanza R. (a cura di), 1991 – Ecological Economics : the Science and Management of Sustainability – Columbia University Press.

<sup>7</sup> National Research Council, 1999 – Our Common Journey – National Academic Press.

<sup>8</sup> Kates R. et al., 2001 – Sustainability Science Science, 292 ; 641-642, vedasi, inoltre il sito web della Harvard University sulla Sustainability Science, <http://www.sustsc.harvard.edu>

<sup>9</sup> Vedasi i programmi internazionali International Geosphere Biosphere Programme, Human Dimensions of Global Environmental Change, World Climate Research Programme e DIVERSITAS il programma internazionale di ricerche sulla biodiversita’ che si sono recentemente riuniti nell’Earth System Science Partnership (vedasi il sito web <http://www.ess-p.org>).

Il concetto di sostenibilita' coinvolge chiaramente l'aspetto ambientale, quello economico e quello sociale dell'interazione dei vari sistemi. La Sustainability Science cerca, da una parte, di comprendere quali sono i limiti nell'utilizzo delle risorse e nella produzione di rifiuti del nostro sistema economico rispetto alle capacita' rigenerative ed assimilative dei sistemi naturali e, dall'altra, di favorire e mettere a disposizione le migliori capacita' di apprendimento, di adattamento e flessibilita' dei nostri sistemi sociali per farvi fronte.

Esistono numerose definizioni di sviluppo sostenibile e di sostenibilita' con evidenziazioni e sottolineature differenti ma, come ricorda l'economista Richard Norgaard, "e' impossibile definire lo sviluppo sostenibile in un modo operativo, in dettaglio e con un livello di controllo presunto dalla logica della modernita'"<sup>10</sup>.

Abbiamo pero' diversi punti "fermi" che costituiscono la base del concetto e della sua operativita' cui hanno fornito contributi importanti tante discipline. In questa sede mi limitero' a riferire le confluente in particolare di tre ambiti di ricerca: la cosiddetta Earth System Science (la scienza del sistema Terra), gia' citata, l'economia ecologica e la biologia della conservazione.

## **EARTH SYSTEM SCIENCE**

Il noto scienziato Paul Crutzen, premio Nobel per la Chimica 1995, ha proposto di definire il periodo geologico che stiamo vivendo a partire dalla seconda meta' del Settecento, quindi dall'avvio della Rivoluzione industriale, Antropocene, a dimostrazione del ruolo centrale che la specie umana riveste nella straordinaria modificazione dei sistemi naturali.<sup>11</sup>

Il periodo che stiamo vivendo viene definito Olocene ed e' cominciato all'incirca 10-12.000 anni fa, cioe' da quando la nostra specie ha avviato la Rivoluzione Neolitica o agricola.

Il periodo precedente viene definito Pleistocene e copre il periodo di tempo da 1.8 milioni di anni a 12.000 anni fa. Olocene e Pleistocene costituiscono quella che i geologi chiamano era Quaternaria.

Con la proposta di Crutzen che e' gia' stata accolta da molti studiosi positivamente, il mondo scientifico ufficializza ancor piu' il ruolo

---

<sup>10</sup> Norgaard R., 1994 – Development Betrayed – Routledge.

<sup>11</sup> Crutzen P.J. e E.F. Stoermer, 2000 – IGBP Newsletter n. 41; Crutzen P.J., 2002 - Geology of Mankind – Nature, vol. 415; 23.

fondamentale delle nostre ricerche destinate a discernere gli effetti dell'intervento umano sul nostro pianeta.

Lo stesso Crutzen ricorda come altri studiosi, nel passato, avevano già sottolineato questo ruolo richiamandone la necessità di marcarlo proprio nell'individuazione delle ere e dei periodi geologici. Cita il grande geologo italiano Antonio Stoppani (1824 – 1891) che nel 1873 aveva sottolineato il ruolo umano di intervento sulla natura come una nuova forza tellurica che, in potere ed universalità, poteva essere paragonata alle grandi forze che sono presenti sulla Terra, riferendosi inoltre alla nostra come all'era antropozoica.

Ormai tutte le numerose ed avanzate ricerche dei tantissimi scienziati che operano nel grande ed autorevolissimo sforzo collettivo dell'International Geosphere Biosphere Programme (IGBP), voluto dall'International Council for Science (ICSU) dalla metà degli anni Ottanta, sottolineano il ruolo umano nelle grandi perturbazioni ambientali.

Nel 2002, prima del Summit mondiale sullo Sviluppo Sostenibile di Johannesburg, l'IGBP ha avviato la sua seconda fase di ricerche, 15 anni dopo la sua nascita ed ha riassunto le conclusioni di ciò che è stato prodotto sino ad ora<sup>12</sup>. Nel Rapporto divulgativo dove l'IGBP cerca di riassumere le conclusioni di questi straordinari anni di ricerche in cui si è profondamente indagato, in maniera interdisciplinare, sulle dinamiche ed i cambiamenti dei sistemi naturali e sul ruolo dell'intervento umano sui sistemi naturali, vengono indicate le seguenti conclusioni:

1. La Terra è un sistema che la vita stessa aiuta a controllare. I processi biologici interagiscono fortemente con i processi fisici e chimici nel creare l'ambiente planetario, ma gli aspetti biologici giocano un ruolo superiore a quello che si pensava precedentemente nel mantenere l'ambiente della Terra in limiti abitabili;
2. Il cambiamento globale è molto più che il cambiamento climatico. È reale, sta avvenendo ora e va accelerandosi. Le attività umane influenzano significativamente le funzioni del sistema Terra in molti modi; i cambiamenti antropogenici sono chiaramente identificabili oltre la variabilità naturale e sono equivalenti ad alcune grandi forze della natura nella loro estensione e nel loro impatto;
3. Le attività umane provocano effetti multipli che interagiscono a cascata lungo il sistema Terra, in modi complessi. Il cambiamento globale non

---

<sup>12</sup> IGBP, 2002 - IGBP II, Special Edition – Global Change Newsletter n.50; IGBP, 2001 – Global Change and the Earth System: a Planet under Pressure – IGBP Science 4.

puo' essere compreso nei termini del paradigma della semplice reazione causa-effetto. Gli effetti a cascata delle attivita' umane interagiscono con molti altri effetti e con cambiamenti su scala locale e regionale in maniera multidimensionale;

4. Le dinamiche della Terra sono caratterizzate da soglie critiche e repentini mutamenti. Le attivita' umane possono inavvertitamente scatenare cambiamenti con conseguenze catastrofiche per il sistema Terra. Infatti puo' accadere che un mutamento venga a malapena evitato, come nel caso dell'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico. Il sistema Terra ha operato nell'ultimo mezzo milione di anni in una situazione di stati quasi stabili, con repentini cambiamenti avvenuti durante questo periodo. Le attivita' umane presentano chiaramente la potenzialita' di modificare il sistema Terra in modi operativi alternativi che possono dimostrarsi irreversibili;
5. La Terra sta attualmente operando in uno stato che non ha avuto analogie rispetto al passato. Nei termini dei parametri ambientali chiave, il Sistema Terra si e' recentemente mosso al di fuori del "range" della variabilita' naturale che ha avuto luogo nell'ultimo mezzo milione di anni. La natura dei cambiamenti oggi in atto simultaneamente nel sistema Terra, la loro dimensione ed il tasso di mutamento, sono senza precedenti.

Le ricerche realizzate nell'ambito dell'IGBP ci ricordano che:

1. in poche generazioni l'umanita' ha consumato le riserve di combustibili fossili, generate in centinaia di milioni di anni, avvicinandosi alla soglia dell'esaurimento,
2. la concentrazione nell'atmosfera di diversi gas che incrementano l'effetto serra naturale, in particolare l'anidride carbonica ed il metano, e' aumentata pericolosamente, innescando rapidi cambiamenti climatici,
3. circa il 50% della superficie terrestre e' stata modificata direttamente dall'intervento umano, con significative conseguenze sulla ricchezza della vita sulla Terra (biodiversita'), per il ciclo dei nutrienti, per la struttura del suolo e per il clima,
4. la quantita' di azoto fissato sinteticamente dalle attivita' agricole attraverso i fertilizzanti chimici, e' oggi superiore a quella fissata naturalmente negli ecosistemi terrestri nel ciclo naturale di questo elemento,
5. piu' della meta' della quantita' globale di acqua dolce accessibile e' utilizzata direttamente o indirettamente dalla nostra specie e le riserve

idriche sotterranee si stanno rapidamente esaurendo in moltissimi aree del pianeta (dalla Cina agli Stati Uniti, dall' India all'Iran),

6. gli ecosistemi marini e costieri si stanno drammaticamente alterando. Sono stati distrutti il 50% degli ambienti di mangrovie ed il 50% delle zone umide,
7. circa il 22% delle zone marine di pesca sono state ipersfruttate o esaurite ed il 44% e' al limite dell'esaurimento,
8. i tassi di estinzione delle forme di vita sono notevolmente aumentati, sia negli ecosistemi marini che in quelli terrestri. Siamo nel mezzo di un grande evento di perdita della biodiversita', provocato, per la prima volta nella storia della vita sulla Terra, dalle attivita' di una singola specie vivente: la nostra.

Sempre sotto gli auspici dell' International Council for Science (ICSU) si e' costituito nel 2002, l'Earth System Science Partnership che unisce, in maniera coordinata, i quattro grandi progetti di ricerca internazionali esistenti che operano ormai da diversi anni.

Il primo che e' stato gia' citato prima e' l'International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) mentre gli altri sono:

- il World Climate Research Programme (WCRP) i cui obiettivi riguardano la capacita' di conoscenza delle dinamiche del sistema climatico, le possibilita' di prevederle e l'analisi dell'influenza umana sul clima;
- l'International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP) i cui obiettivi riguardano la descrizione, l'analisi e la comprensione della dimensione umana relativa ai cambiamenti ambientali globali. Cio' significa comprendere le cause e le conseguenze delle azioni che influenzano l'ambiente, individuali e collettive, gli impatti socio-economici dei cambiamenti ambientali globali e le risposte individuali e della societa' a tali cambiamenti;
- l'International Programme on Biodiversity Science (DIVERSITAS) i cui obiettivi riguardano la promozione della conoscenza della biodiversita' della Terra, e la comprensione delle basi scientifiche della perdita' della biodiversita', individuando le implicazioni per le politiche di conservazione ed uso sostenibile della biodiversita'.

## L' ECONOMIA ECOLOGICA

Tra le discipline che contribuiscono alla formazione della Sustainability Science, l'Economia Ecologica puo' essere individuata come una delle piu' importanti e significative.

Riflessioni e ricerche molto interessanti tese a costruire un "ponte" tra le discipline ecologiche e quelle economiche risalgono agli anni Sessanta dello scorso secolo, grazie all'opera pionieristica di alcuni economisti di rilievo quali Nicholas Georgescu-Roegen, Kenneth Boulding e un degli allievi di Georgescu-Roegen, Herman Daly, oggi internazionalmente riconosciuto come uno dei fondatori dell'Economia Ecologica ed uno dei maggiori esperti di sviluppo sostenibile (vedi nota a fine documento).

L'economia ecologica ha un'approccio critico rispetto all'economia tradizionale; si interroga sulla dimensione fondativa dell'economia neoclassica che, basata sull'imperativo della "crescita" continua, appare incorrere in due limiti fondamentali alla stessa crescita: quello biofisico e quello etico-sociale<sup>13</sup>.

Ritiene che questa visione debba essere profondamente modificata. Come scrive infatti Daly : "Cio' che e' necessario a questo punto non e' un'analisi sempre piu' raffinata di una visione difettosa, ma una nuova visione. Questo non vuol dire che tutto cio' che e' stato costruito sulla base della vecchia visione sia necessariamente da buttare via, ma quando si altera la visione preanalitica e' probabile che ne conseguano cambiamenti anche fondamentali. Il mutamento di visione necessario consiste nel rappresentare la macroeconomia come un sottosistema aperto di un ecosistema naturale non illimitato (l'ambiente), anziche' come un flusso circolare isolato di valore e scambio astratto, non vincolato da equilibri di massa, entropia ed esauribilita' ".<sup>14</sup>

L'economia standard prescinde dall'ambiente che racchiude il nostro sottosistema economico-produttivo , ma il concetto di sostenibilita' in qualche modo e' stato riconosciuto e incorporato nelle varie definizioni di reddito in particolare in quella dell'economista John Richard Hicks (1904 – 1989), premio Nobel per l'economia nel 1972, che definisce il reddito quale "l'ammontare massimo che una comunita' puo' consumare in un determinato lasso di tempo senza intaccare il benessere di cui dispone

---

<sup>13</sup> Daly H., 1996 – Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development – Beacon Press (ed. it., 2001 – Oltre la crescita. L'economia dello sviluppo sostenibile - Edizioni di Comunita').

<sup>14</sup> Vedasi nota 10.



all'inizio del periodo"<sup>15</sup>. Avere il medesimo benessere vuol dire essere in grado di produrre il medesimo reddito l'anno successivo, mantenendo intatto il capitale.

Negli anni Ottanta si costruiscono così le basi per la nascita di una nuova disciplina. Nel 1982 Ann-Mari Jansson organizza in Svezia, a Saltsjobaden, un simposio dal titolo "Integrare ecologia ed economia"<sup>16</sup>, al quale Robert Costanza ed Herman Daly danno un seguito per avviare la pubblicazione di una rivista ad hoc sull'argomento, per preparare la quale, organizzano l'edizione di un numero speciale della nota rivista "Ecological Modeling"<sup>17</sup>. Nell'introduzione a questo numero speciale, Costanza e Daly individuano le necessità ed una prima agenda di base dell'economia ecologica.

Dopo altri due meeting pianificatori tenutisi in Svezia e in Polonia, viene organizzato un nuovo simposio a Barcellona, dal 26 al 29 settembre 1987 dal titolo "Integrating Ecology and Economics" che vede come organizzatore principale il noto economista Juan Martinez-Alier<sup>18</sup>. Dal meeting parte l'idea di avviare una specifica associazione professionale di economia ecologica e la pubblicazione di una rivista scientifica dedicata all'approfondimento di questi temi. Nel 1988 viene così fondata l'International Society for Ecological Economics (ISEE), primo presidente Robert Costanza, che all'inizio ha base presso la Louisiana State University e dal 1989 parte la pubblicazione della rivista "Ecological Economics". Il primo congresso mondiale di Economia Ecologica ha luogo a Washington nel maggio 1990, seguito da un workshop all'Aspen Institute, cui partecipano 38 studiosi invitati ad hoc e dal quale nasce il volume curato da Costanza, più volte citato<sup>19</sup>. Da allora numerosi sono i convegni e i workshop sul tema, mentre si formano sezioni dell'ISEE in altri paesi e fioccano le ricerche e gli studi relativi all'integrazione delle due discipline (ecologia ed economia) che, di fatto, si intersecano fortemente proprio sul tema della sostenibilità e del concetto di sviluppo sostenibile.

---

<sup>15</sup> Hicks J. R., 1946 – Value and Capital – Oxford University Press (ed. it. 1959 – Valore e capitale – UTET).

<sup>16</sup> Jansson A.M., 1984 – Integration of economy and ecology: an outlook for the eighties – University of Stockholm Press.

<sup>17</sup> Costanza R. e H. Daly, 1987 – Ecological Economics – numero speciale di Ecological Modeling, vol.38, n.1-2; 190

pg.  
<sup>18</sup> Martinez-Alier J., 1987 – Ecological economics: energy, environment and society – Blackwell (ed. it., 1991 – Economia ecologica – Garzanti).

<sup>19</sup> Vedi nota n. 5.

Si pubblicano libri di testo di economia ecologica e si istituiscono corsi di laurea sulla materia<sup>20</sup>.

I principi dell'economia ecologica costituiscono una base fondamentale per la sostenibilita'. Vediamone gli aspetti principali:

1. L'economia ecologica si pone il problema di una scala sostenibile, di una distribuzione equa e di un'allocazione efficiente. L'economia neoclassica tratta estensivamente dell'allocazione, abbastanza della distribuzione mentre ignora il problema della scala. "Scala" si riferisce alla dimensione fisica dell'economia rispetto ai sistemi naturali. Quindi al passaggio del volume fisico di "throughput", cioe' al flusso, di materia-energia dall'ambiente come materia-energia a bassa entropia e del suo ritorno all'ambiente come rifiuto ad alta entropia. Non puo' esserci una scala sostenibile di flusso se sono inficiate le capacita' rigenerative dei sistemi naturali, se quindi si preleva oltre la loro capacita' di rigenerazione, e le loro capacita' assimilative, se quindi i rifiuti prodotti superano la capacita' di "metabolizzazione" dei sistemi naturali. Una buona distribuzione del flusso di risorse deve essere giusta ed equa, al massimo si puo' tollerare un livello di ineguaglianza che e' limitato entro un range accettabile. L'allocazione fa riferimento all'assegnazione delle risorse ai diversi usi finali – alimentari, biciclette, automobili, cure mediche ecc. L'allocazione e' efficiente se corrisponde alla domanda effettiva. In sostanza la scala e' insostenibile se va oltre i limiti della natura. Un'allocazione efficiente non implica una distribuzione giusta. Ne' un'allocazione efficiente, ne' una distribuzione giusta, ne' entrambe, implicano una scala sostenibile.
2. L'economia ecologica dedica un'ampia attenzione agli aspetti ecologici. Si occupa profondamente del mantenimento della dinamica evolutiva degli ecosistemi, del mantenimento della biodiversita' e dei servizi ecologici. Garantire i meccanismi fondamentali dell'evoluzione, consentire agli ecosistemi la continuazione della produzione dei loro "servizi" anche per la sopravvivenza della nostra specie, mantenere la straordinaria ricchezza della vita sulla Terra sono obiettivi dell'economia ecologica e della sostenibilita' del nostro sviluppo. La dinamica e la produttivita' dei sistemi naturali sono determinati, per

---

<sup>20</sup> Un testo introduttivo, mo lto utile, scritto proprio dai fondatori della disciplina e' quello di Costanza R., Cumberland J., Daly H., Goodland R. e R. Norgaard, 1997 – An Introduction to Ecological Economics – St. Lucie Press.

quanto riguarda l'uso umano, ad un utilizzo che non ne pregiudichi le capacità rigenerative ed assimilative, come abbiamo già detto più volte. È fondamentale, come vedremo più in dettaglio in seguito, mantenere molto bassa la vulnerabilità dei sistemi naturali e mantenere molto alta la loro resilienza. Questo vale anche per i sistemi sociali e costituisce un messaggio centrale della moderna ecologia e dello sviluppo sostenibile. Dove è alta la vulnerabilità dei sistemi e bassa la loro resilienza ci troviamo di fronte a situazioni di insostenibilità<sup>21</sup> perché sono messe in crisi le potenzialità di apprendimento, adattamento e flessibilità dei sistemi stessi. I servizi ecologici sono quelle funzioni assolate dai sistemi naturali che sono base, supporto e protezione per l'esistenza umana come, ad esempio, il mantenimento della composizione chimica dell'atmosfera, il miglioramento e la stabilità del clima, il controllo dalle inondazioni ed il supporto di acqua dolce disponibile, la generazione del suolo, l'impollinazione delle piante utilizzate dall'uomo, la disponibilità di risorse alimentari, il mantenimento delle opzioni evolutive per le specie ed il mantenimento di una vasta "libreria" genetica, il mantenimento dei paesaggi, l'estetica della natura, la capacità di rilassarsi fisicamente e psicologicamente ecc. Tutti questi servizi sono stati sempre considerati come scontati e nessuno si è mai preoccupato di dargli un valore, L'economia ecologica, in particolare con le ricerche dell'equipe di Robert Costanza, oggi al Gund Institute for Ecological Economics dell'Università del Vermont, e di Gretchen Daily del Center for Conservation Biology (diretto dal grande ecologo Paul Ehrlich), sta dando contributi importantissimi alla valutazione dei servizi degli ecosistemi<sup>22</sup>.

3. L'economia ecologica fa presente che non è possibile intendere come sostituibile il capitale naturale da parte del capitale umano, come invece è consentito da quella che è definita la "sostenibilità debole", diffusa

---

<sup>21</sup> Holling C. S., 1973 – Resilience and stability of ecological systems – Annual Review of Ecology and Systematics, 4; 1-23; Holling C.S., 1986 – Resilience of ecosystems, local surprise and global change – in Clark W.C. e E. Munn (a cura di) – Sustainable Development of the Biosphere – Cambridge University Press; Holling C.S., (a cura di), 1987 – Adaptive environmental assessment and management – Wiley; Holling C.S., D.W. Schindler, B.H. Walker e J. Rogharden, 1995 – Biodiversity in the functioning of ecosystems: an ecological synthesis.- in . Perrings C.A., K-G. Maler, C. Folke, C.S. Holling e B.-O. Jansson (a cura di) – Biodiversity Loss: Ecological and Economic Issues – Cambridge University Press.

<sup>22</sup> Costanza R. et al., 1997 – The value of the world's ecosystem services and natural capital – Nature, 387; 253 – 260; Daily G., 1997 – Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems – Island Press; Special Issue "The Dynamics and Value of Ecosystems Services: Integrating Economic and Ecological Perspectives" in Ecological Economics, 2002, n. 41; Daily G.C. e K. Ellison, 2002 – The New Economy of Nature: the Quest to Make Conservation Profitable – Island Press.

invece nell'ambito dell'economia ambientale. In proposito Daly illustra dei chiari esempi ricordando che la complementarità e non la sostituibilità tra capitale umano e capitale naturale deve essere considerata; a cosa serve infatti, una segheria se non esiste una foresta, un peschereccio se non ci sono pesci, una raffineria se manca il petrolio o una fattoria se non vi sono falde acquifere? La posizione assunta su questo tema della non sostituibilità tra capitale umano e naturale viene definita "sostenibilità forte" ed è fatta propria dall'economia ecologica. Daly ricorda che il mondo si sta muovendo da una situazione in cui il capitale di produzione umana era il fattore che limitava lo sviluppo a una situazione in cui il fattore limitante è il capitale naturale<sup>23</sup>. Conseguenza di ciò è che dobbiamo mantenere al meglio il capitale naturale, facendo sì che le sue dinamiche evolutive vengano salvaguardate e che, come più volte detto, non si proceda ad aggravare la vulnerabilità dei sistemi naturali abbassandone le loro capacità di resilienza.

4. L'economia ecologica si pone profondamente la questione primaria di quali sono i limiti alla capacità di carico del sistema Terra rispetto al mantenimento della popolazione umana. In ecologia la capacità di carico (Carrying Capacity) si definisce come il numero di individui in una popolazione che le risorse di un habitat è capace di sostenere. Si tratta di un tema centrale nell'ecologia umana e nell'ecologia applicata, nonché nella biologia della conservazione, che è stato studiato attentamente da grandi ecologi come Paul Ehrlich. L'economia ecologica riconosce chiaramente che ci sono evidenti limiti alla capacità di carico della Terra rispetto alla popolazione umana e che questo è un argomento centrale che deve costituire oggetto di ricerche prioritarie nei prossimi decenni (dello stesso avviso sono gli scienziati dell'Earth System Science Partnership). Il numero di esseri umani sul nostro pianeta, il loro stile di vita, i loro livelli di produzione di beni e servizi, il loro impatto sul flusso di energia e materie prime, i loro livelli di consumo, la loro produzione di rifiuti, costituiscono tutti elementi fondamentali per la sostenibilità. È necessario esplorare metodi per precisare meglio questo impatto. Da questo punto di vista è ben nota l'equazione dell'impatto che Paul Ehrlich e John Holdren individuarono sin dal 1971 e che, da allora, è stata oggetto di numerose applicazioni,

---

<sup>23</sup> Vedi nota 31.

riflessioni, studi e pubblicazioni<sup>24</sup>. L'equazione ricorda che l'impatto sui sistemi naturali da parte della specie umana è il prodotto di tre fattori che sono il numero di esseri umani, il livello di consumo (l'affluenza, lo stile di vita) ed il livello di tecnologia utilizzato. L'equazione risulta essere pertanto  $I = P \times A \times T$  (dove I sta per impatto, P per popolazione, A per affluenza e T per tecnologia). Per riuscire a ridurre il nostro impatto sui sistemi naturali e per avviare un processo di sostenibilità dei nostri modelli di sviluppo è indispensabile intervenire su tutti e tre i fattori dell'equazione; è necessario fermare la crescita della popolazione, a livello mondiale, e' necessario far si che i paesi ricchi riducano il loro livello di consumo e trasformazione di energia e materia ed è necessario che una maggiore efficienza ed un maggiore risparmio consentano di produrre beni e servizi con minore input di materie prime ed energia<sup>25</sup>. Già' attualmente la specie umana, come hanno dimostrato ancora i coniugi Ehrlich insieme agli ecologi Matson e Vitousek, sempre della Stanford University, dimostra una notevole appropriazione del prodotto della fotosintesi sulla Terra, quindi della base fondamentale di energia disponibile per tutta la vita sul nostro pianeta. Direttamente sottraiamo circa il 4% della produzione primaria netta originata sulla terraferma ed il 2 % di quella prodotta negli oceani: ma con la trasformazione di interi ambienti naturali grazie alla nostra azione (ad esempio, boschi e foreste trasformati in pascoli e zone coltivate), diminuiamo la produttività complessiva degli ecosistemi, dirottandola nei sistemi controllati dall'uomo. Ehrlich e gli altri hanno calcolato che quasi il 40% della produzione primaria netta potenziale del pianeta e il 25% di quella totale (comprendendo gli oceani e i mari) sia in qualche modo utilizzata dalla specie umana<sup>26</sup>. Sempre sul tema cruciale della capacità di carico, Herman Daly pone con chiarezza il tema della scala ottimale del nostro impatto sui sistemi naturali. Egli ricorda che, nella terminologia nautica, la scala ottimale assoluta di carico conosciuta viene definita linea di Plimsoll che costituisce la linea di galleggiamento a pieno carico. Quando l'acqua

<sup>24</sup> Ehrlich P.R. e J. Holdren, 1971 – The Impact of Population Growth – Science, 171; 1212 – 17; Ehrlich P. R. e A. H. Ehrlich, 1990 – The Population Explosion – Simon & Shuster (ed. it. a cura di G. Bologna, 1991 – Un pianeta non basta – Franco Muzzio Editore); Ehrlich P. R. e A. H. Ehrlich, 1991 – Healing the Planet – Addison – Wesley (ed. it. a cura di G. Bologna, 1992 – Per salvare il pianeta – Franco Muzzio editore).

<sup>25</sup> Molto interessante il lavoro di Waggoner P. E. e Ausubel J. H., 2002 – A framework for sustainability science : a renovated IPAT identity – Proceedings of the National Academy of Sciences, 99, 12 ; 7860 – 7865.

<sup>26</sup> Vitousek P.M. , Ehrlich P.R., Ehrlich A H.e P. A. Matson, 1986 – Human Appropriation of the products of photosynthesis – Bioscience, 36; 368 – 73; Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenko J. e J.M. Melillo, 1997 – Human domination of Earth's Ecosystems – Science, 277; 494-499.

raggiunge la linea di Plimsoll, l'imbarcazione è piena ed ha raggiunto la sua massima capacità di carico, oltre la quale non è più sicura. Ovviamente se il peso è stato distribuito male il livello dell'acqua raggiungerà la linea di Plimsoll più in fretta. Tuttavia man mano che il carico aumenta l'acqua raggiungerà la linea di Plimsoll anche se il peso è stato distribuito in modo ottimale. Imbarcazioni il cui carico è distribuito perfettamente affonderanno comunque sotto un peso eccessivo anche se, come ricorda ironicamente Daly, può darsi che affondino in modo ottimale. Pertanto dovrebbe essere chiaro che allocazione ottimale e scala ottimale costituiscono due problemi distinti. Secondo Daly il compito principale della macroeconomia ambientale è quello di delineare un'istituzione economica analoga alla linea di galleggiamento a pieno carico, per evitare che il peso, e cioè la scala assoluta, dell'economia faccia affondare la nostra "arca biosferica"<sup>27</sup>.

5. L'economia ecologica pone chiaramente tra i suoi obiettivi il problema di come misurare in modo più completo ed esauriente dell'attuale, il benessere e la ricchezza delle nostre società. Vi è una convinzione diffusa negli ambienti economici che se il mercato va bene la gente automaticamente ne risulta beneficiata. L'indicatore più significativo, anche da un punto di vista dell'immaginario collettivo, per tutti i paesi, è il cosiddetto prodotto interno lordo o PIL. Il potere simbolico del PIL è enorme; la maggioranza degli economisti e dei politici vede nella crescita del PIL, un segno di benessere del mercato e, conseguentemente, un segno di benessere dell'intera economia di un paese. È veramente difficile trovare qualche dissenziente circa lo straordinario valore assunto dal PIL e sulla sua automatica equivalenza con il livello di ricchezza e di benessere di un paese. Sul fatto, invece, che il PIL non costituisce affatto sinonimo di ricchezza e benessere vi è ormai una letteratura sterminata ed esistono analisi approfondite e proposte concrete di azioni molto significative destinate ad ampliare il set di indicatori sui quali si dovrebbe prendere in considerazione la ricchezza ed il benessere di una nazione, di una regione, di una comunità, di una città. Tra questi, ad esempio, il Measure of Economic Welfare (MEW) e l' Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW)<sup>28</sup>.

---

<sup>27</sup> Daly già citato alla nota n.10.

<sup>28</sup> Nordhaus W e J. Tobin, 1972 – Is growth obsolete? – in – Economic growth – National Bureau of Economic Research General Series, 96E, Columbia University Press; Daly H. E. e J. Cobb, 1989 – For the common good:

Ma ormai esiste una eccezionale varieta' di indicatori che mirano non solo a monitorare lo status dei sistemi naturali e di quelli sociali ma anche a fornire indicazioni di quelli che dovrebbero essere gli obiettivi da raggiungere nei singoli settori analizzati, come esistono proposte per indicatori aggregati che cercano di dare conto, in maniera piu' articolata e comprensiva, dello stato di salute reale dell'economia di un paese, tenendo conto del valore, sinora non considerato della natura.

Le riflessioni e le ricerche dell'economia ecologica, incrociate con quelle di altre discipline, hanno consentito di giungere a definire alcuni principi fondamentali che caratterizzano la sostenibilita' della nostra azione.

Herman Daly che ne e' stato uno dei principali elaboratori, ricorda quelli che, a suo avviso, sono i principi fondamentali dello sviluppo sostenibile:

1. la scala dell'intervento umano sui sistemi naturali dovrebbe essere limitato ad un livello che rientra nella capacita' di carico dei sistemi stessi;
2. il progresso tecnologico per lo sviluppo sostenibile dovrebbe essere basato sull'incremento dell'efficienza e non sull'incremento dell'input di materie prime e di energia nel processo economico;
3. i tassi di utilizzo dei sistemi naturali non dovrebbero eccedere i tassi di rigenerazione degli stessi;
4. le emissioni degli scarti non dovrebbero eccedere la capacita' assimilativa dei sistemi naturali;
5. le risorse non rinnovabili non dovrebbero essere utilizzate se non ad un tasso tale equivalente alla creazione di sostituti rinnovabili<sup>29</sup>.

A questi si sono aggiunti i principi individuati dal gruppo di Karl-Henrik Robèrt che costituiscono la base operativa della Fondazione Natural Step:

1. le sostanze estratte dalla litosfera (dalla crosta terrestre) non possono essere sistematicamente accumulate nell'ecosfera;
2. le sostanze prodotte dall'industria umana non possono essere sistematicamente accumulate nell'ecosfera;
3. le condizioni fisiche per la produzione e la diversita' nell'ecosfera non devono essere sistematicamente deteriorate;
4. l'utilizzo delle risorse deve essere efficiente e rispettare i bisogni umani<sup>30</sup>.

---

redirecting the economy towards community, the environment and a sustainable future – Beacon Press (ed. it., 1994 – Un'economia per il bene comune – edizioni Red).

<sup>29</sup> Daly H., 1991 – Elements of environmental macroeconomics – in Costanza R. (a cura di) – Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability – Columbia University Press.

## LA BIOLOGIA DELLA CONSERVAZIONE

Insieme all'Economia ecologica, la Biologia della conservazione puo' essere indicata come l'altra "gamba" che caratterizza fortemente la scienza della sostenibilita'<sup>31</sup>.

Questa disciplina innovativa ed affascinante, ha una base molto forte e consolidata nelle scienze biologiche ed ecologiche, ma si e' andata fortemente interrelando con i problemi pratici, sociali ed economici della gestione delle risorse naturali, degli ecosistemi e della biodiversita' in genere, e si e' percio' incrociata con le scienze sociali, gestionali, economiche e della politica. Si tratta di una disciplina che si e' andata formando anch'essa negli anni Ottanta, sebbene esistano analisi e riflessioni che la riconducano anche a periodi precedenti, e che puo' essere definita un campo sintetico che applica i principi dell'ecologia, della biogeografia, della genetica delle popolazioni, dell'economia, della sociologia, dell'antropologia, della filosofia e di altre discipline teoriche di base con l'obiettivo di mantenere la diversita' biologica in questo pianeta ed i suoi meccanismi evolutivi<sup>32</sup>.

L'analisi del rapporto della specie umana con i sistemi naturali puo' essere ricondotto a tre tipologie di approcci che potrebbero essere definite come un'etica della conservazione di tipo romantico-trascendentale (le cui figure preminenti sono state Ralph Waldo Emerson, Henry David Thoreau e John Muir), un'etica della conservazione delle risorse (la cui figura preminente e' quella di Gifford Pinchot) ed un'etica della terra di tipo evolutivo ed ecologico (che ha visto come figura preminente Aldo Leopold).

La biologia della conservazione inserisce le analisi e le riflessioni del passato in una visione ampia e dinamica che si rifa' costantemente agli avanzamenti delle piu' moderne ricerche sul campo. Queste ricerche ci indicano come i sistemi naturali dimostrino condizioni di dinamicita' ed evoluzione che ci fanno capire come sia difficile sostenere che esista un "equilibrio della natura".

---

<sup>30</sup> Holmberg J., Robèrt K. e K. Eriksson, 1996 – Socio-ecological principles for a sustainable society – in Costanza R., Segura O. e J. Martinez-Alier – Getting Down to Earth – Island Press.

<sup>31</sup> Una bella, affascinante e divulgativa storia della recente nascita della biologia della conservazione e' presente nel libro di David Quammen, 1996 - The Song of the Dodo - Hutchinson.

<sup>32</sup> Meffe G. F., Carroll C. R. et al., 1997 – Principles of Conservation Biology – 2<sup>nd</sup> edition, Sinauer Associates.



Caos e complessità, come abbiamo già più volte detto, costituiscono elementi costitutivi dei sistemi naturali. Negli anni Sessanta e Settanta è diventato sempre più evidente a molti ecologi che lo stato degli ecosistemi come erano in origine, veniva modificato con sempre maggiore forza dall'intervento umano. Le naturali dinamiche evolutive della biodiversità del pianeta erano profondamente alterate, modificate o distrutte. Gli sforzi di conservazione dei sistemi naturali sino ad allora attuati e che miravano soprattutto alla tutela di significative specie di vertebrati e di alcuni ambienti di grande bellezza non riuscivano a comprendere le complesse funzioni ecosistemiche e l'importanza dell'intricata biodiversità esistente, meno appariscente e meno carismatica. Era tempo quindi di cambiare atteggiamento di azione. Studiosi antesignani in questo senso sono state figure come Raymond Dasmann e David Ehrenfeld<sup>33</sup>. Gli anni Ottanta sono quelli in cui viene formalizzata la biologia della conservazione grazie a studiosi quali Michael Soule, Bruce Wilcox, Reed Noss, lo stesso Ehrenfeld, Edward O. Wilson, Paul Ehrlich e tanti altri<sup>34</sup>.

La Society for Conservation Biology viene fondata nel 1985 e la sua rivista "Conservation Biology" viene pubblicata dal maggio del 1987. I principi guida che sono alla base della biologia della conservazione sono molto importanti e significativi per le attività di gestione dei sistemi naturali e quindi per la sostenibilità sia dei sistemi naturali che di quelli sociali.

Ne riporto di seguito alcuni, perché possono costituire una base molto importante dei principi stessi della Sustainability Science che ancora non sono stati formalmente esplicitati<sup>35</sup>:

1° principio: il cambiamento evolutivo (Evolutionary Change).

Come ricordava il grande genetista Theodosius Dobzhansky, nulla nella biologia ha senso se non alla luce dell'evoluzione. Dalla prospettiva della biologia della conservazione ed, aggiungerei, della scienza della sostenibilità, l'obiettivo quindi è quello di non fermare il cambiamento evolutivo, non certo quello di conservare lo status quo, ma piuttosto di

---

<sup>33</sup> Dasmann R., 1959 – Environmental Conservation – John Wiley & Sons; Ehrenfeld D. W., 1970 – Biological Conservation – Holt, Rinehart and Winston.

<sup>34</sup> Vedasi Soule M. E. e B. A. Wilcox (a cura di), 1980 – Conservation Biology: an Evolutionary-Ecological Perspective – Sinauer Associates; Soule M., E. (a cura di), 1986 – Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity – Sinauer Associates; Frankel O. H. e M. H. Soule, 1981 – Conservation and Evolution – Cambridge University Press.

<sup>35</sup> Vedasi nota 44.

assicurare che le popolazioni possano continuare a rispondere ai mutamenti evolutivi in modo adattativo.

2° principio: l' ecologia dinamica (Dynamic Ecology).

Il mondo ecologico (il “teatro dell'evoluzione” dal titolo del bel libro dell'ecologo Evelyn Hutchinson <sup>36</sup>) e' un mondo dinamico, un mondo che si trova ampiamente in una situazione di non equilibrio.

Per molti anni il classico paradigma in ecologia e' stato quello “dell'equilibrio della natura”, cioe' l'idea che i sistemi ecologici sono in equilibrio, con un punto stabile definito come climax della comunita'.

I passati decenni di ricerche ecologiche ci hanno dimostrato che la natura e' invece estremamente dinamica. Il vecchio concetto dell' equilibrio della natura puo' essere esteticamente piacevole ma e' inappropriato e fuorviante. Gli ecosistemi, o le popolazioni o le frequenze dei geni possono apparire costanti ed in equilibrio per qualche scala spaziale e temporale, ma in molte altre scale, dimostrano il loro carattere dinamico. L'attuale paradigma dominante in ecologia <sup>37</sup> riconosce che i sistemi ecologici sono in continuo dinamismo e non hanno un punto stabile. La regolazione delle funzioni e delle strutture ecologiche non sono generate solo internamente ed i processi esterni rivestono frequentemente una grande importanza (dal fuoco, alle inondazioni, agli uragani, ai terremoti, ai parassiti ecc.).

Il cambiamento, a diverse scale, costituisce una caratteristica universale delle comunita' ecologiche. Gli ecosistemi consistono di “patches”<sup>38</sup> e di mosaici di tipi di habitat ma non sono costituiti da comunita' uniformi. Gli ecosistemi sono sistemi aperti con flussi di specie, materia ed energia. La conservazione, entro questo paradigma, si focalizza sui processi dinamici ed i contesti fisici. Inoltre non e' possibile trattare le aree protette come isolate dal contesto, ma nella loro gestione e' importante riconoscere il ruolo dei cambiamenti spaziali e temporali.

3° principio: la presenza umana (Human Presence).

Gli esseri umani sono e continueranno ad essere una parte importante dei sistemi ecologici sia naturali che degradati. Gli sforzi della conservazione

---

<sup>36</sup> Hutchinson G. E., 1965 . The Ecological Theater and the Evolutionary Play – Yale University Press.

<sup>37</sup> Vedasi Botkin D., 1990 – Discordant Harmonies – Oxford University Press e Gunderson L.H. e C.S. Holling (a cura di), 2002 – Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems – Island Press.

<sup>38</sup> La patch, in ecologia del paesaggio, viene definita come un elemento strutturalmente e geograficamente definito di un mosaico ambientale.

non possono cercare di creare un “muro” attorno ai sistemi naturali per salvarli dall’ intervento della specie umana. Come ci insegna l’esperienza cio’ porterebbe ad un fallimento: e’ invece necessario gestire l’interazione sistemi naturali - specie umana e da questo punto di vista diventa estremamente utile la conoscenza tradizionale, accumulata dalle popolazioni che vivono in contatto con il mondo naturale<sup>39</sup> e che puo’ e deve essere conosciuta e recuperata per migliorare i nostri modelli di sviluppo sociale. Inoltre e’ di tutta evidenza che bisogna agire concretamente per evitare che l’azione umana costituisca un elemento di profondo disturbo che limita le potenzialita’ delle possibili opzioni evolutive dei sistemi naturali.

In sostanza:

- bisogna puntare a mantenere i processi ecologici critici e la composizione della biodiversita’ nel pianeta;
- devono essere minimizzate le minacce esterne mentre devono essere massimizzati i benefici esterni;
- devono essere conservati i processi evolutivi;
- la gestione deve essere adattativa, cioe’ basata sulle capacita’ di evoluzione e apprendimento, ed il meno possibile intrusiva.

Alcune caratteristiche fondamentali della biologia della conservazione lo sono anche della scienza della sostenibilita’:

1. Approccio multidisciplinare. Nessuna disciplina isolata prepara coloro i quali si occupano di gestione dei sistemi naturali, di quelli sociali e delle loro interazioni. Si tratta di avere una preparazione eclettica, ampia, alla quale contribuiscono discipline diverse quali la biologia della conservazione, la biogeografia, la genetica molecolare, l’ecologia del paesaggio, la biologia delle popolazioni, l’antropologia, la filosofia, la sociologia, le scienze politiche ecc. Michael Soule’, uno dei fondatori della biologia della conservazione, l’ha definita una “disciplina di crisi” (Crisis Discipline). In una disciplina di crisi molte azioni vanno avviate, anche senza una completa conoscenza, perche’ l’attendere prima di agire (ad esempio, attendere per ottenere una maggiore conoscenza), lasciando agire indisturbate le azioni negative, potrebbe produrre danni ancor piu’ gravi e rendere molto piu’ difficile

---

<sup>39</sup> Vedasi, ad esempio, Laird S.A. (a cura di), 2002 - Biodiversity and Traditional Knowledge – Earthscan.

la soluzione dei problemi in un momento successivo. Agire in queste condizioni significa lavorare con le informazioni e le conoscenze disponibili, cercando di avere grande creatività ed intuizione, tollerando i margini di incertezza esistenti e prendendo, in ogni caso, delle decisioni.

2. Una scienza non esatta. I sistemi ecologici sono complessi, le loro dinamiche si esprimono in probabilità, le influenze stocastiche possono essere molto forti, e molti processi significativi sono non lineari. L'incertezza è un elemento costitutivo dell'ecologia e della conservazione, e risposte probabilistiche, piuttosto che prescrittive, ai problemi posti, costituiscono la norma. Così è necessario pensare in termini probabilistici comprendendo la natura dell'incertezza scientifica. Conseguentemente è necessario includere dei margini di sicurezza nei progetti di gestione.
3. Una scienza basata su valori. Si presume che la scienza sia libera da valori, che sia oggettiva e scevra da opinioni, obiettivi e desideri. La scienza è fatta dagli esseri umani e non può essere aliena dall'influenza della visione e dell'esperienza degli scienziati. Le scienze della conservazione e della gestione sono "mission-oriented"; il loro obiettivo dichiarato è quello di conservare i sistemi naturali ed i processi ecologici. La metodologia utilizzata per ottenere le informazioni ed utilizzarle è basata sul metodo scientifico, universalmente riconosciuto e praticato.
4. Una scienza con attenzione alla scala temporale evolutiva. L'obiettivo della conservazione e della gestione dei sistemi naturali è quello di permettere che i processi di adattamento evolutivo e di cambiamento ecologico possano continuare.
5. Una scienza di eterna vigilanza. Persino le attuali aree protette possono essere minacciate o distrutte per svariati motivi (dalle guerre al bracconaggio alle modificazioni climatiche indotte dal nostro intervento). I sistemi naturali possono facilmente subire pressioni che ne minano la resilienza e ne incrementano la vulnerabilità ma non possono essere ricreati e, al massimo, possono essere parzialmente ripristinati o restaurati. Pertanto è fondamentale mantenere sempre alta la vigilanza.

## NOTA

### *The Path towards Change: a Transdisciplinary Science*

di Herman Daly

*from Daly, H. and Farley, J. (2004) "Ecological Economics: Principles and Applications" Island Press*

Ecological economists must go well beyond the fusion of ecology and economics alone.

The complex problems of today require a correspondingly complex synthesis of insights and tools from the social sciences, natural sciences, and humanities. We frequently see research in which teams of researchers trained in different disciplines separately tackle a single problem then strive to combine their results. This is known as multi-disciplinary research, but the result is much like the blind men who examine an elephant, each describing the elephant according to the single body part they touch. The difference is that the blind men can readily pool their information, while different academic disciplines lack even a common language with which their practitioners can communicate.

Interdisciplinary research, in which researchers from different disciplines work together from the start to jointly tackle a problem can reduce the language barrier as they go, and it is a step in the right direction. But while universities have disciplines the real world has problems. Ecological economics seeks to promote truly transdisciplinary research in which practitioners accept that disciplinary boundaries are academic constructs irrelevant outside of the university, and allow the problem being studied to determine the appropriate set of tools rather than vice versa.

Just as effective problem solving requires the insights and tool sets of a variety of disciplines, defining the goals towards which we should strive would benefit from open discussion of the value sets of different ideologies. Unfortunately, the two dominant ideologies of the 20th century seem to lack sufficient diversity within their value sets to stimulate this discussion. Specifically, the former USSR and the West, though differing in important ways, shared a fundamental commitment to economic growth as the first priority.

The Marxist ideology of materialistic determinism refused any appeals to morality or justice. The "new socialist man" would emerge only under objective conditions of overwhelming material abundance, which in turn required maximum economic growth.

Bourgeois selfishness would disappear only with the disappearance of scarcity itself. In the US and the West generally, the bulk of society did not reject appeals to justice and morality, but we did come to believe that our moral resources were very scarce relative to our natural resources and technological powers. Our strategy was to grow first, in the hope that a bigger pie would be easier to divide than a smaller one. But in practice the growth fetish dominated both systems, and both were unmindful of the costs of growth.

Infinite growth in a finite system is an impossible goal and will eventually lead to failure. The USSR failed first because its system of central planning along with its neglect of human rights was more inefficient than the decentralized markets and greater respect for human rights in the West. The USSR was more unmindful of the social and environmental costs of growth than the West, and so it collapsed sooner. The West, thanks to its greater efficiency, can keep going for a bit longer in its impossible quest. But it too will collapse under the accumulating costs of growth. But so far the collapse of the USSR has been treated in the West only as a validation of our superior efficiency.

The deeper lesson that efficiency only buys time and that growth forever must eventually fail in the West too, is a lesson we have not yet learned.