

Toni Federico

*“Ecologia e scienza:  
Quale scienza per l’ambiente e lo sviluppo sostenibile?”*



## SCIENZA, AMBIENTE E NUOVA MODERNITÀ

La scienza ha compiuto un lungo percorso nella storia della modernità industriale subendo profonde trasformazioni ed adattamenti che ne hanno mutato il ruolo e gli obiettivi. Quali mutamenti del quadro scientifico sono stati portati dall'irrompere della questione ambientale e dalla questione dei limiti ecologici allo sviluppo? Qual'è stato e quale deve essere il contributo della scienza allo sviluppo sociale ed economico? Quali rapporti tra scienza e conoscenza, intesa come valore aggiunto del capitale sociale ed umano (vedi "Società della conoscenza" e processo di Lisbona) e quali le caratteristiche che deve avere il sistema della conoscenza per agevolare il passaggio ad una nuova modernità? Questi sono gli interrogativi di fondo ai quali occorre dare alcune risposte per meglio definire le responsabilità che il mondo scientifico è chiamato a fronteggiare nella sfida della sostenibilità e le modalità e gli strumenti con cui tale sfida debba essere affrontata.

L'elevata capacità di elaborare, memorizzare e comunicare le informazioni rappresenta un elemento chiave di tutte le aggregazioni sociali "vincenti" nella storia dell'umanità. L'informazione si è determinata e modificata negli aggregati sociali ad una velocità superiore ai processi genetici ed ha generato tipologie evolutive scientifico-tecnologiche sempre più basate sulla cultura e sull'esperienza che sull'adattamento biologico. Il rapido e continuo ampliamento della sfera della conoscenza, e in particolare l'elaborazione e l'utilizzo dei metodi scientifici, hanno reso l'umanità sempre più competitiva nei confronti della altre specie, fino quasi a svincolarla dai meccanismi naturali di regolazione che agiscono determinando le dinamiche di popolazione. L'evoluzione tecnologica ha ampliato enormemente la capacità di accesso alle risorse e la possibilità della loro diversificazione nello spazio e nel tempo. Forte di tutto ciò il pensiero positivista occidentale ha generato visioni del mondo incentrate sul dualismo tra uomo e natura, visione nella quale quest'ultima viene ridotta al ruolo di "*dispensa*" dell'umanità. La scienza e il suo prodotto tecnologico si sono rilevati strumenti formidabili con i quali ci si è illusi di poter raggiungere il controllo assoluto della natura e di proiettare l'uomo verso la creazione di un mondo di cui egli sarebbe stato l'artefice e l'unico indiscusso padrone. Il mito della crescita continua e indefinita trae le sue origini da tutto questo, ma sta conducendo l'umanità sull'orlo della catastrofe ecologica e sociale.

La nascita di discipline di frontiera, della biologia evoluzionista, dell'ecologia, fino alla formulazione di teorie geofisiologiche hanno rivalutato l'importanza delle relazioni e della ricchezza della diversità, e hanno indicato un nuovo punto di osservazione dal quale poter ammirare con rinnovato stupore la natura e la storia umana. Da quello stesso mondo scientifico che aveva attivamente contribuito a creare il mito della crescita sono arrivate le prime avvisaglie che un nuovo approccio culturale era necessario e urgente. Con "*The limits to growth*" del 1992 un gruppo di ricercatori del MIT, utilizzando metodologie ben note di analisi dei sistemi e facendo poche ipotesi sulla crescita demografica e la disponibilità di risorse naturali come aria, acqua, combustibili e territorio, scopre che i limiti delle risorse naturali sono ormai vicini ed elabora una critica mirata nei confronti di una umanità che, avida di risorse, sta poco consapevolmente preparando la sua stessa fine. Concetti mutuati direttamente dall'ecologia come quelli di *carrying capacity*, omeostasi e resilienza vengono utilizzati per definire i confini all'interno dei quali indirizzare un nuovo tipo di progresso capace di garantire maggiore benessere diffuso alle presenti e alle future generazioni. L'approccio e gli strumenti utilizzati sono il frutto di un processo di rinnovamento culturale che investe tutti i campi del sapere, processo appena avviato che richiede grande impegno e volontà per essere portato avanti.

## LA RIVOLUZIONE CULTURALE DELLO SVILUPPO SOSTENIBILE

Trent'anni dopo il rapporto del MIT al Club di Roma la conferenza UNESCO-ICSU di Budapest del '99 (*Science for the XXI Century*) si conclude con la richiesta di una scienza nuova, capace di un nuovo tipo di rapporti con la società, di migliorare ed estendere le basi sociali della conoscenza mediante l'educazione e la cooperazione, di superare gli steccati disciplinari, di conseguire motivazioni etiche fortemente condivise. Ma la scienza stessa non ha forse bisogno di rinnovamento nei metodi e nelle istituzioni oltre che di maggiore diffusione e democrazia? Il dubbio che il mondo scientifico debba riconsiderare i suoi metodi e il suo ruolo di fronte alla nuova sfida dello sviluppo sostenibile è stato posto con forza dallo stesso Kofi Annan al Summit di Johannesburg, nel quale è stata avanzata la proposta di un "*nuovo patto sociale per la scienza*". Il mondo della ricerca deve compiere un "*salto di qualità*" tale da fare della scienza uno strumento necessario e efficace per affrontare le minacce del degrado ecologico e dell'insicurezza economica e sociale, contribuendo alla realizzazione di una modernità capace di gestire i limiti ecosistemici producendo maggiore benessere diffuso. Non è tanto il ruolo della scienza ad essere mutato, quanto i bisogni di una società in rapida evoluzione e che si trova a dover affrontare l'impegnativa sfida della sostenibilità. A questa richiesta l'ISSI cerca di rispondere proponendo un rinnovato approccio alla conoscenza che viene qui genericamente indicato come "*nuova scienza*".

Discontinuità nette si sono verificate nelle stesse regole e nei criteri che guidano la verità scientifica. La principale riguarda la visione olistico-integrata della conoscenza rispetto alla pratica analitico-riduzionista delle discipline accademiche. Holling (1998) acutamente nota che nella nuova ecologia la conoscenza è sempre incompleta, non vale la sovrapposizione degli effetti, l'incertezza è accolta come scienza, il consenso sulle teorie è necessariamente parziale. L'approccio analitico, in altri termini, dà risposte esatte ed univoche a domande sbagliate mentre nella nuova frontiera della scienza sistemica i problemi sono posti correttamente ma spesso le soluzioni semplicemente non ci sono. Il governo dell'incertezza con i metodi tradizionali della statistica campionaria fu causa del macroscopico errore fatto dagli scienziati inglesi che negarono ogni verosimiglianza all'evento del contagio umano nel caso della mucca pazza. Un più modesto e meditato accoglimento del principio di precauzione avrebbe evitato morti, disastri economici e la crisi dell'industria alimentare.

Si sta diffondendo la consapevolezza che l'approccio usuale alla conoscenza di tipo analitico ha causato l'aggravamento dei problemi ambientali<sup>1</sup> ma anche sociali ed economici<sup>2</sup> e che queste tre dimensioni del vivere umano sono tutte avviate su un trend non a lungo sostenibile. I cambiamenti globali in atto hanno cause ed implicazioni nello spazio dell'interazione tra uomo e natura che è il dominio della scienza nuova. Il paradigma di questa scienza è la complessità sistemica e il suo metodo è il pensiero connesso, relazionale e contestualizzato, molto di più che non un semplice approccio multi o inter-disciplinare. Alcuni aspetti della nuova scienza sono:

- l'elevato grado di interconnessione proprio dei sistemi naturali, sociali ed economici;
- la necessaria formazione di ricercatori capaci di gestire la complessità, l'incertezza, e di sviluppare metodi e strumenti adeguati;

---

<sup>1</sup> Tra i molti esempi resta nella memoria "*Primavera Silenziosa*" scritto dalla R. Carson nel lontano 1962 (ed. Feltrinelli)

<sup>2</sup> Si legga lo splendido "*La globalizzazione ed i suoi oppositori*" di J.E. Stiglitz, Einaudi 2002

- l'eterogeneità delle scale temporali e spaziali su cui bisogna lavorare;
- la presenza di vincoli all'interno dei sistemi e dei limiti associati da studiare in relazione alle caratteristiche di omeostasi e resilienza, di stazionarietà ed instabilità dei sistemi complessi, che richiede una approfondita conoscenza delle caratteristiche dinamiche;
- la non linearità delle risposte agli stress che rendono obsoleto il principio riduzionista della sovrapposizione degli effetti, ovvero della proporzionalità tra stimoli e risposte;
- la grave questione dell'interferenza tra indagini e cavie, uomini, animali, territori, ecosistemi che rilancia la questione morale come guida e limite alla sperimentazione scientifica; e promuove il passaggio da scienza oggettiva a scienza "riflessiva" o epistemologica (scienza della scienza);
- gli aspetti di incertezza e imprevedibilità che caratterizzano i sistemi complessi;
- l'urgenza delle questioni da affrontare e la necessità di adottare strategie integrate di comunicazione in grado di consentire la partecipazione democratica di cittadini correttamente informati.

Tutto ciò pone il sistema della conoscenza, e il mondo scientifico in particolare, di fronte ad una serie di interrogativi ai quali è necessario, ma non sempre facile, dare una risposta. Separare la buona scienza dalle cattive scienze non è facile poiché molti possono essere i punti di vista che si esprimono su questioni complesse come quelle dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile senza che ciò voglia significare che la traccia della buona scienza sia perduta. Al WSSD sono stati sviluppati alcuni criteri distintivi tra scienza buona e cattiva (ICSU; *Science and Traditional Knowledge*; WSSD 2002, vol. 4). Dal punto di vista sociologico si osserva che la scienza cattiva nasce sempre in competizione con qualche tipo di approccio o teoria scientifica da parte di soggetti che non sono professionali nel settore scientifico contestato. Ciò vale per gli oppositori della relatività che non sono fisici o per i creazionisti anti-evoluzionisti che non sono biologi. Molto spesso l'ispirazione politica conservatrice ovvero religiosa di questi gruppi di opinione non viene affatto dissimulata. Lo stesso carattere "eretico" è palese negli ambientalisti scettici o pentiti come Lomborg, che non sono scienziati ma attivisti o pubblicitari. L'opinione pubblica spesso non è in grado, o non è messa in grado di giudicare il livello di professionalità e competenza sulla base dei quali si articolano le teorie proposte da gruppi di opinione o degli stessi centri di ricerca. Ciò ingenera confusione e perdita di fiducia in tutta la scienza, disorientando la stessa società civile e fornendo alla classe dirigente solidi "alibi scientifici" consentendo di operare scelte che possono andare contro gli obiettivi di sostenibilità.

Dal punto di vista epistemologico il carattere più evidente che distingue la buona dalla cattiva scienza (Hoyningen-Huene, *World Science Conference*, Budapest, 1999) è la sistematica ricerca del superamento (falsificazione in senso Popperiano) di ogni teoria da parte degli stessi autori. La buona scienza divide dunque con la nuova modernità il carattere "riflessivo" di ogni teoria, che al momento stesso in cui viene avanzata si pone alla ricerca delle ragioni del suo superamento e del suo abbandono. La cattiva scienza è invece sempre statica e conservativa, difensiva e non riflessiva. La buona scienza mira costantemente all'accrescimento della base sperimentale delle teorie, ad osservazioni più profonde ed accurate, a interpretazioni più soddisfacenti e comprensive, all'esplicitazione degli errori, alla verifica del deficit di conoscenza che accompagna ogni nuova interpretazione. La cattiva scienza è invece sempre priva di originalità, per sua natura è una imitazione per opposizione di una teoria scientifica, è senza dinamica interna e senza evoluzione, è fondamentalmente ideologia.

Altra cosa è la conoscenza tradizionale che può essere definita (ICSU, 2002) come il grande insieme di conoscenze e pratiche sviluppate dalla cultura dell'uomo nel suo contatto con l'ambiente naturale sotto forma di visioni del mondo, rituali, interpretazioni, modelli, sistematizzazioni, abilità intellettuali e pratiche, modalità d'uso delle risorse naturali. Questo tipo di cultura guida l'uomo in gran parte delle sue decisioni quotidiane che riguardano l'agricoltura, il clima, il cibo, la raccolta delle risorse, l'acqua, la costruzione di strumenti, l'edilizia, la navigazione etc. Questa conoscenza non è più sufficiente per affrontare i cambiamenti globali ma non è cultura della conservazione, anzi è di norma la sede di più generosa accoglienza delle istanze della nuova scienza per l'ambiente e per la sostenibilità, con cui divide la finalità di un buono e prolungato godimento dei frutti della natura. All'interno delle culture della tradizione si inseriscono le culture indigene che finalmente vengono riconosciute come elementi determinanti della biodiversità ecosistemica e che sono sempre la base per la sopravvivenza e l'insegnamento di gran parte delle buone pratiche di vita che, dall'agricoltura all'alimentazione all'arte, costituiscono gran parte delle basi della qualità della vita umana. La conoscenza tradizionale è dunque essa stessa sorgente di ricchezza che deve essere preservata e consegnata alle generazioni future non diversamente da ogni altra risorsa. La dimensione spesso locale di tale conoscenza è di insegnamento e di monito rispetto alle tendenze di omologazione e globalizzazione che tendono a semplificare le diversità culturali schiacciandole sotto il peso delle monoculture artificiali, del mercato e del pensiero unico.

Una scienza in continuo rinnovamento, dinamica, collegata alla conoscenza tradizionale, armonizzata con le istanze della qualità della vita è ciò che chiamiamo buona scienza e che poniamo a base dello sviluppo sostenibile. Tale scienza deve essere capace di confrontarsi con quelle che sono le caratteristiche dei sistemi naturali integrati con la società umana: il carattere sistemico e le complessità.

Il pensiero sistemico è intrinsecamente dinamico e gerarchico, le *driving forces* dei cambiamenti sistemici e le interconnessioni causali non sono uniche né uniformi, né lo sono le scale spaziali e temporali. I sistemi stessi, acquisendo i caratteri della complessità, si adattano, si auto-organizzano e si trasformano, mutando le condizioni della stessa conoscenza. L'incertezza è quindi parte integrante del paradigma della nuova scienza e si articola accogliendo al suo interno componenti aleatorie, che si studiano dal punto di vista probabilistico cercando le relative funzioni di distribuzione, componenti di imprevedibilità e irreversibilità, per le quali non è possibile individuare alcuna funzione di distribuzione, e componenti ignote per mancanza di dati e per deficit di comprensione.

I sistemi complessi nei quali entra l'uomo con le sue forme sociali ed economiche sono auto-consapevoli e riflessivi, pertanto capaci di generare nuove dinamiche e nuove relazioni. L'uomo è causa pertanto di una nuova, difficile forma di incertezza, creando una sorta di indeterminazione Heisenberghiana nella quale l'osservazione dei fenomeni non può che turbare lo stato e l'evoluzione dei fenomeni stessi. Pertanto nella scienza degli ecosistemi la complessità e l'incertezza comportano la necessaria co-esistenza di approcci epistemologici nonché di finalità ed interessi differenziati. In ultima analisi ciò implica che lo spazio dei possibili risultati è caratterizzato da una più o meno rilevante indeterminazione e da una più o meno sostanziale irreversibilità: la buona conoscenza non comporta una capacità di previsione necessariamente sufficiente così come la consapevolezza del rischio non equivale alla capacità di minimizzarlo.

La nuova scienza deve operare con il rischio che deriva dall'aleatorietà dei fenomeni (trattabile) ed il rischio derivante dall'ignoranza dei fenomeni per i quali deve applicarsi il

principio di precauzione. In una società globale in cui la dimensione del rischio assume sempre maggiore rilevanza, la scienza deve essere in grado di affrontare incertezza e irreversibilità che la caratterizzano e fornire le basi conoscitive e culturali per affrontare le scelte improcrastinabili poste dallo sviluppo in modo consapevole. Nel fornire risposte necessarie gestendo al tempo stesso incertezza e irreversibilità il metodo scientifico deve includere nella sua stessa logica di funzionamento il principio di precauzione. Tale principio non deve essere visto come un ostacolo al progresso ma come l'unica risposta possibile alla complessità sistemica e come moltiplicatore di conoscenza, alimentando il carattere riflessivo proprio della buona scienza, in cui il dubbio e l'incertezza non sono più caratteri indesiderabili ma al contrario elementi imprescindibili in ogni teoria basata su un approccio critico al reale. Per affrontare le minacce globali per la "*società mondiale del rischio*", minacce rappresentate dalla crisi ecologica, dalla crisi finanziaria e dal terrorismo internazionale, Ulrich Beck sottolinea la necessità di sviluppare un nuovo linguaggio e nuove categorie di pensiero capaci di descrivere il mondo dell'incertezza non quantificabile. È questa la principale sfida alla quale il mondo scientifico è chiamato a rispondere, contribuendo ad individuare le basi scientifiche e culturali sulle quali basare la cooperazione tra i popoli e le istituzioni nella definizione di una strategia globale per lo sviluppo.

Quest'ultima è una novità importante, perché l'emergere della crisi ambientale con le sue irreversibilità ed i suoi tempi e l'esaurimento delle risorse non consente più alla scienza di selezionare il campo di indagine occupandosi soltanto dei problemi "*per i quali esiste una soluzione*" (Gallopin, 2001): la scienza è chiamata a fornire un supporto per decisioni che non possono essere rimandate. Non è più nemmeno possibile sviluppare soltanto le soluzioni e le tecnologie gradite al sistema industriale ed anche delle amministrazioni, dal momento che gli effetti collaterali di certe scelte (nucleari, chimiche, biotecnologiche etc.) hanno dimostrato di essere assai spesso tanto gravi da vanificare ogni supposto beneficio e creare nuovi contesti di rischio più grave ed incontrollato: la nuova scienza deve pertanto rivendicare il proprio carattere di indipendenza, coerentemente con il nuovo patto sociale al quale deve rispondere. Il rischio percepito socialmente è collegato nella tradizione dell'umanità ai conflitti, alle catastrofi naturali, alle epidemie, alle carestie etc. La modernità tecnologica, sorgente messianica di nuovo benessere, è essa stessa sorgente di altro e più grave rischio connesso agli esiti ed alle esternalità delle tecnologie sue proprie, si pensi al nucleare, ai cambiamenti globali, alla disseminazione di sostanze tossiche. Il problema della sicurezza sociale ed individuale assume definitivamente una dimensione globale. Il "*progresso*" non ha affatto dimostrato di essere in grado di evitare le guerre e l'aggravamento della povertà e della esclusione tra gli uomini, anzi ha aggiunto una dimensione tecnologica al rischio ed alla paura ed ha creato le condizioni per cui la natura, i cui equilibri vengono seriamente minacciati, è generatrice di altri rischi e di nuove paure.

L'unità di indagine nella nuova scienza non può dunque che cambiare. Non più proiezione della disciplina, fisica chimica o biologia, l'oggetto dell'indagine scientifica è l'ecosistema integrato uomo-natura, nella pienezza delle sue relazioni interne, delle dinamiche e delle interazioni. Si va al di là dell'uomo considerato come generatore di pressioni sull'ambiente, una modalità di pensiero comune e diffusa anche nell'ambientalismo scientifico del migliore livello, verso una visione integrata e coerente delle azioni dinamiche che condizionano mutualisticamente ambiente economia e società entro ogni ecosistema determinandone i destini. Le scale spaziali, più che mutare rispetto all'approccio scientifico tradizionale, capace di trattarle tutte, si articolano e si integrano co-esistendo e co-operando nella dimensione dinamica degli ecosistemi. Si realizza quella integrazione, popolare nella pubblicistica moderna, tra parte e tutto, locale e globale.

La integrazione ecosistemica (dei problemi) comporta la integrazione delle discipline (dei metodi, modelli e linguaggi), un'operazione tutt'altro che riuscita nel mondo della scienza e tutt'altro che semplice che deve anzitutto rispondere alla necessità di superare la frammentazione della conoscenza prodotta dalla eccessiva specializzazione delle discipline e porsi il problema della torre di Babele, del superamento della difficoltà del linguaggio. Nella chiave eco-sistemica devono essere rivisti gli stessi criteri di verifica della verità delle teorie scientifiche, ovvero della loro falsificazione, evitando che l'uso improprio del rasoio di Occam conduca a semplificazioni indebite di un problema o, peggio, alla eliminazione dei termini incogniti, sorgenti in molti casi dei rischi peggiori<sup>3</sup>.

A partire dall'appello di Kofi Annan a Johannesburg si delineano nuove responsabilità ed un nuovo contratto sociale per i ricercatori e nuovi obiettivi per la scienza, obiettivi che sono parte integrante dei "*global commons*" e non sono più riconducibili agli interessi di questa o quella amministrazione dominante né ad alcun "*corporate interest*" multinazionale. Il bene comune per essere di tutti, non è di nessuno. La scienza potrà assumere il bene comune come fine dei suoi sforzi, e lo sviluppo sostenibile come paradigma, solo a condizione di svincolarsi dal rapporto di dipendenza dai "datori di lavoro" correnti e solo strutturandosi in reti globali, permeabili, democratiche, pervasive, partecipate, assistite ed adeguatamente finanziate dalle istituzioni globali e locali (Lubchenko, 1999).

L'assunzione dell'ambiente come bene comune, oggetto della nuova scienza, è dunque l'altro aspetto della *global governance* e del multilateralismo. Il ruolo delle Nazioni Unite può essere decisivo anche qui, si veda il caso esempio dello IPCC, ma ogni paese deve fare in la propria parte, con tanto maggior impegno quanto maggiore è la ricchezza ed il ruolo del paese negli equilibri mondiali secondo il principio di Rio della responsabilità comune ma differenziata.

---

<sup>3</sup> Si veda al proposito il manifesto di Lowell sulla Scienza ed il Principio Precauzionale (2001) in <http://sustainableproduction.org/precaution/>