



**Dipartimento di Scienze politiche
Cattedra in Sviluppo Sostenibile**

**Il capitale naturale:
il rapporto uomo natura nel processo di simbiosi industriale**

Relatore

Prof. Alfonso Giordano

Candidato

Giovanni Sangiorgio

619242

Correlatore

Prof. Giacomo Sillari

ANNO ACCADEMICO

2013/2014

INDICE

Introduzione	Pag. 8-19
---------------------	------------------

CAPITOLO I

VERSO UNA RIVOLUZIONE SISTEMICA

1.1 L'ecologia e le tre sfide sull'ambiente	Pag. 20-23
1.2 La visione sistemica dell'antropologia	Pag. 24-26
1.3 Gli Ecosistemi	Pag. 26-30
1.4 La struttura dei sistemi biologici e sociali	Pag. 30-33
1.5 Le reti	Pag. 33-36
1.6 Il capitale naturale	Pag. 37-45
1.7 Produttività delle risorse	Pag. 45-48
1.8 Bio-imitazione: l'esperimento Biosphere 2	Pag. 49-54
1.9 Il metabolismo socio-economico	Pag. 54-57

CAPITOLO II

LA "RIVOLUZIONE" DEI PROCESSI PRODUTTIVI

2.1 Dalla Rift Valley alla Rivoluzione neolitica	Pag. 58-64
2.2 Verso la Rivoluzione Neolitica	Pag. 64-66
2.3 Il cambiamento delle condizioni: la fine della società dei cacciatori-raccoglitori	Pag. 66-69
2.4 Le società orticoltori-pastori	Pag. 69-74
2.5 Le differenze geografiche e la nascita dell'agricoltura	Pag. 74-78

2.6 Le fluttuazioni climatiche e il collasso delle civiltà	Pag. 78-79
2.7 Le società pre-industriali	Pag. 80-80
2.8 I fattori produttivi delle società..	Pag. 80-92
2.9 L'organizzazione produttiva	Pag. 92-93
2.10 Produttività	Pag. 93-97
2.11 Produzione	Pag. 97-98
2.12 Il "Balzo in avanti": la rivoluzione scientifica	Pag. 98-101
2.13 L'industrializzazione	Pag. 101-106
2.14 Modelli d'industrializzazione	Pag. 107-110
2.15 Il modello degli stadi di crescita	Pag. 111-112
2.16 Gli stadi nel modello di sviluppo di Rostow	Pag. 115-117
2.17 Teoria dell'imitazione con differenza	Pag. 117-120

CAPITOLO III

ECOLOGIA INDUSTRIALE E SIMBIOSI INDUSTRIALE COME UTILIZZARE IL CAPITALE NATURALE

3.1 Nell'epoca della sostenibilità	Pag. 121-131
3.2 Introduzione all'ecologia	Pag. 131-133
3.3 Limiti all'accrescimento in Ecologia	Pag. 133-135
3.4 La popolazione umana	Pag. 135-140
3.5 La simbiosi (cenni)	Pag. 140-148
3.6 Industria e impatto ambientale	Pag. 149-151
3.7 Industria compatibile e sostenibile	Pag. 151-154

3.8 La simbiosi industriale	Pag. 155-159
3.9 Modelli di Simbiosi Industriale: <i>Kalundborg Symbiosis</i>	Pag.159-171
3.10 Il Network come base per una nuova economia	Pag.171-178
3.11 Non sprecare il Capitale Naturale	Pag. 178-183
Conclusioni	Pag. 187-191
Bibliografia	Pag. 192-207

Introduzione

La rivoluzione dell'ambiente in cui viviamo può essere considerata sotto due aspetti: come cambiamento improvviso della natura che ci circonda, provocato dall'uomo in ogni parte della terra, o come trasformazione del nostro atteggiamento nei riguardi dell'ambiente naturale¹. L'intervento dell'uomo nell'ambiente risale a molto prima dell'era storica. Man mano che la popolazione umana cresceva, nuove terre venivano colonizzate coinvolgendo un'area sempre più grande.

Prima di esaminare la terra e la condizione eco-sistemica, occorre dunque considerare il sorgere e il moltiplicarsi delle esigenze e degli interventi umani, e dare qualche cenno dell'evoluzione delle credenze, degli atteggiamenti, degli indirizzi e delle attività che da quelle esigenze e da quegli interventi hanno origine a partire dal più remoto passato di cui abbiamo coscienza fino a oggi. Senza questo fondo storico, anche se appena delineato, non potremmo comprendere i complessi problemi ambientali che ci troviamo ad affrontare. Da scoperte fatte in questi ultimi anni è emerso un lunghissimo periodo di coesistenza e competizione tra alcune specie rivali dei primi ominidi, periodo che solo in un tempo relativamente recente si è chiuso con l'eliminazione di tutte le specie ad eccezione dello spietato e astuto *Homo sapiens* comparso sulla terra circa 200.000 mila anni fa.

Secondo le moderne teorie, i più antichi antenati dell'uomo abitavano la grande Rift Valley dell'Africa orientale considerata la "colonna vertebrale dell'Africa costituitosi da una sequenza complessa di depressioni delle pareti quasi verticali quando il rigonfiamento della roccia calda sottostante ha causato la frattura della roccia rigida in superficie. In questa parte di territorio gli scienziati hanno scoperto e descritto oltre venti generi di scimmie antropomorfe ormai estinte e distribuiti principalmente in Africa orientale,

¹ Nicholson M. (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, p. 11

oltre che in varie località del Vecchio Mondo². Le più antiche tra queste sono indicate come pro-consuloidi presenti all'inizio del Miocene tra il 23.000 e i 16.000 milioni di anni fa. Acquisendo la posizione eretta che si affermò definitivamente con *Homo ergaster* circa due milioni di anni fa questa farà ridurre l'area del corpo esposta al calore del sole e del terreno, massimizzando, allo stesso tempo, la superficie della pelle in grado di irradiare il calore corporeo, ciò produrrà quella diversificazione dalle scimmie antropomorfe³. Caratteristica del bipedismo è che la maggior parte del corpo è ben sollevata da terra e può beneficiare dell'azione del vento per abbassare la temperatura del corpo⁴. Ma si dovrà aspettare l'inizio dei cicli delle glaciazioni, intorno ai 2600 milioni di anni che l'uomo lascerà l'Africa per la prima volta. Con il cambiamento di habitat muterà anche la dieta poiché il cibo non si limitava più ai frutti selvatici e alle risorse vegetali, e dall'altra parte la quantità di carne di animali di pesci e di grossi insetti che veniva raccolta bastò a modificare la specie da vegetariana a onnivora.

Un'esistenza così trasformata valorizzava caratteristiche di sopravvivenza come l'astuzia, l'apprendimento e la mobilità, e conduceva inevitabilmente a conflitti con altri animali "spazzini" e anche razziatori con cui si disputava la preda⁵. Così l'uccidere e l'essere ucciso divenne un fatto normale della vita con tutte le importanti conseguenze evolutive a essa connesse, di natura fisica, psicologica e sociale. Finché il numero della popolazione rimaneva basso le pressioni esercitate, dalla raccolta di cibo alle primitive battute di caccia e pesca, non potevano influire sensibilmente sull'ambiente. L'emergere di esigenze come quella di procurarsi indumenti, rifugi e utensili ha significato che l'uomo avrebbe finito col porre alla risorse naturali e che quest'ultima dipendeva esclusivamente dalle capacità di osservare, individuare, provare, sperimentare luoghi e percorsi, rendersi conto degli ecosistemi e delle stagioni,

² Manzi G., (2007), *L'evoluzione umana*, Bologna: Il Mulino, p. 25.

³ Tattersal I., (2013), *I Signori del Pianeta, La ricerca delle origini dell'uomo*, Torino: Codice Edizioni, La biblioteca delle Scienze, p. 35

⁴ *Ibidem*

⁵ Nicholson M. (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, p. 31

esplorare, comunicare e collaborare, azioni tutte anteriori a quella di esprimersi con la parola in modo coerente e, a maggior ragione di leggere e scrivere. Particolare importanza è attribuita all'emergere di capacità, non verbali, di riconoscere e descrivere grandi schemi e configurazioni visibili di clima e vegetazione. Queste percezioni di forme sono le fonti della scoperta scientifica e della creazione estetica fino a oggi. Purtroppo l'inevitabile posizione della trasmissione della cultura e della conoscenza dei nostri antenati è inevitabilmente limitata ma grossi progressi si sono fatti negli ultimi anni nelle varie discipline scientifiche. La storia, di solito, ci viene presentata come una sequenza di eventi dove si alternano imperatori, re, rivoluzionari, ma così facendo spesso non riusciamo a vedere una fattore che politicamente, storicamente e culturalmente è stato ed è ancora importantissimo: la natura e le sue interrelazioni con l'essere umano. Fu l'ambiente naturale a offrire lo stimolo e la materia molto prima che le attività o le idee emergessero come area di conflitti di interesse. La caccia in particolare spinse l'uomo nel profondo della natura esponendolo a meraviglie e a territori della foresta da cui era fuggito. L'incertezza e l'arbitrarietà dei beni presenti in natura suscitò un senso acuto della buona e cattiva sorte e della possibile esistenza di poteri soprannaturali che la governano facendo affiorare, grazie anche un ingrassamento encefalico, la coscienza della società umana primitiva. Dalle tempeste alle catastrofi naturali l'uomo inizierà la trasposizione dei concetti di fede e devozione del regno naturale a quelli specificatamente umani della religione e della filosofia.

Anche quando l'uomo fu in grado di lasciare qualche traccia nel suo ambiente, questa traccia fu a lungo insignificante a causa del numero limitato di popolazione e della distribuzione localizzata e del basso livello della loro tecnologia. A differenza delle tracce lasciate da modeste concentrazioni di animali contemporanei a *Homo*, l'incontro di questo con la natura deve essere apparso privo di conseguenze per molti millenni nella stessa sfera biotica. Incapaci di colonizzare i grandi deserti, calotte polari, catene montuose o le foreste vergini, gli uomini primitivi furono costretti ad abitare le vaste pianure

le steppe, le savane e le rive dei fiumi⁶. Questi habitat andavano soggetti a drastici cambiamenti climatici. Cause grazie alle quali dobbiamo molte tracce lasciate dai nostri antenati che si sono conservate sotto depositi di protezione e possano essere datate grazie al metodo del radiocarbonio che rileva la datazione radiometrica basata sulla misura delle abbondanze relative degli isotopi del carbonio. Scoperte significative hanno dimostrato la sorprendente coincidenza nel tempo tra alcuni dei più drammatici cambiamenti geomorfologici e climatici avvenuti in epoche geologicamente recenti e certi stadi vitali dell'evoluzione e della distribuzione dell'uomo preistorico. Come ha scritto un noto docente di antropologia dell'Università di Roma La sapienza “ *l'evoluzione umana come quella di ogni altro essere vivente su questa terra, è una storia naturale, lunga e complessa*⁷” essa è il frutto di circostanze e non del caso.

Effetti moltiplicatori sufficienti a influenzare gli ecosistemi si ebbero quando l'uomo fece deliberatamente uso del fuoco come mezzo per aprire spazi liberi nelle foreste⁸ Quando fu raggiunta la capacità di ottenere e usare il fuoco, le possibilità distruttive della specie e la sua tendenza a buttarsi sugli strumenti senza capire la necessità di limitarli divennero manifeste. Il fuoco produsse tre tipi di effetto del tutto nuovi rispetto alle precedenti influenze sull'ambiente naturale, esso fu ampiamente diffuso interessando estensioni ampie di foreste o di praterie. Poi fu un processo di per sé ripetitivo, capace di colpire le stesse aree a intervalli abbastanza frequenti, infine, fu altamente selettivo in quanto sterminò localmente certe specie e comunità indirettamente favorendone altre dotate di rapida facoltà di recupero o di una innata resistenza al fuoco. Per queste e altri ragioni il controllo e l'uso del fuoco devono essere considerati il primo segno di progresso tecnologico che ha influito profondamente sull'ambiente naturale dovunque si sia manifestato.

⁶ Tattersal I., (2013), *I Signori del Pianet., La ricerca delle origini dell'uomo*, Torino: Codice Edizioni, La biblioteca delle Scienze, p. 35

⁷ Manzi G., (2007), *L'evoluzione umana*, Bologna: Il Mulino, p. 8

⁸ Nicholson M., (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, p. 35

Questo può essere considerato l'unico caso in cui l'uomo moderno e l'uomo "pre-tecnico" riuscirono a infliggere all'ambiente naturale gli stessi danni su larga scala. Restò tuttavia per lo più confinato a foreste e praterie della zone tropicale, subtropicale e temperata escludendo la foresta umida ma comprendendo certe zone d'acqua. Rimasero relativamente immuni i deserti e i semideserti e quelle che comunemente vengono chiamati oggi catene montuose.

Se il fuoco venne senz'altro impiegato come strumento per facilitare la caccia esso fu usato prevalentemente come rapido mezzo per diradare la foresta⁹ e favorire la crescita di piante da pascolo e foraggio quando si passerà, con il progresso della tecniche, alla domesticazione degli animali. Ciò porterà a una maggiore disponibilità di cibo utile a integrare la dieta e a soppiantare, non ancora in maniera definitiva, la caccia e la raccolta. Lunga e intensa fu l'attività volta a scoprire e sperimentare piante selvatiche a tali scopi così com'è viene dimostrato dall'altissimo numero di specie già familiari e ampiamente coltivate nell'era neolitica, cioè più di 7000 anni fa. Queste scoperte ebbero un forte valore alla nostra specie in quanto offrirono la possibilità di massicci quantitativi nell'approvvigionamento di cibi e di materie prime da un lato, ma conseguenza più importante fu il moltiplicarsi della specie e della divisione del lavoro, richiedendo così un fabbisogno energetico superiore venendosi così a costruire i primi nuclei collettivi comportando il primo sostanziale passaggio di terra da un uso naturale a forme artificiali di sfruttamento produttivo. Questa trasformazione iniziò negli altipiani dell'Anatolia e nella vicina "Mezzaluna" fertile dell'Asia sudoccidentale intorno al 8500 a.C. , in alcuni tratti delle valli dei grandi fiumi nell'Estremo Oriente (prima del 7500)¹⁰, nella basse valle del Nilo e più tardi in regioni dell'America centrale della fascia occidentale dell'America del sud. Inizia così la modificazione su larghissima scala dell'ambiente naturale.

⁹ Nicholson M., (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, pp. 34-36

¹⁰ *Ibidem*

Le ripercussioni indirette provocate da questi progressi furono importanti quanto quelle dirette, la trasformazione da cacciatori- raccoglitori a società di coltivatori-pastori segna la “rivoluzione neolitica”. Da lì in poi, il rapporto-uomo natura cambierà data la consapevolezza umana che la natura non è solo un serbatoio di risorse, ma un laboratorio controllabile (almeno in parte) per giungere a dei fini umani. Questa rivoluzione permise la nascita dei villaggi e l’abbandono del nomadismo. Questo perché uno stesso territorio, non solo bastava al sostentamento continuo dei bisogni dei gruppi umani, ma bastava per un numero sempre maggiore di persone. Intorno a questi siti si costituirono i primi nuclei di sviluppo e di diffusione dell’inquinamento , delle malattie, dell’erosione dell’ambiente nonché i primi obiettivi regolari di un’arte della guerra.

In questi primi insediamenti collettivi si vennero a costruire raggruppamenti di popolazione umana, animale (addomesticazione) e vegetale (semina) sempre più numerosi, azioni che comportano un disturbo o una sostituzione degli ecosistemi naturali attraverso un impoverimento e una modificazione delle comunità animali e vegetali esistenti. Il raggio di interferenza dell’uomo si estese con l’eliminazione di animali pericolosi, con il disboscamento, con la rimozione o il trattamento parziale di tutto ciò che poteva ostacolare il movimento. Fin dai primissimi tempi fu necessaria all’insediamento una fonte sicura di acqua potabile essenziale per far fronte alle oscillazioni climatiche di quel periodo come siccità e inondazioni. La necessità dell’acqua come primo elemento adatto alla vita riserbano uno dei più importanti campi di applicazione delle capacità intellettuali appena costituiti dall’uomo. Questa costituisce e ha contribuito al rapido e intenso sviluppo successivo sfociato nella fondazione di città e di nuclei organizzati collegati sulla base dell’utilizzo del bene idrico.

L’insediamento e lo sviluppo di una economia primitiva dettarono un nuovo schema di distribuzione della popolazione umana in termini di tecnologia primitiva. Grandi incrementi furono facilmente assicurati nelle aree di origine di piante selvatiche coltivate per ricavarne cibo, quando però si intensificò la

coltivazione di piante commestibili e furono meglio compresi i metodi di coltivazione le valli di certi grandi fiumi come il Nilo, il Tigri, l'Eufrate e l'Indo potevano sostenere popolazioni relativamente numerosi. I calcoli relativi, le tecniche e le regolamentazioni necessarie diedero origine all'arte e alla scienza della scrittura, della matematica, dell'ingegneria, della costruzione, dell'amministrazione arrivando ad assicurare mezzi di sostentamento e di governo a popolazioni numericamente forti. Uno dei primi problemi che si presentarono a queste civiltà fu l'utilizzazione dell'ambiente, in Mesopotamia ad esempio l'eccessiva coltivazione intensiva in monocultura se da un lato aumentò la popolazione, dall'altro favorì il conseguente uso errato della terra provocando l'erosione del terreno e l'impoverimento di foreste e terreno da pascolo. Lo sviluppo delle comunità e il continuo bisogno di materie prime provocarono l'inevitabile scoppio di conflitti, sempre meno sporadici e casali e sempre più cronici e violenti. In questa situazione stati di guerra in embrione portarono rapidamente a tre nuove esigenze rivoluzionarie:

1. formulare previsioni oltre l'immediato presente,
2. creare un sistema decisionale rapido ed efficiente per conto della comunità,
3. assicurare un comando personale e autorevole in grado di eseguire le decisioni e garantire gli interessi e la sopravvivenza della comunità in caso di emergenza¹¹.

Rinforzata e sostenuta dal potenziale economico della pastorizia, dell'agricoltura e dello sfruttamento dei minerali, questa primitiva evoluzione politica deve essere considerata come il momento del passaggio da una situazione in cui l'uomo era fondamentalmente beneficiario del ecosistema naturale a quella presente, in cui si è scelto il ruolo di dominatore e sfruttatore della natura¹². In questo periodo divenne possibile intraprendere risolte azioni

¹¹ Nicholson M. (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, pp. 37-38.

collettive su una scala localmente vasta intese a modificare l'ambiente. Esempi grandiosi come le Piramidi, Stonehenge, i colossi dell'isola di Pasqua dimostrano che cosa si poté ottenere con la concentrazione abile e massiccia di manodopera. La maestosità di questi plessi lasciano intravedere un potente impulso emozionale a ripudiare la tradizionale debolezza e subordinazione dell'uomo alla natura sostituendola con una dimostrazione prepotente e duratura della superiorità e della forza umana. Ciò contrastava con altri due ordini di fattori:

1. la mortalità dell'uomo anche se esso potente
2. la forza distruttiva della natura

Fu sicuramente il bisogno di razionalizzare e ritualizzare questa realtà contrastante con la fiducia sempre più forte nelle proprie capacità a promuovere lo sviluppo della religione e la comparsa dei sacerdoti. Forgiando questi dei invisibili, con i quali l'uomo si trovava in un rapporto remoto, divenne possibile giustificare le limitazioni apparenti ed effettive imposte ai poteri dell'uomo sulla natura e sostituire allo spinoso binomio uomo-natura un nuovo rapporto questa volta di tipo triangolare tra uomo, Dio e natura, nel quale i sacerdoti e i capi con funzione sacerdotali esercitavano un ruolo di mediazione, ruolo che sarà destinato a durare fino all'avvento dell'illuminismo nel XVIII secolo¹³.

Altro effetto indiretto, ma altrettanto grave, della nascita delle città fu la parte che esse ebbero nel promuovere azioni di guerra a livelli più alti di distruzione soprattutto per gli obiettivi allettanti che offrivano a razziatori e nemici. Lo sviluppo di insediamenti più vasti aveva gettato il seme di grossi contrasti e di disuguaglianze che da allora avrebbero caratterizzato i vari stadi del progresso umano e che hanno permesso a élite e a popoli privilegiati di godere di livelli

¹³ Behringer W., (2013), *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri, p. 10

di vita notevolmente più elevati, di un potere più grande e di una mobilità e di una gamma di scelte maggiori che non il resto dell'umanità. La grande civiltà egizia riuscì a sopravvivere per un periodo piuttosto lungo dal 3100 a.C. fino al 1075 a.C. ma le corrispondenti civiltà dell'Asia sudoccidentale furono meno fortunate, specialmente quelle situate nelle aree dell'Iran, Iraq e Turchia. Queste si trovarono minacciate da un nuovo e opposto tipo di cultura che si era diffuso per le vaste steppe asiatiche e europee, lasciando gli insediamenti stabili rinunciare ai raccolti e si diedero a una vita nomade di tenda e di sella portandosi dietro nei carri trainati dai buoi tutto ciò che avevano. Il loro sistema autoritario e basato su soldati perfettamente addestrati finì per travolgere i grossi stati a regime più sedentario e rigido che si erano andati evolvendo e fissando nelle zone più ricche a sud. In realtà le ragioni di questo comportamento non sono del tutto chiare ancora oggi ma molti scienziati ritengono che in parte siano legate a cambiamenti climatici sopravvenuti nell'Asia centrale e in parte a questa rivoluzione sociale tecnologica, circa 3000 anni fa si verificò una serie di migrazioni esplosive in ampie zone dell'Asia e dell'Europa. In quei primi albori della storia è già possibile distinguere tre categorie di uomini: i fondatori di imperi, i nomadi e i popoli meno sviluppati.

Dal punto di vista dei rapporti tra uomo e natura questo avvio di grandi migrazioni su vaste distanze è particolarmente significativo in quanto mise fine all'era di impatti nettamente circoscritti su ogni ambiente da parte di gruppi umani che vi si erano da tempo stanziati e avevano imparato a riconoscerne i limiti¹⁴. Da questo momento le decisioni e le azioni arbitrarie di grandi invasori assumono un ruolo sempre più importante e mai più perduto, costringere o persuadere la gente locale ad adottare sistemi e programmi che essi, da soli, mai avrebbero scelto di attuare. Nella fertile fascia che si estendeva dall'Egeo e dal Nilo all'India e alla Cina, sebbene con notevoli interruzioni, la tecnologia avanzata e un insediamento intensivo avevano

¹⁴ Nicholson M. (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, p. 40.

elevato numerose popolazioni ben localizzate al livello di stati e di imperi organizzati che usavano la divisione del lavoro ed esercitavano un'ampia influenza, che, appunto per questo, spesso venivano a scontrarsi ed erano fortemente instabili.

Le popolazioni permanenti si dimostrarono suscettibili di crisi da parte dei nomadi, una volta che questi ebbero a disposizione gli strumenti in grado di permettere una mobilità molto maggiore e la capacità di concentrarsi rapidamente a prescindere dalla distanza.

1. Il primo di questi strumenti fu l'allevamento di cavalli, mucche e pecore su vasta scala nelle steppe euro-asiatiche
2. Il secondo fu la domesticazioni e l'allevamento dei cammelli, integrata dai cavalli, che condusse a sua volta a stimolare le culture del deserto in Arabia e Africa settentrionale.
3. Terzo e ultimo impulso fu dato dai commerci marittimi e alla navigazione che in epoca greca e romana portò a una sostituzione parziale della potenza terrestre con quella marittima come ultimo strumento di dominio¹⁵

A differenza dei recentissimi progressi dei trasporti, i primi esempi di mobilità si verificarono tra popolazioni che erano rimaste ai margini degli stati e degli imperi dominanti e che aumentarono sempre più di numero. Di conseguenza i grandi imperi si videro gravemente minacciati nelle loro forti posizioni dalle “orde barbariche” che in tre millenni sopraffecero quasi tutti i più antichi stati: dagli ittiti ai romani, ai bizantini, agli indù. Differentemente da quelle più moderne attuate da inglesi, olandesi, spagnoli e portoghesi, lo effetto comune fu quello di ampliare e accentuare enormemente l'impatto dell'uomo sull'ambiente naturale, ma differentemente da quelle contemporanee le prime “orde” sebbene attività distruttrici si limitarono a zone molto più ristrette e furono in parte compensati dall'interesse e dalla cura di queste popolazioni per

¹⁵Nicholson M. (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti, p. 31

le riserve d'acqua, per i terreni agricoli, e i pascoli¹⁶. Nel corso della propria storia evolutiva l'uomo non solo si è adattato all'ambiente con strategie biologiche di varia natura, ma lo ha modificato e trasformato col fine di adattarlo alle proprie esigenze, non dettate da principi ecocompatibili né di adeguata razionalità biologica. Questo "impatto ambientale" che si è manifestato in maniera evidente a partire dalle epoche storiche, che seppur brevemente cercheremo di affrontare secondo i diversi aspetti del confronto tra uomo e ambiente, procede ancora oggi con una vertiginosa accelerazione verso situazioni insostenibili per l'ecosistema globale. L'evoluzione umana vedremo, nel capitolo 2, mostra che il rapporto tra Uomo e Ambiente non è stato sempre pacifico se nella prima parte di quest'arco temporale la natura aiutò l'uomo (Commensalismo) ad evolversi è anche vero che tale evento non accadde senza drammi così spesso il primo doveva soccombere al secondo. Oggi più che mai si è arrivati alla conclusione che l' "immenso" patrimonio esistente sul pianeta terra, il capitale naturale, è fondamentale per la esistenza umana ma sempre di più quest'ultima tende a sottovalutare il problema e i dati in nostro possesso. In un sistema dove l'antropizzazione non sembra conoscere limiti di crescita e spazio e dove la valorizzazione economica del capitale naturale (Costanza Robert) e i servizi che esso offre non sembrano utili, in quanto stabilire con precisione le "prestazioni" che ogni ecosistema svolge risulterebbe una lettura "falsata", quello che ci domandiamo è che fare di questo Capitale? Esiste un modello/processo dotato di significato e senso che possa spingere l'umanità a strutturare il "sistema Terra" nel rispetto dei confini del pianeta?¹⁷ o siamo destinati ad assistere al collasso della specie umana? Il modello che presenteremo per rispondere a queste domande è quello della Simbiosi Industriale (3° capitolo), il quale, personalmente, ritengo possa essere il processo che sia più congeniale alle nostre esigenze in quanto permette di ricercare contemporaneamente più esigenze: di sostenibilità, di

¹⁶ *Ibidem*

¹⁷ Rockström J., Wijkman A. (2014), *Natura in bancarotta. Perché rispettare i confini del pianeta. Rapporto al Club di Roma*, Isola di Liri (FR): Edizione Ambiente.

processo, di metodo ma soprattutto di significato, ossia quello di ricreare un rapporto tra Uomo e Natura ormai andato perso che oggi. più che mai ha bisogno di essere ristabilito.

CAPITOLO I

VERSO UNA RIVOLUZIONE SISTEMICA

1.1 L'ecologia e le tre sfide sull'ambiente

A introdurre il termine ecologia nel nuovo lessico della scienza fu un naturalista tedesco nel 1834, Ernst Haeckel, il quale, nella sua opera “*Generelle Morphologie der Organismen*” del 1866 definisce per ecologia: “*Lo studio dell'economia della natura e dello stare al mondo degli organismi [...] include le relazioni degli animali con l'ambiente inorganico[...] e quelli diretti e indiretti, con piante e altri animali[...] in senso lato, essa comprende tutte le condizioni dell'esistenza.*¹⁸”

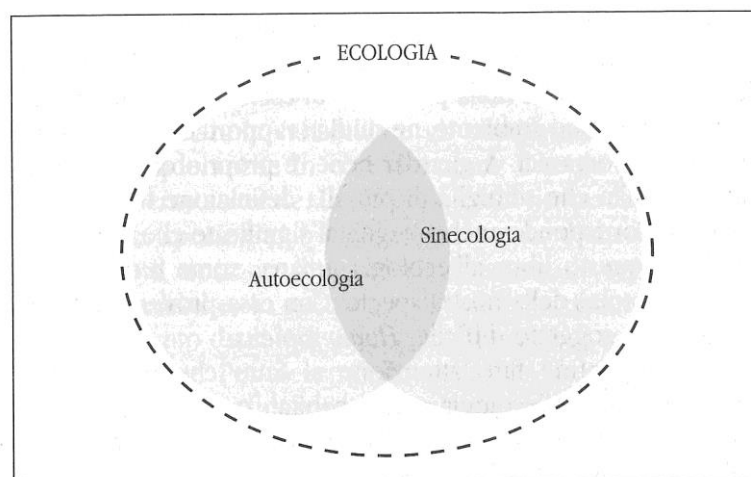
La stessa etimologia della parola “ecologia”, ovvero la *oikologia*, dal greco *oikos* è proprio il discorso sull'abitare, la scienza dell'abitare, dunque, nel senso più ampio del termine essa include le condizioni dell'esistenza, cioè lo stare al mondo degli organismi. A complementare la definizione di Haeckel fu una decina d'anni dopo Karl August Möbius¹⁹ il quale coniò il termine “*biocenosi*” facendo specifico riferimento alle comunità che vivono in un determinato ambiente. Per quanto nel corso dell'Ottocento siano stati portati avanti studi e ricerche pionieristici, pensiamo ad esempio all'opera magna di Charles Darwin, solamente nel Novecento ed esattamente nel 1930 che l'approccio ecologico non è più soltanto un punto di vista ma un modo di pensare la natura e la storia, ed è proprio in questi anni che essa si qualifica come disciplina autonoma, così come si venne a intrecciare e poi a saldare con

¹⁸ Ernst H., “*Generelle Morphologie der Organismen*”, 1866, in Manzi G. & Vienna A., (2009), *Uomini e ambienti. Il colore della pelle e altre storie*, Bologna: Il Mulino, p. 19.

¹⁹ Karl August Möbius (Eilenburg, 7 febbraio 1825 – Berlino, 26 aprile 1908) fu uno zoologo tedesco,. Nel 1877 coniò il termine biocenosi per descrivere la specie delle ostriche che stava studiando. Nel 1863 fondò un acquario ad Amburgo. Fu membro della Società zoologica di Londra dal 1882.

le fondamenta della teoria evuzionista. Molti concordano nel distinguere fra due discipline: la sinecologia e l'auto-ecologia, in realtà non esiste un confine netto ma questa divisione riflette due modi diversi di guardare le interazioni biologiche. Come studioso di scienze sociali per affrontare l'argomento dovrei forse procedere identificando dapprima le caratteristiche che definiscono la realtà sociale per poi allargare il discorso nell'ambito biologico per poi integrarlo con concetti di scienze naturali. Ma si potrebbe dopo tutto sottolineare che la realtà sociale si è evoluta partendo proprio dal mondo biologico cioè quando una specie di scimmia residente nella Rift Valley iniziò a camminare su due gambe. Ritornando quindi alla suddivisione disciplinare di cui sopra identifichiamo come sinecologia (biocenosi) lo studio di gruppi di organismi che interagiscono in un dato ambiente. Con tale disciplina si cerca di guardare e analizzare dall'esterno le interazioni tra gli organismi viventi e l'ambiente. La seconda, auto-ecologia, è quella che prende le mosse da una prospettiva opposta e guarda al fenomeno come all'interno del sistema. Questa si mette nella posizione di ciascuna specie vivente la analizza nel suo ambiente studiandone i rapporti con vari fattori organici e non.

Fig.1.1 Sinecologia e autoecologia: due prospettive per guardare agli stessi fenomeni ecologici



Fonte: Manzi G. (2006), *Uomini e Ambienti*, Bologna: Il Mulino, p.15

Fatta questa breve premessa possiamo dunque definirne meglio le prospettive, se, infatti, l'ecologia studia le interazioni tra organismi e l'ambiente, l'ecologia umana analizza specificamente gli adattamenti delle popolazioni umane, occupandosi perciò di affrontare l'auto-ecologia di una specie particolare piuttosto invadente. Nell'esaminare la variabilità e gli adattamenti umani la disciplina prende in considerazione il ruolo del comportamento culturale. Questo infatti è una risorsa fondamentale della nostra specie che si manifesta attraverso le attività fisiche e intellettuali che caratterizzano il comportamento degli individui. L'ecologia umana fornisce valide risvolti applicativi permettendo così di interpretare gli eventi che derivano dalla relazione uomo-ambiente nonché di offrire suggerimenti per orientarne le scelte in termini di sviluppo e benessere.

Come vedremo più avanti nella nostra ricerca vedremo che spesso le interazioni tra gli organismi e l'ambiente hanno sempre una valenza bidirezionale, sebbene, i primi siano influenzati dal secondo. Gli esseri umani sono stati quelli che hanno avuto l'impatto più consistente sull'ambiente, nel corso della nostra storia evolutiva, l'uomo non solo si è adattato all'ambiente con strategie biologiche di varia natura ma lo ha modificato e trasformato per adattarlo alle proprie esigenze non sempre compatibili alla razionalità biologica. Visto così la nostra specie ha avuto decisamente successo se valutato in termini di individui e aree geografiche popolate, tuttavia, le alterazioni indotte sono ormai talmente estese da minacciare la nostra stessa esistenza e di altre specie. Il confronto tra uomo e ambiente è stato descritto dovendo considerare gli aspetti collegati al clima nonché quelli legati all'alimentazione e agli effetti patogeni. Quindi a partire dalle sue origini sino ai giorni nostri sono tre le principali sfide ambientali alle quali la nostra specie è stata chiamata a rispondere con cambiamenti adeguati: ambiente climatico, alimentare e infine l'ambiente patogeno²⁰. Come vedremo nel corso della trattazione diverse sono state le strategie adattive di primi *Hominidi*; ma che

²⁰ Jered D., (1998.), *Armi, Acciaio e Malattie*, Torino:Einaudi.

cosa s'intende esattamente per "adattamento"? In genere con tale termine ci si riferisce alle risposte che si verificano in relazione alle variazioni ambientali da cui conseguono condizioni che permettono di migliorare le resistenze nei confronti dell'ambiente. Queste si realizzano mediante un processo di autoregolazione e aggiustamento in risposta all'ambiente fisico esterno e/o ad altri organismi viventi. Come ha fatto detto un noto divulgatore Scientifico italiano:

“La storia della vita sulla Terra, lo sappiamo, è la storia dell'adattamento all'ambiente. Attraverso una serie di mutazioni e di selezioni, le specie vegetali e animali si sono continuamente adattate all'ambiente in trasformazione, trovando ogni volta le soluzioni giuste per sopravvivere nei climi più diversi. Chi non s'adattava si estingueva²¹”.

L'adattamento è nell'uomo, come vedremo, un fenomeno complesso, esso, infatti, comprende la totalità delle modificazioni somatiche, funzionali e culturali che permettono all'individuo e alle popolazioni di sopravvivere e di riprodursi. Possiamo distinguere diverse modalità di adeguamento: si parla di “acclimatazione” quando vi è un semplice adeguamento o adattamento a breve termine, per distinguerlo dal vero e proprio “adattamento” termine col quale si vuole indicare in biologia delle modificazioni in modo permanente e acquisite nel tempo. Considerando le variazioni storiche intervenute nelle frequenze genetiche delle popolazioni queste notevoli variabilità sono il risultato di processi condizionati dalla selezione naturale ma anche dalla deriva genetica. “Gli adattamenti genetici possono considerarsi il risultato di cambiamenti che di generazione in generazione adeguano la popolazione all'ambiente attraverso tassi riproduttivi che assicurano la diffusione di alcuni genotipi.²²” Nella nostra storia evolutiva la specie *Homo* ha integrato o sostituito le risposte biologiche con quelle culturali al fine di soddisfare i primari bisogni biologici permetto di elaborare strategie adattive di carattere

²¹ Piero A., (1988), *Quark Economia (Per capire un mondo che cambia)*, Milano: Garzanti Libri, , in <http://it.wikipedia.org/wiki/Adattamento>.

²² Giorgio M., Vienna A., (2009), *Uomini e Ambienti* , Bologna: Il Mulino, p. 21.

comportamentale che si sono rilevate adeguate. Sotto questo aspetto la cultura ha rappresentato e rappresenta per l'uomo il più efficiente sistema di mediazione tra la comunità e l'ambiente. Le interrelazioni biologico-culturali svolgono un ruolo primario nella regolazione delle variabili demografiche ma con ciò non si vuole di certo sostenere o interpretare le azioni comportamentali dell'uomo solo sulla base di esigenze dalla necessità di soddisfare i propri bisogni biologici, ma meglio a tal proposito essere adeguato un approccio "ecologico bio-culturale".

1.2 La visione sistemica dell'antropologia

L'umanità attuale si trova a fronteggiare problemi sempre più resistenti a risposte e soluzioni unidirezionali. Questi scaturiscono da situazioni complesse che coinvolgono numerosi fattori: politici, economici, tecnici, sociali, etici e così via.

Al giorno d'oggi l'approccio alla soluzione dei problemi è di tipo "meccanicistico" cioè cercando di analizzare un singolo punto scomponendolo in parti sempre più piccole per poi porre l'attenzione sull'elemento che non funziona adottando un'adeguata soluzione specialista. Tuttavia adottando tale metodo non sempre porta a interventi efficaci poiché perde di validità all'aumentare della complessità della problematica. Una visione sistemica cerca di dominare al meglio questa complessità. Il progresso decisivo di tale visione è quello di abbandonare la concezione cartesiana e la sua distinzione tra realtà pensante e realtà estesa, comprendendo che in realtà siano dei processi²³.

In tale sistema l'attenzione si concentra sulle relazioni tra gli elementi che sulle singole componenti prese separatamente. Lo studio dei sistemi viventi non può essere affrontato mediante un approccio "riduzionista" sebbene le

²³ Maffei R., (2004), "Le parti e il tutto: cosa intendiamo per "visione sistemica", <http://www.caosmanagement.it/n70/Le-parti-e-il-tutto%20-RMaffei.pdf>, (9-10-2014)

interazioni tra essi e gli organismi sia estremamente complesso. Considerando come “ambiente” qualsiasi condizione che permetta lo svolgimento di funzioni che noi definiamo “vita” possiamo studiare le interazioni ambientali secondo diversi livelli come un contenitore da cui sottrarre ciò che ci interessa e scartare ciò che non interessa:

- Di organismo che analizza il modo in cui i differenti tipi di organismi si adattano a vivere nei diversi ambienti
- Di popolazione, ossia di gruppi di individui appartenenti alla stessa specie che vivono in una determinata area geografica e si incrociano tra loro,
- Di comunità, la quale è costituita da tutte le popolazioni di specie differenti che vivono in un particolare area
- Di ecosistema ovvero l'insieme di tutte le forme di vita e di tutti i fattori non viventi in una determinata zona²⁴.

In quest'ultimo caso si vanno a considerare tanto i fattori biotici, ossia gli organismi che costituiscono quella comunità di specie, quanto i fattori abiotici che la determinano come ad esempio: temperatura, forme di energia, gas, sostanze nutritive e così via.

Le principali caratteristiche di uno studio del rapporto uomo-ambiente hanno come oggetto:

- L'analisi del sistema ambientale
- L'analisi del comportamento socioculturale della popolazione
- L'analisi dell'adattamento biologico della popolazione²⁵.

La prima riguarda la descrizione e l'interpretazione delle reciproche relazioni che si verificano tra piante e animali nonché tra queste e le componenti viventi

²⁴ Giorgio M., Vienna A., (2009), *Uomini e Ambienti*, Bologna: Il Mulino, pp.23-24

²⁵ Giorgio M., Vienna A., (2009), *Uomini e Ambienti*, Bologna: Il Mulino, p.19

del sistema ambientale e quelle abiotiche, il tutto viene analizzato dal punto di vista degli equilibri naturali e di quelli specifici.

L'analisi socioculturale della popolazione studia e interpreta le strategie culturali che la comunità impiega per adattarsi a un sistema ambientale. Esse tendono a modificare l'ambiente e a consentirne lo sfruttamento delle risorse, o, trasformare “ l'espressione sociale della personalità in funzione del sistema ambientale che s'intende raggiungere²⁶”.

L'ecosistema a livello umano può quindi essere analizzato facendo riferimento a metodi propri sia dell'ecologia evoluzionistica (di tipo storico-naturalistico) sia riferibili all'ecologia sistemica (di tipo biologico culturale) sistemi tanto complessi vanno sempre studiati mediante un approccio multidisciplinare e non unidirezionale.

L'analisi dell'adattamento biologico della popolazione considera l'espressione specifica delle relazioni tra il sistema ambientale e il comportamento socioculturale della popolazione i cui successivi livelli di esame prendono in considerazione gli elementi biologici che si riferiscono specificatamente all'uomo, ovvero scaturiscono dal suo confronto con l'ambiente climatico, alimentare e patogeno per poi infine introdurre i diversi tipi di analisi: comparativa, trasversale e longitudinale.

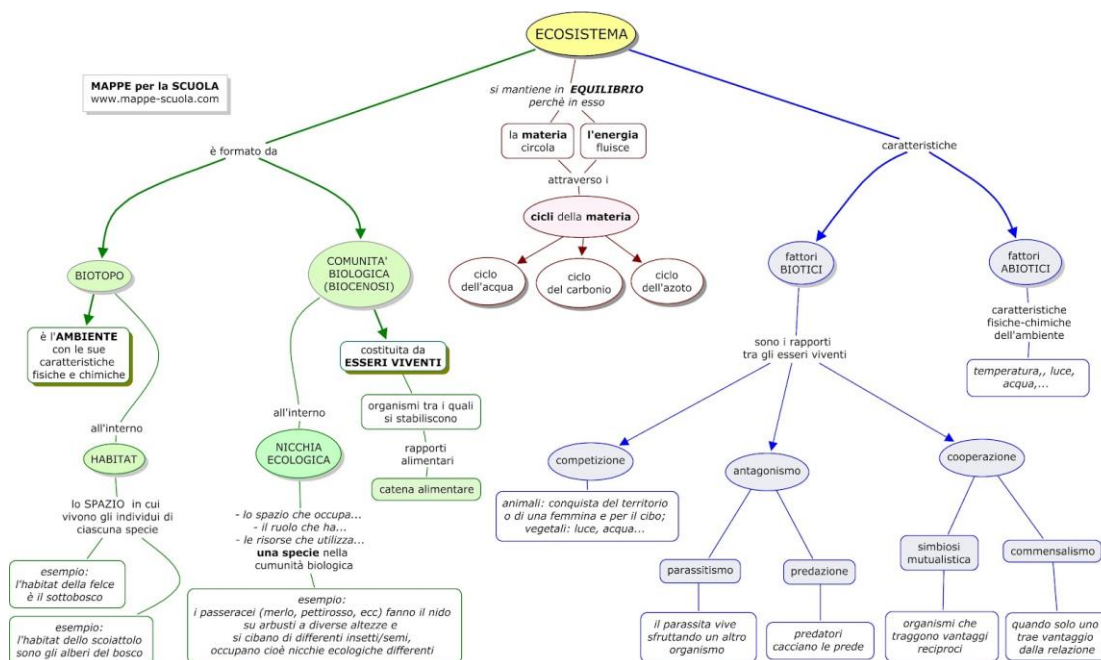
1.3. Gli Ecosistemi

Il termine e la sua definizione tecnica compaiono nel 1935 da uno studio condotto dal botanico Arthur Tansley la cui opera scientifica ne contribuì all'affermazione. Come abbiamo illustrato che con tale termine si vuole *indicare l'insieme degli organismi viventi e dei fattori abiotici presenti in un dato ambiente e le relazioni che esso intrattiene con i loro elementi*²⁷.

²⁶ Giorgio M., Vienna A., (2009), *Uomini e Ambienti*, Bologna: Il Mulino, p.25

²⁷ Audesirk G.& Audesirk T. (1999), *Biologia, la vita sulla Terra*, Torino: Einaudi scuola.

Fig.1.2 Schema riassuntivo di un ecosistema



Fonte: <http://www.risorsendidattiche.net>

L'ecosistema costituisce l'unità funzionale di base in ecologia, le sue componenti, sono le comunità biotiche e abiotiche nonché i flussi di energia. Gli ecosistemi sono quindi dei sistemi ecologici al cui interno le componenti sono collegate al proprio ambiente attraverso una serie di legami, alcuni dei quali retroattivi. Tale retroazione può essere di due tipi: negativa, caratteristica delle dinamiche tra preda-predatori, positiva quando invece i risultati del sistema tendono ad amplificare gli eventi che li hanno causati generando un comportamento instabile. Un esempio di tale retroazione positiva possono essere le dinamiche climatiche.

Prendendo la legge della termodinamica, nella parte in cui afferma che l'energia totale esistente non cambia ma si può trasformare da una forma all'altra l'ecosistema è una struttura caratterizzata da ben precisi flussi energetici e dai ricicli delle materie presenti.

Gli ecosistemi sono caratterizzati da proprietà e comportamenti che ne determinano gli aspetti qualitativi, un importante caratteristica di tale qualità è la diversità, o meglio la diversità biologica. Per biodiversità si intendete la

totalità dei patrimoni genetici dei sistemi viventi e degli ecosistemi presenti sulla terra, essa svolge un ruolo importante nel funzionamento degli ecosistemi e nell'erogazione dei servizi naturali. La consapevolezza e il riconoscimento del legame tra ecosistemi e benefici per gli esseri umani viene osservata sin dall'antichità.

Le prime opere su tale reciprocità vengono raccolte per la prima volta nel 1864 da un geografo G.Marsh in *“Man and Nature”* ma solamente un secolo dopo che verrà descritto il funzionamento in termini di servizi erogati e funzioni svolte dal report *Study of Critical Environmental Problems*.

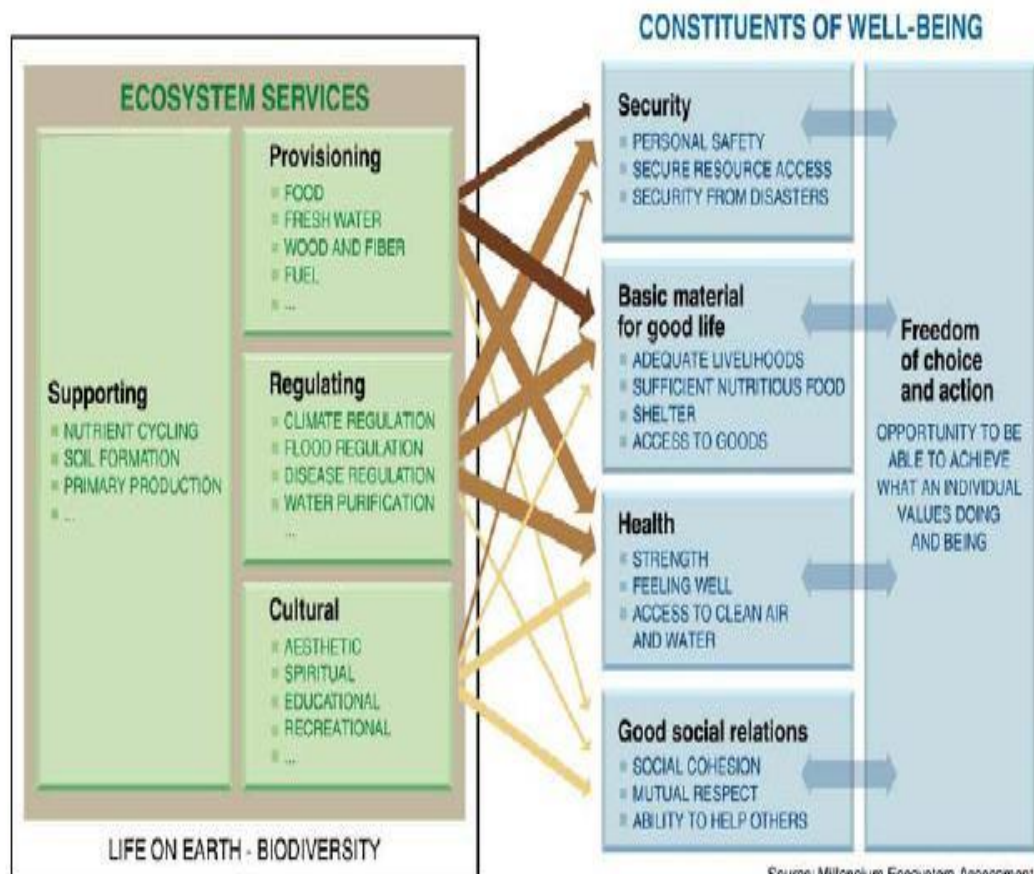
Il notevole interesse che negli ultimi anni si è andato a diffondere nella disciplina ha aumentato notevolmente la comprensione sui meccanismi complessi che regolano gli ecosistemi consentendo di capire come essi possano erogare diversi servizi che rendono possibile la vita sulla terra. Ma che cosa sono i servizi ecosistemici?

Con tale definizione si fa spesso riferimento alle condizioni e ai processi attraverso cui gli ecosistemi e le diverse specie che li compongono, sostengono la vita umana. Essi sono alla base della produzione di numerosi beni, ma di recente, si sono individuati, tramite degli studi condotti dal *Millennium Ecosystem Assessment*, quattro funzioni ciascuna comprendente numerosi servizi:

1. Servizi di supporto
2. Servizi di approvvigionamento
3. Servizi di regolazione
4. Servizi di tipo culturale

Fig.1.3 I servizi degli ecosistemi

Linkages between ecosystem services and human well-being



Source: Millennium Ecosystem Assessment

ARROW'S COLOR Potential for mediation by socioeconomic factors	ARROW'S WIDTH Intensity of linkages between ecosystem services and human well-being
 Low	 Weak
 Medium	 Medium
 High	 Strong

Figure SDM - A - The MA framework

Fonte: Millenium Ecosystem Assessment

Dal grafico possiamo evincere che i diversi ecosistemi su scala planetaria sono legati da una fitta rete di interazioni che riguardano scambi di materia, energia e informazioni.

Il primo a introdurre l'idea che gli ecosistemi fossero caratterizzati da proprietà simili a quelle di un sistema vivente fu J.Lovelock²⁸ negli anni Sessanta. Egli avanzò l'ipotesi che come i singoli organismi hanno le capacità di auto-organizzazione e di controllo su alcuni parametri così la rete globale di ecosistemi avesse la capacità di regolare la temperatura media terrestre, la composizione chimica e altri aspetti.

Che cos'è il capitale naturale sarà l'oggetto dei nostri prossimi paragrafi.

Recenti analisi hanno calcolato che la perdita di servizi ecosistemici contribuisce all'insicurezza alimentare ed energetica, aumenta la vulnerabilità ai disastri naturali, come inondazioni o tempeste tropicali, diminuisce il livello di salute, riduce la disponibilità e la qualità delle risorse idriche e intacca l'eredità culturale. I servizi ecosistemici rappresentano inoltre una porzione notevole del valore economico totale del pianeta. Questi servizi però non sono completamente inclusi nel mercato e non sono nemmeno quantificati adeguatamente, in termini comparabili con i servizi economici e il capitale manifatturiero.

1.4. La struttura dei sistemi biologici e sociali

Un'analisi sistemica si focalizza sulla nozione di organizzazioni o di *schemi di organizzazione* intendendo con ciò la configurazione di relazioni tra componenti del sistema stesso, che ne determina le caratteristiche essenziali, la *struttura* come incarnazione materiale dello schema organizzativo, e il

²⁸ James Lovelock, è un chimico britannico; scienziato indipendente, scrittore e ricercatore; ambientalista che vive in Cornwall, nel sud ovest dell'Inghilterra. Il suo maggiore merito scientifico è la teoria di Gaia con la quale per primo ha descritto il pianeta Terra, con tutte le sue funzioni, come un unico super organismo.

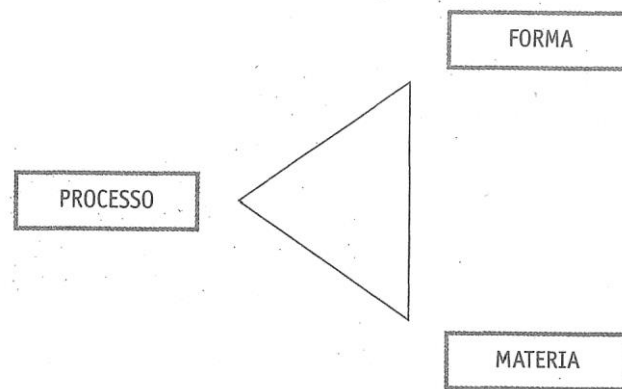
processo vitale come processo continuo nel quale questa incarnazione si realizza.

Le prospettive sulla natura dei sistemi viventi corrispondono allo studio della forma, della materia e del processo. Quando studiamo i sistemi viventi, sia in ambito naturale che all'interno delle scienze sociali, il loro schema di organizzazione è quello di una rete auto-generativa, la loro struttura materiale è un sistema aperto che spesso opera in condizioni lontane da quelle dell'equilibrio. Infine i sistemi viventi sono sistemi cognitivi nei quali processi è strettamente connesso al modello di autopoiesi. Tale termine coniato nel 1972 da Humberto Maturana²⁹, è un sistema che ridefinisce continuamente se stesso ed al proprio interno si sostiene e si riproduce.

Un sistema autopoietico può quindi essere rappresentato come una rete di processi di creazione, trasformazione e distruzione di componenti che, interagendo fra loro, sostengono e rigenerano in continuazione lo stesso sistema. Inoltre il sistema si *autodefinisce*, di fatto, ovvero il dominio di esistenza di un sistema autopoietico coincide con il dominio topologico delle sue componenti. Tali prospettive dunque possono essere rappresentate ai vertici di un triangolo in modo da voler evidenziare la loro interconnessione.

²⁹ Humberto Maturana è un biologo e filosofo cileno. Dopo il diploma del 1947 nel Liceo Manuel de Salas, inizia l'università nel 1948, studiando medicina e chirurgia all'Università del Cile presso la cattedra del prof. Gabriel Gasiç. Successivamente, a partire dal 1954, passerà a studiare anatomia e neurofisiologia in Inghilterra, nell'University College di Londra, presso la cattedra del prof. John Zachary Young, con una borsa di studio della fondazione Rockefeller. Durante questo periodo e sotto la direzione di questo professore, inizia a considerare l'essere vivente non come un conglomerato di proprietà o componenti con valore funzionale, ma come entità dinamica autonoma in continua trasformazione in coerenza con le sue circostanze di vita. Riconosce come suoi maestri Gustavo Hoecker in Cile e J. Z. Young in Inghilterra, che è indiscutibilmente uno dei pensatori che hanno influenzato anche il pensiero di Gregory Bateson. Nel 1956 è accettato all'Harvard University di Boston (USA) come candidato al Ph.D. in biologia. Conseguisce il Ph. D. nel 1958 con una tesi sulla struttura del nervo ottico della rana.

Fig.1.4 Le tre prospettive della vita³⁰



Fonte: Capra F.,(2012), *La scienza della vita*, Milano: Bur saggi, Rizzoli,p.118

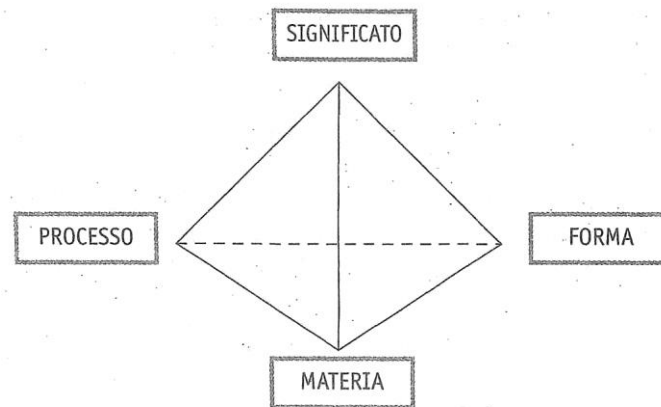
Questa visione però non può essere estesa alla realtà sociale in quanto all'interno di questa ci imbattiamo in una quantità sconcertanti di fenomeni (dalle regole comportamentali alle relazioni di potere), che pur non rivestendo alcun ruolo nella maggior parte del mondo non umano sono tuttavia essenziale nel campo della vita sociale degli uomini. Queste diverse caratteristiche hanno però un tratto fondamentale nel quale possiamo ritrovare un collegamento naturale a questa visione sistemica: l'autocoscienza. La nostra capacità di ricorrere a immagini mentali sembra essere una condizione fondamentale perché possano emergere le caratteristiche chiavi della vita sociale, l'essere in grado di adoperare immagini mentali ci permette di scegliere fra diverse alternative nel formulare giudizi di valore e regole sociali di comportamento. Stando a ciò dunque possiamo estendere la visione sistemica della vita al dominio sociale aggiungendo la prospettiva del significato alle tre prospettive indicate precedentemente.

Diversamente dalle prospettive precedenti che formano un triangolo, la prospettiva del significato si trova invece all'esterno del piano di questo triangolo, venendo così a formare una figura geometrica: un tetraedro, per indicare che in essa si apre una dimensione "interiore".

³⁰ Capra F.,(2012), *La scienza della vita*, Milano: Bur saggi, Rizzoli,p.118.

I sistemi viventi sono reti auto-generative. Il loro schema di organizzazione, basato sul modello reticolare nel quale ciascuno contribuisce alla produzione di altri componenti.

Fig.1.5 La quarta prospettiva della vita³¹



Fonte: Capra F., (2012), *La scienza della vita*, Milano, Bur saggi, Rizzoli, p. 121.

1.5 Le Reti

Per potere applicare ai fenomeni sociale tale modello dobbiamo prima vedere se il concetto di autopoiesi sia valido nell'ambito della realtà sociale a ciò viene in aiuto colui che ha dato vita al concetto: Humberto Maturana. Egli suggerisce di *“restringere l'applicazione del concetto di autopoiesi alla descrizione delle reti cellulari e di servirsi del concetto più ampio di “chiusura a livello di organizzazione” per parlare di tutti gli altri sistemi viventi³²”*. Prima di addentarci alla realtà sociale sembra giusto fare una premessa su come viene applicato il concetto di autopoiesi all'interno di una cellula. Una cellula è caratterizzata da un limite esterno, la membrana cellulare, che separa il sistema vivente dall'ambiente circostante.

All'interno di questa membrana troviamo tutta una rete di reazioni chimiche che compongono il metabolismo cellulare attraverso le quali il sistema si

³¹ Capra F., (2012), *La scienza della vita*, Milano:, Bur saggi, Rizzoli, p. 121.

³² Capra F., (2012), *La scienza della vita*, Milano: Bur saggi, Rizzoli, p. 132.

conserva in esistenza. Attraverso le membrana cellulare la cellulare regola la composizione molecolare della cellulare preservandone così l'identità., dunque se la membrana cellulare è la prima caratteristica possiamo individuare la seconda che è la natura del metabolismo all'interno della cellula.

Esso è un'altra caratteristica essenziale per la vita della cellula attraverso i continui processi, infatti, il flusso di elementi chimici e di energia la vita può continuare a prodursi, ripararsi e perpetuarsi. Notando i processi metabolici più da vicino possiamo notare come essi formano una caratteristica fondamentale della vita. Come gli ecosistemi vengono letti in termini di catene alimentare così gli organismi sono visti come reti di cellule, organi e sistemi organici, e le cellule come reti di molecole. Fatta questa premessa possiamo estendere l'approccio sistemico alla realtà dei sistemi sociali.

A venire in aiuto è uno dei massimi esponenti della sociologia tedesca Niklas Luhmann³³ L'approccio sistemico ha avuto l'intuizione di comprendere come il modello reticolare è comune a ogni livello di vita. Teoria principale di Luhmann fu quello di individuare nelle comunicazioni l'elemento costitutivo delle reti sociali. Lo stesso Luhmann nel suo testo “ *The autopoiesis of social System* ” afferma che “ *il modo specifico in cui i sistemi sociali realizzano la propria riproduzione autopoietica è quello della comunicazione. I loro elementi costitutivi sono delle comunicazioni che vengono continuamente prodotte e riprodotte da una rete di comunicazioni che non possono esistere se non all'interno di una tale rete*³⁴ ” Queste reti di comunicazioni sono in grado di auto-generarsi: ciascuna comunicazioni genera dei pensieri e dei significati i quali , a loro volta daranno origine ad altre comunicazioni così che la rete viene a generare se stessa. Per esplorare le implicazioni che sorgono nel

³³ Niklas Luhmann (Lunenburg, 8 dicembre 1927, Oerlinhausen, 6 novembre 1998) Sociologo e filosofo tedesco, fu uno dei maggiori esponenti della sociologia del XX secolo, egli applicò alla società la teoria dei sistemi sociali che ebbe un forte impatto anche in campo filosofico.

³⁴ Luhmann N., (1990), *The Autopoiesis of Social System*, in Luhmann Niklas, (1990), *Essays on Self-References*, New York Columbia University Press, in Capra Fritjof, (2012), *La scienza della vita*, Milano: BUR saggi, Rizzoli, p. 133.

vedere i sistemi sociali come reti di comunicazioni è utile tener presente la duplice natura della comunicazione umana, che come ogni forma di comunicazione tra esseri viventi coordina e coinvolge il pensiero concettuale e il linguaggio simbolico, che a sua volta genera delle immagini mentali, dei pensieri e dei significati producendo delle regole di comportamento o delle strutture sociali.

Dopo aver compreso che i sistemi sociali sono organizzati come delle reti auto-generative dobbiamo ora concentrarci su quelle che sono le strutture che vengono prodotte da queste reti e sulla natura delle relazioni da esse generate, ma per far ciò ci dobbiamo nuovamente servire di un raffronto con le reti biologiche e alla nostra cellula.

La rete metabolica di una cellula ad esempio genera delle strutture materiali, alcune di queste diventano componenti strutturali della rete andando così a formare parti della membrana cellulare o di altre strutture della cellula.

Così come le cellule anche le reti sociali producono strutture materiali come ad esempio industrie-strade-tecnologie, che diventano componenti strutturali della rete stessa e producono inoltre beni materiali. Tale produzione strutturale materiale nelle reti sociali differisce da quella che avviene nelle reti biologiche ed ecologiche. Tutte le strutture sociali, infatti, sono create con l'obiettivo di uno scopo, secondo qualche progetto ma soprattutto sono date di significato. Esso è qualcosa di essenziale per la nostra specie senza di questo, infatti non sarebbe comprensibile la realtà sociale.

Siamo continuamente alla ricerca di un senso nel nostro mondo interiore, esteriore e in quello che ci circonda. In quanto esseri umani possiamo compiere mutevoli azioni ma se quelle involontarie ci coinvolgono con il restante mondo vivente, soltanto quelle dotate di coscienza fanno sì che si crei questa distinzione.

Punto fondamentale è che il comportamento di un organismo vivente è condizionato da forze esterne ma senza esserne totalmente determinato.

Gli organismi viventi si auto-organizzano e il loro comportamento non è imposto dall'ambiente ma stabilito dal sistema stesso, più precisamente il

comportamento è determinato dalla struttura che si forma in seguito a una successione di cambiamenti strutturali e autonomi. Con ciò non si vuole di certo sostenere che gli organismi viventi siano indipendenti anzi essi non sono mai entità isolate dall'ambiente che li circonda ma interagiscono continuamente con esso il quale però ne determina l'organizzazione. Esplorando le dinamiche delle reti sociali abbiamo potuto osservare come una delle caratteristiche delle reti consiste nella generazione di strutture sia materiali che sociali.

Ma come sappiamo nell'ambito della realtà sociale il concetto di organizzazione acquista un ulteriore significato, le organizzazioni sociali come quelle economiche o politiche, sono sistemi i cui schemi hanno lo specifico fine di distribuire potere. Questi schemi sono noti come strutture organizzative e sono visivamente rappresentati dai comuni organigrammi che ne facilitano i processi decisionali.³⁵

Nei sistemi biologici, invece, tutte le strutture sono materiali, in una rete biologica i processi sono dei processi di produzione e le strutture che ne risultano da questi sono la concretizzazione corporea dello schema di organizzazione del sistema.

Tutte le strutture biologiche sono in costante trasformazione così come il processo attraverso il quale il loro schema di organizzazione si concentra in una realtà corporea di un processo ininterrotto.

Ritornando ai sistemi sociali, questi producono strutture materiali e strutture immateriali, i processi che li sostengono sono processi di comunicazione che generano dei significati e delle regole di comportamento condivisi così come un corpo di conoscenze condivise.

³⁵ Capra F., (2012), *La scienza della vita*, Milano: Bur saggi, Rizzoli, p. 35-43.

1.6 Il capitale Naturale

Come abbiamo precedentemente osservato, all'interno degli ecosistemi sussistono un insieme di servizi, la somma totale dei sistemi ecologici che sostengono la vita forma quello che definiamo il capitale naturale che si differenzia dal capitale costruito dall'uomo in quanto non può essere prodotto dall'attività umana.

Oggi non c'è porzione di Terra che non sia influenzata dall'attività umana e le conseguenze non sono conoscibili né è possibile determinare con precisione quali specie sono indispensabili per mantenere le funzioni.

La specie umana ha ereditato un patrimonio naturale accumulato in 3,8 miliardi di anni ma con gli attuali ritmi di sfruttamento e distruzione entro la fine del secolo ne sarà rimasto ben poco, tuttavia c'è chi ancora nega che l'enorme patrimonio ereditato stia calando vertiginosamente e le funzioni vitali da esso svolte assumono ormai un'importanza critica per il nostro benessere.

I servizi di sistemi ecologici e gli stock di capitale naturale che li producono sono fondamentali per il funzionamento del sistema di supporto vitale della Terra. Essi contribuiscono al benessere umano, sia direttamente che indirettamente, e quindi rappresentano una parte del valore economico totale del pianeta³⁶.

Ci sono stati molti studi negli ultimi decenni il cui scopo è stato quello di stimare il valore di una vasta gamma di servizi eco-sistemici tale da introdurre a fianco al termine capitale naturale il concetto di "capitalismo naturale", questo riconosce la fondamentale interdipendenza tra produzione/consumo del capitale creato dall'uomo e conservazione/utilizzo del capitale naturale.

Anche se non sarà oggetto della nostra ricerca, riconosciamo che ci sono molti problemi concettuali ed empirici inerenti a produrre una stima economica

³⁶ Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, n. 387, pp. 253-260.

precisa, ma introdurre e trovare tale stima, sebbene approssimativa penso sia essenziale per due ragioni:

1. rendere la gamma dei possibili valori dei servizi degli ecosistemi più evidenti;
2. realizzare almeno una prima approssimazione della grandezza relativa dei servizi eco-sistemici globali

Uno studio³⁷ condotto nel 1997 da Robert Costanza³⁸ ha raggruppato i servizi eco-sistemici in 17 categorie principali. Questi gruppi sono elencati.

³⁷Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, n. 387, pp. 253-260.

³⁸Robert Costanza è un economista statunitense. Studia architettura e Assetto Urbano e Territoriale alla University of Florida laureandosi nel 1979. Nel 1982 è selezionato nel Kellogg National Fellow dove approfondisce e si distingue nel campo della conservazione dell'ambiente. Nel 1998 riceve il premio commemorativo Kenneth Boulding per i contributi eccezionali alla nascente economia ecologica. Nel 2000 consegue il dottorato onorario in scienze naturali alla Università di Stoccolma.

Tab.1.1 I servizi ecosistemici individuate da Robert Costanza.

Number	Ecosystem service*	Ecosystem functions Examples	
1	Gas regulation	Regulation of atmospheric chemical composition.	CO ₂ /O ₂ balance, O ₃ for UVB protection, and SO _x levels.
2	Climate regulation	Regulation of global temperature, precipitation, and other biologically mediated climatic processes at global or local levels.	Greenhouse gas regulation, DMS production affecting cloud formation.
3	Disturbance regulation	Capacitance, damping and integrity of ecosystem response to environmental fluctuations.	Storm protection, flood control, drought recovery and other aspects of habitat response to environmental variability mainly controlled by vegetation structure.
4	Water regulation	Regulation of hydrological flows.	Provisioning of water for agricultural (such as irrigation) or industrial (such as milling) processes or transportation.
5	Water supply	Storage and retention of water.	Provisioning of water by watersheds, reservoirs and aquifers.
6	Erosion control and sediment retention	Retention of soil within an ecosystem.	Prevention of loss of soil by wind, runoff, or other removal processes, storage of silt in lakes and wetlands.
7	Soil formation	Soil formation processes.	Weathering of rock and the accumulation of organic material.
8	Nutrient cycling	Storage, internal cycling, processing and acquisition of nutrients.	Nitrogen fixation, N, P and other elemental or nutrient cycles.
9	Waste treatment	Recovery of mobile nutrients and removal or breakdown of excess or xenic nutrients and compounds.	Waste treatment, pollution control, detoxification.
10	Pollination	Movement of floral gametes.	Provisioning of pollinators for the reproduction of plant populations.
11	Biological control	Trophic-dynamic regulations of populations.	Keystone predator control of prey species, reduction of herbivory by top predators.
12	Refugia	Habitat for resident and transient populations.	Nurseries, habitat for migratory species, regional habitats for locally harvested species, or overwintering grounds.
13	Food production	That portion of gross primary production extractable as food.	Production of fish, game, crops, nuts, fruits by hunting, gathering, subsistence farming or fishing.
14	Raw materials	That portion of gross primary production extractable as raw materials.	The production of lumber, fuel or fodder.
15	Genetic resources	Sources of unique biological materials and products.	Medicine, products for materials science, genes for resistance to plant pathogens and crop pests, ornamental species (pets and horticultural varieties of plants).
16	Recreation	Providing opportunities for recreational activities.	Eco-tourism, sport fishing, and other outdoor recreational activities.
17	Cultural	Providing opportunities for non-commercial uses.	Aesthetic, artistic, educational, spiritual, and/or scientific values of ecosystems.

*We include ecosystem 'goods' along with ecosystem services.

Fonte. Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, n. 387, pp. 253-260.

I ricercatori hanno incluso solo i servizi rinnovabili, escludendo i combustibili non rinnovabili, i minerali e l'atmosfera. La difficoltà di stimare in termini economici il capitale naturale del sistema Terra è dato dal fatto che le funzioni di questi servizi non mostrano necessariamente una corrispondenza. In alcuni casi, un servizio unico di un ecosistema è il prodotto di due o più funzioni dell'ecosistema, mentre in altri casi una singola funzione eco-sistemica contribuisce a due o più servizi di questo. Come annota Costanza nel suo lavoro di "*valuation*" è importante sottolineare la natura interdipendente di molte funzioni, ad esempio, una parte della produzione primaria netta in un ecosistema finisce come cibo, il cui consumo genera prodotti respiratori necessari alla produzione primaria. Anche se queste funzioni e servizi sono interdipendenti, in molti casi possono essere aggiunti in una stima economica perché rappresentano "prodotti comuni" dell'ecosistema, che sostengono il benessere umano.

La definizione tradizionale di capitale è quella ricchezza accumulata sotto forma di investimenti, fabbriche e impianti. In realtà per funzionare bene un sistema economico necessita di quattro tipi di capitale. I servizi eco-sistemici sono costituiti da flussi di materiali, energia e informazioni provenienti da stock di capitale naturale. Anche se molti ritengono possibile immaginare la prossima generazione umana senza capitale naturale e servizi eco-sistemici in artificiali "colonie spaziali"³⁹, questa possibilità è troppo remota e improbabile. Sebbene l'umanità abbia raggiunto livelli di tecnologia avanzati in realtà quello sviluppo teso a replicare i servizi eco-sistemici è ancora tecnologicamente troppo dispendioso in termini economici e non del tutto efficiente. Come vedremo due paragrafi più avanti tale esperimento di bio-imitazione (Biosphere II) condotto in Arizona tra il 1987 e il 1991 non ha colto i risultati sperati. Se consideriamo il capitale naturale come essenziale per il benessere umano.

³⁹ Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, n. 387, pp. 253-260

Sostenere un'umanità con zero capitale naturale implica che anche il benessere umano sia pari a zero perché non è possibile sostituire, in totale, il puro capitale naturale con il capitale “non naturale”. Lo stesso capitale umano, fondato su forza lavoro, patrimonio intellettuale, cultura e organizzazione; richiede il capitale naturale per la loro costruzione.

Attualmente distinguiamo tre tipi di capitale:

1. Capitale finanziario, costruito sul denaro liquido, investimenti e strumenti monetari;
2. Capitale immobilizzato, comprende le fabbriche, macchinari e strumenti;
3. Capitale naturale, comprendente sistemi biotici e abiotici e le funzioni da esse svolte⁴⁰

Il moderno sistema industriale utilizza le prime tre forme di capitale per trasformare il capitale naturale nei beni della nostra vita quotidiana tale sistema. si basa attualmente su questi presupposti:

- Progresso economico, tipico dei sistemi produttivi e distributivi del libero mercato;
- Concorrenza, che premia chi realizza impianti e produzioni sempre più grandi
- La crescita del prodotto interno lordo, che dovrebbe migliorare le nostre condizioni di vita,
- Offerta di materie prime sempre più insistente
- Necessità di crescita economia sempre più squilibrata
- Libero mercato e libera impresa impiegano persone e risorse secondo il miglior uso possibile⁴¹

⁴⁰ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, pp. 3

Fu la rivoluzione industriale a dare questa visione del mondo e a definirla come l'ideologia economica primaria. Due secoli di crescita sono stati accompagnati da una portentosa elaborazione di teorie basate sull'idea che il capitale naturale e il capitale umano fossero di ben poco conto rispetto al prodotto finale. Il modello industriale standard traccia la creazione di valore come una sequenza lineare di estrazione, produzione e distribuzione. Il capitalismo naturale e la possibilità di un nuovo sistema industriale sono basati su una gamma di valori molto diversi rispetto a quelli del capitalismo tradizionale, i suoi assunti fondamentali sono:

- L'ambiente come involucro che contiene, rifornisce e sostiene l'economia
- Fattore limitante dell'economia futura è la disponibilità e il funzionamento del capitale naturale, in particolare di quei servizi che consentono la vita;
- Analizzare i sistemi produttivi per il raggiungimento di un'economia sostenibile;
- Valutazione dell'intera forma di capitale: cioè prodotto, umano, e naturale;
- Migliore utilizzo delle persone, del denaro e dell'ambiente;
- Miglioramento nella produttività delle risorse;
- Miglioramento dei flussi di servizi forniti;
- Riaggiustamento dell'inequità del reddito e del benessere materiale;
- Sviluppo produttivo e commerciale fornito da sistemi di *governance* democratici basati sui bisogni delle persone e non degli affari.

Delineati gli assunti possiamo delineare le quattro strategie che si propone di realizzare tale forma di capitalismo⁴²:

⁴¹ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p. 7

⁴² Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p. 7

1. Produttività delle risorse radicalmente superiore, perno del capitalismo naturale, in esso, si cerca di rallentare l'utilizzo di risorse all'inizio del processo diminuendo le emissioni di inquinanti alla fine di questo consentendo così l'aumento dell'occupazione e la sua qualificazione.
2. Bio-imitazione: consiste nel ridurre lo spreco nei flussi di materiali riformulando il metabolismo industriale secondo i parametri biologici
3. Economia di flusso e di servizio: la relazione tra produttore e consumatore deve essere trasformata da un'economia di merce e acquisto in economia di flussi e servizi.
4. Investimenti nel capitale naturale: rovesciare la logica tradizionale di distruzione del pianeta e investire negli stock di capitale naturale.⁴³

La questione della valutazione è inseparabile dalle scelte e le decisioni che dobbiamo fare sui sistemi ecologici. Alcuni sostengono che la valutazione degli ecosistemi è impossibile o imprudente, giustificando i loro assunti sulla impossibilità di mettere un valore su tali "beni immateriali" come la vita umana, l'estetica ambientale, i benefici ecologici a lungo termine. Altri sostengono come argomentazione che dobbiamo proteggere gli ecosistemi per ragioni puramente morali o estetici, e non secondo una valutazione economica. Ma ci sono ugualmente convincenti argomentazioni morali che possono essere in conflitto diretto con l'argomento morale di proteggere gli ecosistemi; per esempio, l'argomento morale che nessuno dovrebbe soffrire la fame. Gli argomenti morali traducono la valutazione e il problema decisionale in un diverso insieme di dimensioni e in un diverso linguaggio. Ma gli argomenti morali ed economici che al giorno d'oggi tendono a escludersi a vicenda soprattutto in ambito economico, possono e devono andare in parallelo. Quindi, anche se procedere a una valutazione eco-sistemica è

⁴³Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p 15

certamente difficile e irta di incertezze, essa è una scelta che noi non possiamo prendere.

L'esercizio di valutazione dei servizi di capitale naturale consiste nella determinazione delle differenze che cambiamenti relativamente piccoli fanno al benessere dell'umanità. Cambiamenti nella qualità o quantità dei servizi eco-sistemici hanno valore nella misura in cui si cambiano i benefici connessi con le attività umane o modificare i costi di tali attività. Questi cambiamenti nelle prestazioni e nei costi o hanno un impatto sul benessere umano attraverso i mercati consolidati o attraverso attività non di mercato. Ad esempio, le barriere coralline forniscono l'habitat per i pesci, un aspetto del loro valore è quello di aumentare gli stock ittici. Un effetto nelle variazioni della qualità della barriera corallina o di quantità sarebbe distinguibile nei mercati commerciali della pesca. Ma altri aspetti del valore delle barriere coralline, come la conservazione della biodiversità, non appaiono completamente nei mercati. Le foreste forniscono materiali di legno attraverso i mercati consolidati, ma i valori degli habitat associati alle foreste si fanno sentire anche attraverso catene di attività. Gli effetti dei servizi eco-sistemici per il benessere umano possono variare da estremamente semplice a estremamente complessi⁴⁴.

Le prestazioni offerte da una foreste possono fornire una quantità e qualità di servizi estremamente varia dal legname all'ossigeno, dalla fertilità dei suoli all'umidità, tutti questi contribuiscono al benessere umano nel complesso ma essi non sono presi in considerazione dal mercato in quanto beni non commercializzabili. Vari metodi sono stati utilizzati per stimare i componenti sia per il mercato e non di mercato ciò che è chiaro è che questi forniscono una parte importante del contributo totale al benessere umano su questo pianeta. Dobbiamo iniziare a dare allo stock di capitale naturale che produce questi servizi un peso adeguato nel processo decisionale, altrimenti l'attuale e continuato benessere futuro umano può drasticamente soffrirne.

⁴⁴ Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, n. 387, pp. 253-260.

Poiché i servizi eco-sistemici sono in gran parte al di fuori del mercato, questi, vengono troppo spesso ignorati o sottovalutati, portando all'errore i progetti di costruzione di cui i costi sociali di gran lunga prevarranno sui loro benefici a ciò si deve aggiungere che servizi offerti dal capitale naturale e dai suoi ecosistemi sono sempre più sottoposti a stress, in futuro, possiamo solo aspettarci che il loro valore aumenti significativamente. Date le enormi incertezze coinvolte, non potremmo mai avere una stima molto precisa del valore dei servizi eco-sistemici tuttavia, anche una stima iniziale siamo in grado di poterla dare sebbene rappresenti un utile punto di partenza. Ciò dimostra la necessità di molta ricerca supplementare e indica anche i settori specifici che hanno più bisogno di ulteriori studi. Si evidenzia inoltre l'importanza relativa dei servizi eco-sistemici e il potenziale impatto sul nostro benessere di continuare a prosperare⁴⁵.

1.7. Produttività delle risorse

Sebbene ecologia ed economia siano vocaboli con una radice comune (oikos=casa), storicamente esse hanno seguito percorsi divergenti e si sono contrapposte soprattutto in forza del pregiudizio che la difesa dell'ambiente possa costituire un freno allo sviluppo economico. L'economia ecologica sta tentando di interfacciare queste due discipline, spinta dall'urgente necessità per la popolazione umana, che ha superato la capacità portante del pianeta di dirottare gli attuali modelli di sviluppo nella direzione della sostenibilità ambientale e sociali, i servizi eco-sistemici sono dovuti sia alle proprietà collettive sia a quelle emergenti di un ecosistema: nell'esempio della foresta la crescita degli alberi, la loro capacità di costruire biomassa dalla radiazione solare è una proprietà collettiva e più grande è la foresta più biomassa potremo ottenere.

⁴⁵ Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, n. 387, pp. 253-260.

Nel 1994 un gruppo di ricercatori , economisti, funzionari e manager sotto la guida di Friderich Schmidt-Bleek⁴⁶ del Wuppertal Institut pubblicò una Dichiarazione che prese il nome del luogo della conferenza *Declaration Carnoules*. in Francia. In tale Dichiarazione si enunciano vari corollari ma quello che sottolineano Schmidt e il suo gruppo è “*che entro una generazione le nazioni possono raggiungere un aumento di efficienza di dieci volte nell’uso dell’energia, delle risorse naturali e dei materiali*”⁴⁷. In tale conferenza si discusse di quanto l’uso delle risorse energetiche mettessero a rischio le attività umane. Il gruppo si autodefinì Club del Fattore 10 e richiese un drastico aumento della produttività delle risorse. Negli anni successivi la riduzione del 90% dell’intensità energetica e dei materiali (il Fattore 10) e la riduzione del 75% (il Fattore 4) sono entrati nel lessico dei politici e degli studiosi dei pianificatori e degli imprenditori. Sebbene negli ultimi anni si assiste a “nuovi” elementi terminologici la verità è che i servizi eco-sistemici non essendo completamente “captured”⁴⁸ dal mercato o adeguatamente quantificati in termini economici di servizi e di manufatti capitali essi ricevono poco peso nelle decisioni politiche⁴⁹. Aumentare la produttività delle risorse significa ottenere lo stesso lavoro utile da un prodotto o da un processo usando meno materiali e meno energia. Ci sono crescenti segnali che tali aumenti siano possibili ed economicamente convenienti anche nelle industrie più avanzate dei settori energetici, manifatturieri, dei trasporti, dell’edilizia. La conoscenza delle quantità di risorse utilizzate in un dato sistema socio economico e più in generale di quelle necessarie al suo funzionamento è molto importante ai fini della comprensione, a livello generale e macroscopico,

⁴⁶ Friderich Schmidt Bleek è un chimico e scienziato ambientale tedesco. Alla fine del 1970 è responsabile per lo sviluppo della Chimica della legge tedesca per l’Agenzia federale per l’ambiente a Berlino. Nel 1990 ha condotto insieme a Ernst Ulrich von Weizsäcker, l’Istituto Wuppertal studi per il clima, l’ambiente e l’energia, oggi è presidente del Factor 10 Institute in Carnoules (Francia).

⁴⁷ Schmidt-Bleek F., (1994), *Declaration Clausewitz*, in Lombardi R. (2011), *Verso una nuova economia. Sostenibilità ambientale, competenze e resilienza d’impresa*, Università e Ricerca, Editore Maggioli, p. 41.

⁴⁸ Costanza R., (1997), “The value of the world’s ecosystem services and natural capital”, *Nature*, n. 387, pp. 253-260.

⁴⁹ *Ibidem*

dell'interazione del sistema con l'ambiente naturale. L'utilizzo di risorse materiali svolge infatti un ruolo cruciale nella generazione di pressioni ambientali, essendo al contempo all'origine delle pressioni direttamente ascrivibili ad attività primarie (coltivazione di biomasse agricole, prelievo di legname dalle foreste, estrazione di minerali) e condizione necessaria delle consistenti nella restituzione all'ambiente naturale di inquinanti atmosferici e delle acque, nella generazione di rifiuti da gestire, nel consumo di suolo per la costruzione di edifici e infrastrutture. In ultima analisi, qualsiasi pressione sull'ambiente naturale e sulla salute umana presuppone la movimentazione e la trasformazione di materia. La conoscenza delle quantità di risorse utilizzate, oltre che della loro qualità e provenienza, è conoscenza del potenziale che il sistema ha di generare pressioni attraverso la movimentazione di materia. Solo se si riuscirà a mettere sotto controllo questo potenziale, con l'adozione di modelli di produzione e consumo qualitativamente e quantitativamente responsabili, cioè al rispetto a dei limiti assoluti posti dalla natura all'espansione delle attività umane, potrà essere raggiunta la sostenibilità. Benché le imprese e i progettisti stanno già sviluppando metodi per ottenere dalle risorse naturali risultati più efficienti, gli obiettivi che si cercano di delineare tramite l'aumento della produttività delle risorse sono ben diversi dai miglioramenti di performance che l'industria ha sempre perseguito.

In campo ingegneristico ad esempio quando si parla di "efficienza" ci si riferisce alla quantità di *output* che il processo genera per unità di *input*⁵⁰ dunque avere un'efficienza superiore significa fare di più con meno misurando i fattori in termini fisici. Tale concetto si differenzia quando viene utilizzato in termini economici principalmente per due aspetti: il primo è che un processo o un prodotto viene misurato in termini di spesa monetari; in secondo luogo "l'efficienza economica", viene misurata quando i corretti meccanismi di mercato vengono utilizzati per minimizzare il costo monetario totale della produzione. Da ciò si evince che nella tradizionale concezione degli

⁵⁰Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente p. 9.

economisti, imperniata sull'*Homo economicus*, i benefici lordi sono principalmente collegati al godimento dei beni materiali, mentre i costi (non necessariamente monetari) derivano dall'impiego delle risorse, incluso il tempo dedicato al lavoro.

Per comprendere meglio la produttività delle risorse e del loro utilizzo nel migliorare la qualità della vita l'industria dovrà inevitabilmente riprogettare tutto ciò per far continuare a essere presente nella nuova rivoluzione industriale, o meglio come l'ha definita Jeremy Rifkin in un suo famoso titolo *La terza rivoluzione industriale*. I miglioramenti della produttività delle risorse offrono un terreno completamente nuovo al mondo dell'imprenditoria soprattutto in termini di inventiva, di crescita e di sviluppo. Un cambiamento di tale portata potrà eliminare il pregiudizio secondo il quale ambiente e business sono in contrasto o addirittura incompatibili. Ma se pensassimo per un momento all'inefficienza del nostro sistema produttivo, un esempio che si fa spesso in letteratura sono i rifiuti, ci accorgeremmo che queste oltre a causare un degrado ambientale questi costano quasi sempre più delle misure idonee a eliminarle.

Se considerassimo anche gli effetti devastanti che si potrebbero venire a creare con la crescita dei paesi in via di sviluppo: i BRICS (Brasile, Russia, India Cina e Sud Africa) si può intuire che le capacità di carico del nostro Pianeta mal sopporterebbe tale crescita, non è pensabile che la crescente popolazione mondiale arrivi ad avere eguali standard di consumo dei paesi occidentali passando le stesse fasi di sviluppo industriale. Nonostante gli obiettivi del Fattore 10 siano stati presi da molti governi come impegno per ottenere buoni risultati, molti paesi continuano a realizzare leggi, politiche e sussidi di segno esattamente contrario. Amory Lovins ricorda come ogni anno centinaia di miliardi di dollari dei contribuenti americani vengono spesi per sovvenzionare l'uso inefficiente dei materiali e dell'energia. Nella speranza che i governi attuino dei disegni di legge più efficaci ed efficienti, come ad esempio spostare il carico fiscale dei redditi da lavoro all'uso delle risorse, dobbiamo anche sottolineare che la sola legislazione non basta a migliorare l'efficienza

delle unità produttive, quindi elementi come i materiali e l'energia (soprattutto elettrica) devono progredire verso una nuova progettazione che deve avere il suo modello nei processi eco-sistemici.

1.8 Bio-imitazione

Per capire il potenziale di una radicale produttività delle risorse bisogna ricordare che l'attuale sistema industriale richiede enormi dispendi energetici, dipendente dal petrolio, essa ha bisogno di un costante flusso di sostanze, la maggior parte chimiche e tossiche che producono danni al sistema ambientali, sociale e finanziario. Questo eccessivo spreco viene alimentato da politiche che incentivano l'estrazione di materie prime e le emissioni in atmosfera, distorcendo il mercato: finché, infatti, non si terrà conto di questo fenomeno e i prezzi delle materie prime vergini verranno mantenute artificialmente bassi, sarà, ovviamente, conveniente usare materie prime vergini anziché quelle riciclate. Recenti ricerche in ambito ingegneristico e biologico stanno spingendo l'industria a reiventare se stessa secondo logiche più simili a quelle dei sistemi biologici. Tale spinta a risparmiare risorse sta aprendo nuove frontiere: riesaminare i sistemi produttivi, l'energia, i materiali necessari a fornire al prodotto ai consumatori finali, ricerche su specifiche qualità che abbandonano i sistemi meccanici basati sui metalli pesanti e sulla combustione cercando così soluzioni che utilizzino *input* minimi. Volgere lo sguardo a un futuro che vede nell'imitazione dei processi biologici ed eco-sistemici per produrre sostanze chimiche, nuovi materiali e composti in maniera più efficiente e più "salubri" non deve essere considerata una fantascienza impossibile. La natura nella sua totalità offre esempi encomiabili i cui risultati restano di gran lunga migliori di quelli raggiunti dall'uomo. I ragni ad esempio costruiscono un materiale tessile di estrema resistenza senza dover ricorrere a sostanze chimiche; gli alberi trasformano la luce del sole, l'acqua e l'aria in cellulosa, un materiale più forte del nylon, per poi trasformarla in legno che ha

caratteristiche di flessibilità e durezza superiori al cemento. Probabilmente l'attuale umanità non possiede la tecnologia per "bio-imitizzare" il tessuto della ragnatela del ragno, ne diventeremo mai bravi come i ragni, ma l'incessante ricerca dell'uomo può trovare nella natura la *mater et magister*, per poter prendere spunto per un nuovo ciclo produttivo⁵¹.

Un buon modo di capire il valore che i servizi ecosistemi forniscono è quello di analizzare l'esperimento Biosphere 2⁵² in Arizona. Costruito tra il 1987 e il 1991 su 3,15 acri e costato 200 milioni di dollari⁵³ otto scienziati entrarono in tale struttura sigillata e ricoperta da una cupola di vetro per rimanerci due anni. L'intera struttura è stata progettata per contenere un ecosistema completo e autosufficiente, al fine di studiare applicazioni per una futura colonizzazione spaziale, ma anche per studiare la crescita di piante e animali, i cicli vitali dei

Fig.1.6 Il centro Biosphere 2 in Arizona



Fonte: <http://worldishome.org/tag/sustentabilidade-2/>

più diversi organismi viventi, il riciclo di aria e acqua. All'interno, infatti gli ecosistemi furono "ricostruiti" ex novo: un deserto, una foresta tropicale, una

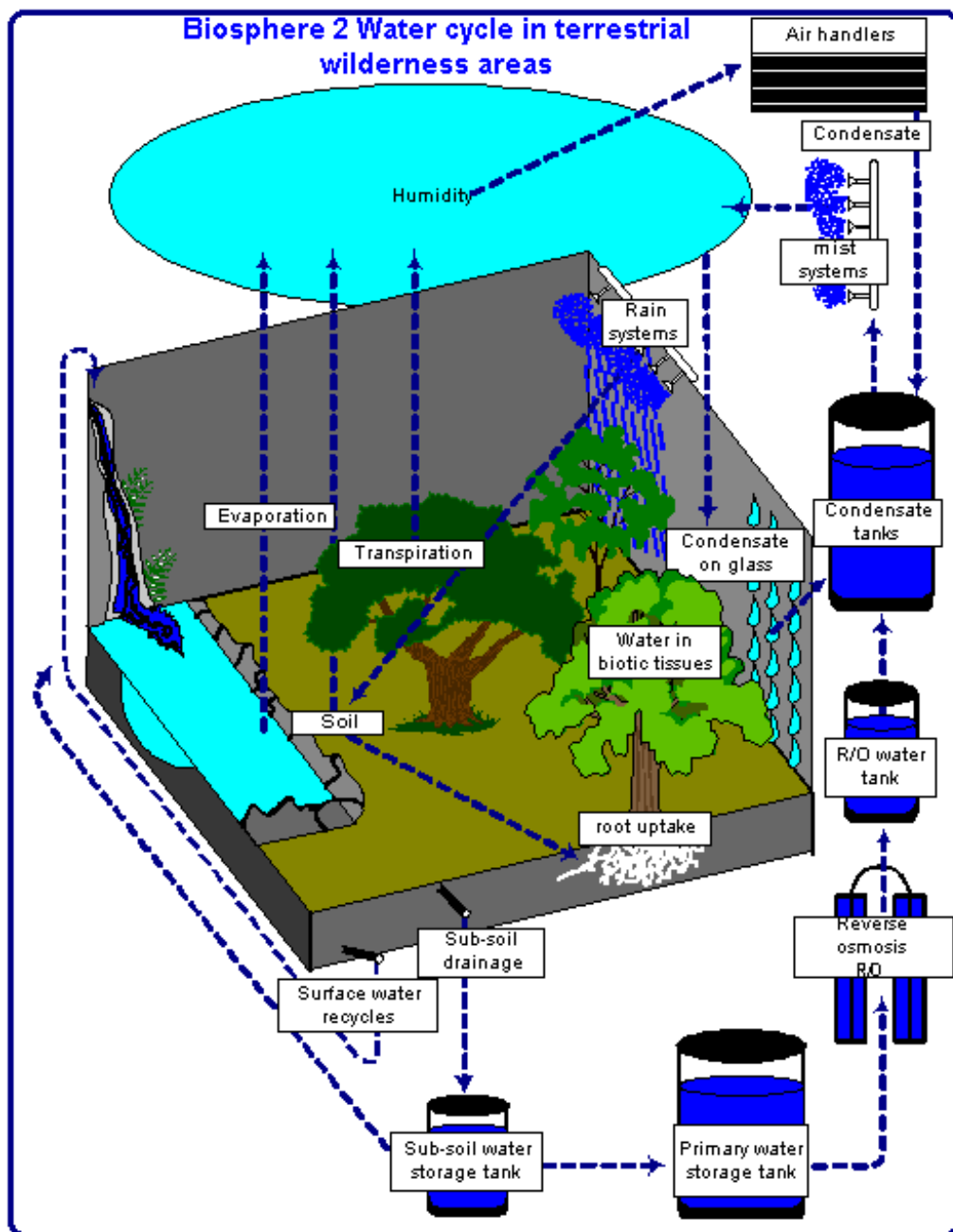
⁵¹ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p.11.

⁵² Il secondo deriva dal fatto che la biosfera 1 è quella che avvolge la Terra

⁵³ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p.116.

savana, una zona umida, un campo agricolo e un oceano con barriera corallina, in tali sistemi furono inseriti insetti, pesci, rettili e mammiferi idonei a preservare le varie funzioni degli ecosistemi. Il fine dell'esperimento era quello di vivere in modo completamente autonomo rispetto al resto del mondo: il totale riciclo dell'aria, dell'acqua e dei nutrienti doveva avvenire all'interno della struttura.

Fig.1.7 Il ciclo dell'acqua in Biosphere 2



Fonte: <http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/biosphere/mesocos.htm>

Si tratta probabilmente del più ambizioso progetto mai realizzato per lo studio di un sistema chiuso. Purtroppo data la complessità del sistema venutosi a creare la qualità dell'aria andò via via a deteriorarsi, mentre gli scienziati si aspettavano alti livelli di anidride carbonica furono sorpresi quando invece fu la caduta dell'ossigeno a creare più complicazioni.

Gli ecosistemi creati sopravvivevano e in alcuni casi prosperavano ma c'erano sempre nuove sorprese ecologiche, ad esempio le blatte prosperarono con estrema velocità sostituendosi agli insetti impollinatori che via via morivano. Delle 25 specie di piccoli vertebrati 19 si estinsero, dopo 17 mesi, a causa dei cali di ossigeno, gli essere umani vivevano come se si trovassero a un'altitudine di circa 5.000 metri⁵⁴. Sebbene la missione è stata accompagnata e seguita da polemiche riguardanti il rigore scientifico con il quale il progetto è stato gestito tutto ciò riuscì a far capire la difficoltà nel costruire un ecosistema funzionante che faceva molta fatica a tenere in vita otto persone per 24 mesi. La principale lezione di questo esperimento condotto in Arizona è che alcune risorse di cui disponiamo non possono essere sostituite né realizzate dall'uomo. Non siamo in grado di produrre una sorgente d'acqua, un sistema fluviale, il suolo né un intero ecosistema.

Sebbene l'esperimento ha condotto a un risultato fallimentare sotto certi aspetti la risposta che ne è venuta fuori è che quello che sappiamo dei sistemi non lineari è che essi possono mantenere l'equilibrio dinamico nei confronti delle perturbazioni, ma solo fino a un certo punto. Qualunque spostamento d'equilibrio può far precipitare la situazione fino alla irrecuperabilità del modello precedente. Ciò ci riporta nuovamente alla definizione e distinzione tra capitale naturale ossia la somma totale dei sistemi ecologici che sostengono la vita, dal capitale costruito dall'uomo in quanto non può essere prodotto

⁵⁴ Recer P.,(1996), *Living in Biosphere Just didn't Work out*, in Hawken Paul, Lovins Amory, Lovins L. *San Francisco Chronicle*, cit in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p.116 Per qualsiasi approfondimento sull'esperimento si veda il sito <http://www.biospherics.org/>.

dall'attività umane. Biosphere 2 ci fa comprendere come vi è realmente la possibilità di improvvisi e drammatici cambiamenti sistemici poiché l'esperienza ci ha insegnato che gli ecosistemi sono intrecciati con infiniti meccanismi di difficile riproduzione, almeno fino a oggi, dovremmo dunque cercare di capire quanto è pericoloso l'alterazione che la Terra sta subendo a causa dell'attività umana, a complicare ciò vi è l'inconoscibilità delle conseguenze da essa prodotte. Data ancora la poco conoscenza di tali sistemi complessi non siamo ancora in grado di determinare con precisione quali specie sono indispensabili per mantenere in funzione il pianeta terra ma sappiamo grazie a Charles Darwin che *“non possiamo immaginare la meravigliosa complessità di un essere organico[...]ogni creatura vivente va intesa come un piccolo universo formato da una moltitudine di organismi auto-propagatisi, inimmaginabilmente piccoli e numerosi come le stelle nel cielo.”*⁵⁵ Poiché entro il prossimo secolo la popolazione mondiale raddoppierà la disponibilità pro capite di servizi forniti dagli ecosistemi continuerà a diminuire a ritmo significativo è chiaro quindi che nei prossimi anni il valore del capitale naturale varierà in proporzione. Ma la domanda da porsi è se l'esperimento condotto in Arizona non ha prodotto i risultati sperati quale può essere il contributo di tale struttura ai fini della ricerca sulla sostenibilità ambientale?

Sebbene non possa essere preso come un sistema di bio-imitazione riuscito la struttura creata può essere un buon punto di partenza per approfonditi studi sul sistema dei flussi tra sistemi. Biosfera 2, infatti, offre l'opportunità unica per l'esplorazione di questioni complesse nel campo delle scienze della terra e permette la sperimentazione controllata a una varietà di scale che aiuta i ricercatori a tradurre la conoscenza tra il laboratorio e il mondo reale. La struttura per altro è l'unico luogo al mondo in cui le dinamiche complesse

⁵⁵Daly H. E. “Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital”, (a cura di) Jansson A. , *Investing in Natural Capital*, Island Press, Washington (DC), in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p. 122.

dell'acqua, in particolare della barriera corallina, possono essere effettivamente valutati.

La Columbia University che ha amministrato e utilizzato Biosfera 2 dal 1995 al 2003⁵⁶ ha condotto studi scientifici sulla sensibilità climatica, in seguito l'edificio non è più pressurizzato dalla metà del 2006 ma dalla fine di giugno 2007 l'università dell'Arizona ha trasformato la zona attorno a Biosfera 2 in un campus dove è stato sviluppato e utilizzato come un modello di città, per affrontare la necessità di un grande impianto designato per lo sviluppo della tecnologia e le competenze per rispondere al rapido tasso di urbanizzazione globale e l'impatto ambientale delle città. Questa struttura agisce come un polo di innovazione, che riunisce istituzioni pubbliche e private nell'adattamento delle città per sostenere servizi ambientali ed eco-sistemici e una buona qualità di vita per il benessere dei loro cittadini⁵⁷.

1.9 Il metabolismo socio-economico

La definizione di servizi eco-sistemici fa riferimento alle condizioni e ai processi attraverso cui gli ecosistemi e le diverse specie che li compongono, sostengono la vita umana. Essi, come abbiamo più volte ripetuto, sono alla base della produzione di numerosi beni tra cui le varie tipologie di cibo, il legname, le fibre naturali e diversi altri ancora. Oltre alla produzione di beni gli ecosistemi provvedono anche a tutte quelle funzioni eco-sistemiche di supporto alla vita tra cui la produzione di ossigeno atmosferico il riciclo e il circolo atmosferico e delle sostanze biodegradabili. Possiamo intuire facilmente come il concetto di ecosistema fa riferimento a un ambiente naturale ma è anche vero che a causa della complessità delle interazioni tra sistemi ecologici e antropici, la distinzione tra ciò che è naturale e ciò che è artificiale non è più un confine distinguibile.

⁵⁶ <http://leo.b2science.org/about>

⁵⁷ *Ibidem*

Sebbene nei secoli la “forbice” tra questi due sistemi si è andata sempre di più ad allargare è anche vero che la commistione che caratterizza sistemi naturali e sistemi socio-economici non sono dopotutto così distanti nel loro funzionamento. Così come un ecosistema ha il suo interno un metabolismo di flussi e servizi i quali si suddividono in metabolismo sempre più piccoli così anche il sistema antropico detiene un proprio metabolismo. In questi ultimi decenni si è diffusa la chiave di lettura del metabolismo sociale⁵⁸ che si è ormai affermata come un vero paradigma e punto di riferimento all'interno degli studi nel campo dell'economia ecologica⁵⁹ e più in generale come punto di riflessioni inerenti alle problematiche dello sviluppo sostenibile.

Tale termine è stato spesso utilizzato in discipline mediche e biologiche per indicare le trasformazioni degli elementi. Per quanto riguarda le prime esso indica l'insieme dei processi di trasformazione chimiche e fisiche che avvengono in un organismo e che sono necessari al suo funzionamento⁶⁰. Questa definizione si completa con la definizione che si usa in ecologia la quale usa tale termine riferendosi al flusso di energia e ai cicli di materia presenti negli ecosistemi. Entrambi gli approcci dunque hanno in comune l'idea che il metabolismo è un insieme di processi interni a un sistema dovuti alla capacità auto-organizzativa del sistema stesso volti alla sua ricostruzione e al suo mantenimento continuo. Il concetto di metabolismo può quindi essere utilizzato nel caso di organismi viventi ed ecosistemi, ma il suo utilizzo per i sistemi socio-economici è stata adoperata più in senso metaforico o letterale che in termini pratici, un uso non solo metaforico del concetto potrebbe essere giustificato dal considerare i sistemi socio-economici come strutture dissipative dotate quindi di forte integrazione e organizzazione interna.

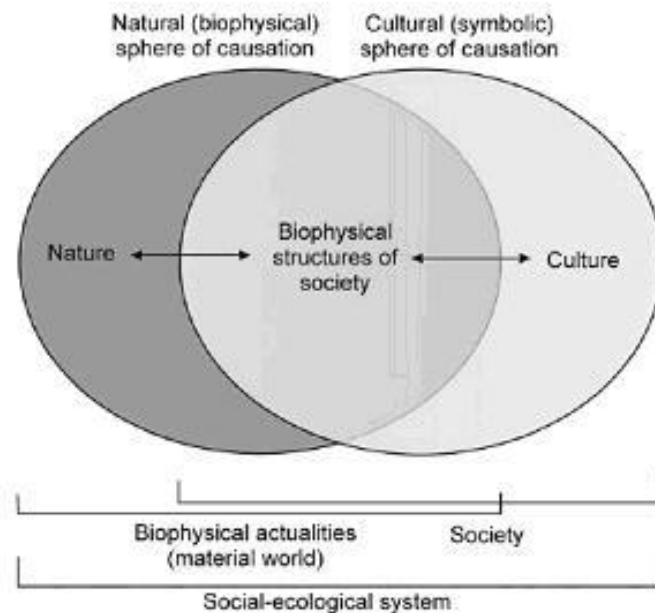
⁵⁸Toledo M. V. & González de Molina, (2013), “El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza”, Messico: Universidad Veracruzana, p. 3.
<http://www.uv.mx/personal/fpanico/files/2011/04/Toledo-y-Gonzalez-de-Molina-Metabolismo-social.pdf>.

⁵⁹Toledo M. V., (2013), “El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica”, *Relazione* 25, n. 136, pp. 41-71.

<http://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/136/pdf/VictorToledo.pdf>

⁶⁰ Definizione che usa anche l'Unione internazionale di chimica pura e applicata in <http://goldbook.iupac.org/M03858.html>

Fig 1.8 Rappresentazione della struttura biofisica della società



Fonte: Haberl H., Erb K. H., Krausmann F, Adensam H., Schulz N. B., (2003), “Land-Use Change and Socio Economic Metabolism in Austria-Part II: Land-Use Scenarios for 2020”. *Land Use Policy*, vol. 20 (1), pp. 21-39.

Come si evince dalla Fig.8 le due sfere si sovrappongono in corrispondenza delle strutture biofisiche della società che includono la popolazione umana ma anche infrastrutture fisiche. Un sistema socio economico è quindi un ibrido che comprende un sistema culturale e una componente materiale. Le relazioni metaboliche coincidono con quella parte delle relazioni di territorializzazione rivolte verso l'esteriorità e mediate dalla causalità fisica. La chiave di lettura del metabolismo rappresenta un grande passo nell'analisi delle relazioni tra società e ambiente. Nella lunga e irta evoluzione della specie *Homo Sapiens* possiamo rintracciare tre principali modalità di sostentamento (cacciatori raccoglitori, società agricola, società industriale) corrispondenti a tre diverse tipologie di metabolismo (sistema a energia solare incontrollata, sistema a energia solare controllata, sistema a energia fossile) che si sono succedute nel corso della storia. Il concetto di metabolismo sociale è la chiave per introdurre quello che verso la meta degli anni Ottanta un'analista industriale svizzero

Walter Stahel e il chimico tedesco Michael Braungart proposero, indipendentemente l'uno dall'altro, un nuovo modello industriale, basato su un'economia nella quale anziché produrre e vendere merci si basasse sulla fornitura ai consumatori dei servizi grazie a varie forme (leasing e noleggio) dove i produttori cessano di considerarsi venditori di prodotti e diventano fornitori di servizi ottenuti utilizzando merci durevoli e migliorabili con sistemi di *upgrading*⁶¹. Caratteristica tipica di questo processo è il continuo ritorno del prodotto presso il produttore per la riparazione e il riuso; il processo venne definito dall'analista svizzero "dalla culla alla culla"⁶². Tale modello ci permette di mettere al centro la natura dei cicli di materiali come una serie di metabolismi all'interno dei quali ciò che l'uomo crea diventa "nutrimento per i sistemi interdipendenti e al termine della sua vita utile e ritorna a un nuovo ciclo, industriale o biologico. Tale processo quindi è simile al processo metabolico sopra esposto in quanto minimizzare l'uso dei materiali e massimizzare la durata del prodotto non solo si risolve in un vantaggio per il singolo (produttore e consumatore) ma questo ha anche l'incentivo a migliorare continuamente il processo metabolico socio-economico in quanto rafforza le relazioni tra le due parti ma soprattutto fa capire come non possa esistere alcuna separazione tra la vita economica e la vita ecologica. Un'economia riprogettata ecologicamente non funzionerà più come un metabolismo che produce solamente scarti, ma come un ecosistema maturo nel quale l'efficienza dei materiali può essere considerata come una "lezione di progettazione biologica"⁶³. La bio-imitazione ripensata non più nella replicazione di un sistema ma nella riprogettazione delle risorse può improntare non solo i processi produttivi ma anche la struttura e la funzione dell'intera economia con esso l'intero metabolismo socio-economico.

⁶¹Upgrading è il processo di sostituzione di un prodotto con una versione più recente dello stesso prodotto,

⁶² Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG): Edizione Ambiente, p. 12.

⁶³ *Ibidem*.

CAPITOLO II

LA “RIVOLUZIONE” DEI PROCESSI PRODUTTIVI

2.1 Dalla Rift Valley alla Rivoluzione neolitica

L'evoluzione umana è sempre stata fonte di innovazione. Essa ci può fornire molte informazioni utili per comprendere il rapporto instauratosi tra uomo e natura nel corso del nostro cammino evolutivo. Noi “uomini moderni” come hanno sostenuto Mary e John Gribbin⁶⁴ in un loro studio⁶⁵ siamo “figli dell'era glaciale”⁶⁶. L'evoluzione di *Homo sapiens* avvenne in una fase della storia climatica a cui non si può pensare che con terrore, le grandi trasformazioni ambientali rappresentano gli eventi che hanno influenzato maggiormente l'evoluzione del mondo organico, e in questo noi non rappresentiamo un'eccezione. Molto prima della comparsa del genere *Homo* il clima della Terra si è gradualmente trasformato. Circa 3 milioni di anni fa questa tendenza ha avuto un forte incremento in seguito alla collisione tra il continente nordamericano e quello sudamericano e alla formazione dell'Istmo di Panama⁶⁷. Questo sopravvenuto sbarramento di terraferma ha impedito che le acque calde provenienti dal Pacifico si riversassero nell'Atlantico e ha determinato un'accelerazione del raffreddamento e dell'inacidimento dell'Africa, inducendo la formazione di una calotta polare nell'Artico. Le

⁶⁴ John Gribbin. è un saggista britannico di argomenti scientifici. Ha scritto articoli di argomento scientifico per numerose riviste specializzate, tra cui *Nature* e *New Scientist*, e per numerose testate giornalistiche, tra cui *The Times* e *The Independent*. Ha pubblicato moltissimi libri di divulgazione scientifica. Tra i più conosciuti, *In Search of Schroedinger's Cat* (1984) e *Companion to the Cosmos* (1996), un'opera di carattere enciclopedico tradotta in italiano col titolo *Enciclopedia di Astronomia e Cosmologia*. Nel 2005 ha pubblicato il suo 100° libro, *The Fellowship*.

⁶⁵ Gribbin J. & Gribbin M., (1992), *Kinder der Eiszeit. Beeinflußt das Klima die Evolution des Menschen?*, (1992), Birkäuser, Basel-Berlin in Behringer Wolfgang, (2013), *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri p .53

⁶⁶ *Ibidem*.

⁶⁷ Tattersal I., (2013), *I Signori del Pianeta. La ricerca delle origini dell'uomo*, Torino: La biblioteca delle scienze, Codice Edizioni, p170.

conseguenze di questo evento, evidenti nella documentazione fossile a partire circa da 2.6 milioni di anni fa, provocò una proliferazione di mammiferi erbivori adatti a vivere nelle praterie e la scomparsa delle corrispondenti forme più antiche. Questa trasformazione ambientale e il suo riflesso sul mutamento della fauna è da ritenere secondo autorevoli studiosi lo stimolo più importante per l'evoluzione del genere *Homo*. I relativi carotaggi condotti nel Polo hanno dimostrato che questo evento determinò un nuovo ciclo climatico, con una profonda influenza sulle fasi successive dell'evoluzione degli ominidi. In Africa le temperature si sono mantenute elevate, ma il continente è stato profondamente segnato dalle fluttuazioni delle piogge. In Eurasia l'effetto si è rilevato ancora più marcato e caratterizzato da ampie escursioni termiche. La formazione della calotta polare artica ha dato il via al ciclo delle glaciazioni, Durante questi periodi assistiamo ad alterni periodi di abbassamento delle temperature nel corso delle quali le calotte di entrambe i poli si sono espanse, tali periodi di innalzamento delle temperature sono chiamati *interglaciali*. In Africa questi cicli assunsero una certa stabilità oscillando ogni cento anni circa tra fasi fredde con un forte calo di temperatura e picchi caldi.

Tra questi estremi si sono verificate numerose oscillazioni di durata minore, talvolta davvero molto brevi, come la cosiddetta *piccola era glaciale*, (durante la quale si distinguono tre minimi raggiunti dalle temperature) verificatasi tra il sedicesimo e il diciannovesimo secolo. Nei picchi di freddo, la calotta glaciale artica si è espansa fino a raggiungere i 40° di latitudine nord, coprendo gran parte dell'Eurasia, mentre calotte secondarie si sono formate sulle vette delle Alpi, dei Pirenei e di altre catene montuose euroasiatiche, unendosi una all'altra fino a formare massicce barriere geografiche. Gli ambienti vicini alle aree coperte dai ghiacci variavano in modo consistente in base alle caratteristiche topografiche e alla distanza dagli oceani. Secondo l'ultima datazione geologica ufficiale l'avvio del ciclo glaciale intorno ai 2,6 milioni di anni fa segna l'inizio e di quello che i geologi chiamano *Pleistocene*, l'epoca che si è protratta fino al ritiro dell'ultima calotta circa 12.000 anni fa. Anche se è difficile definire il genere *Homo* possiamo affermare che siamo

senza dubbio un prodotto del Pleistocene, in quanto l'instabilità delle condizioni ambientali è un fattore chiave dell'evoluzione umana. Considerare e pensare l'evoluzione come prodotto di un graduale adattamento a un ambiente specifico o perfino a un trend ambientale non è corretto. La storia umana è una storia biologica e come tutte le storie biologiche essa è drammatica poiché le piccole popolazioni di ominidi vivevano in condizioni mutevoli e spesso erano costrette a ritirarsi o a estinguersi semplicemente perché si trovavano nel posto sbagliato al momento sbagliato. Il *Pleistocene* ha creato le condizioni ideali perché si fissassero novità genetiche a livello locale e per la speciazione, questi processi per organismi come i primi ominidi dipendono principalmente dall'isolamento fisico e dalla dimensione ridotta delle popolazioni. Le epoche glaciali sono state propizie per la comparsa di cambiamenti evolutivi significativi nei nostri antenati tanto mobili, adattabili e pieni di risorse. Questa combinazione di fattori interni ed esterni può ben rendere conto della straordinaria rapidità con cui gli ominidi si sono evoluti nel corso del Pleistocene. Altri fattori che hanno contribuito alla rapida evoluzione dei nostri antenati sono senza dubbio la flessibilità e la resistenza nonché la propensione a estendersi in nuovi ambienti in un mondo dalle frequenti fluttuazioni.

Che gli effetti climatici e ambientali abbiano avuto delle conseguenze considerevoli sull'uomo è più che mai accertato da notevoli studi. Scoperte recenti hanno orientato a ritenere che la causa per cui noi discendiamo da una madre originaria, l'*Eva mitocondriale*, risiederebbe in un evento catastrofico che avrebbe eliminato gran parte delle specie umane precedenti. Anche la specie *Homo Sapiens Sapiens* sarebbe stata ridotta a poche migliaia di esemplari causando un impoverimento del corredo genetico e la sua riduzione a una sola linea evolutiva. Secondo alcuni geologi come Michael J. Rampino dell'università di New York la colpa sarebbe da rintracciare in una super-eruzione vulcanica avvenuta circa 75.000 anni fa a nord di Sumatra. L'esplosione del vulcano Toba spinse in stratosfera, secondo il geologo

americano, una quantità di polveri e aerosol da oscurare il cielo per parecchi anni.

Gli effetti di tale evento possono essere rintracciati tramite la prova documentale delle carote di ghiaccio⁶⁸. L'immissione di polvere e ceneri nella stratosfera provocò un rapido raffreddamento di circa 15°C a livello regionale e 5° C su scala mondiale. Il clima freddo, mantenutosi per parecchi anni pregiudicò la crescita regolare delle piante e quindi la catena alimentare sia nella terraferma sia negli oceani. L'evento di Toba ebbe però conseguenze ben più drammatiche di qualunque altra avvenuta in precedenza ciò spiegherebbe perché nella fase più remota della storia evolutiva di *Sapiens*, la specie umana fu dimezzata a tal punto da rischiare l'estinzione. Ma non tutto il male viene per nuocere. Chi vive alle pendici di un vulcano, come il sottoscritto, sa che le ceneri vulcaniche sebbene nocive se respirate dall'uomo, ha pregevoli proprietà organolettiche che fan sì che la vegetazione si possa ripristinare. Col rimessa in vigore della vegetazione i sopravvissuti poterono ripopolare l'ambiente naturale senza che la concorrenza per la vita limitasse la loro propagazione, arrivando a una rapida crescita della popolazione che fu legata probabilmente a un migliore adattamento dei singoli gruppi.

L'importanza che hanno avuto i cambiamenti climatici e ambientali nella diffusione e colonizzazione delle terre emerse da parte dell'uomo è notevole. Così come i primi ominidi avevano lasciato la Rift Valley così anche *Sapiens* lasciò l'Africa a causa del mutamento climatico, attraversando la Palestina per spostarsi in Eurasia e da lì nel Sud est asiatico. È durante la cosiddetta *età pluviale*⁶⁹, che l'uomo si diffuse in tutta l'Asia meridionale circa 70.000 anni fa. Sebbene vi siano notevoli teorie sul popolamento dell'uomo sulle terre emerse, particolarmente interessanti risultano quelle riguardanti la diffusione di *Homo* in Australia e in America. La diffusione dell'uomo su queste terre

⁶⁸ William I. R. & Craig A. C., (1990), “ *Worldwide Dispersal of Ash and Gases From Earth's Largest Known Eruption: Toba, Sumatra, 75ka*”, *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, n. LXXXIX, pp.269-275; in Wolfgang Behringer, *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, (2013), Bologna: Bollati Boringhieri, p53.

⁶⁹ fu un esteso periodo umido e piovoso della storia climatica del Nord-Africa

secondo gli antropologi avvenne grazie al “beneficio naturale” che essi intravidero nel percorrere i corridoi di terra che si venivano a formare a causa della condizioni climatiche favorevoli. Riguardo per esempio il popolamento dell’America geologi e antropologi sostengono che il corridoio sfruttato dai primi ominidi fu quello di Bering che durante l’era glaciale emerse più volte dall’acqua, abbassandone il livello e favorendo così la migrazione di uomini dall’Asia.

La vita sui corridoi di terra non era diversa da quella della vicina Siberia, il clima estremamente freddo e molto secco faceva sì che “Beringa” rimanesse libera dal ghiaccio. A testimoniare tale avvenimento è stata la scoperta di un sito databile tra i 18.000 e i 12.000 anni fa della più antica cultura della regione nei pressi di Dyukhtai. Alla fine dell’era glaciale, quando ormai il corridoio di terra non era più percorribile, gli “esploratori” che avevano attraversato si trovarono a formare il primo gruppo culturale genuinamente americano: la società di cacciatori della cultura *Clovis*.

Lo spostamento dei primi ominidi dalla Palestina verso le zone del nord avvenuto circa 50.000 anni fa permise a questi di cominciare ad adattarsi a climi più freddi per poi spostarsi verso l’Asia, circa 40.000, da qui attraverso i corridoi di terra che si trovavano sul Bosforo giunsero in Europa, la quale in quel periodo era interessata da una glaciazione. Anche per quanto riguarda il continente europeo ci troviamo di fronte a un contesto climatico e geografico incerto. Fino a non molto tempo fa si pensava che i primi omini fossero entrati in Europa più tardi rispetto all’occupazione delle zone asiatiche meridionali, ma la scoperta di fossili e pitture rupestri scoperti nella Spagna e Francia meridionale hanno dimostrato che la zona temperata era stata occupata già da tempo. Grazie a queste scoperte sappiamo che il genere *Homo* si stabilì in Europa occidentale circa 1,2 milioni di anni fa. Le prime testimonianze di uomo moderno, ossia con la fronte alta, morso ridotto e fronte poco aggrottata, sono stati trovati in territorio europeo, *Abri Cro-Magnon*, in Dordogna (Francia) dal quale prende il nome, “uomo di Cro-Magnon”. In Europa la glaciazione aveva a tal punto abbassato il livello del mare che le Isole

Britanniche facevano tutt'uno con la terraferma continentale. I ghiacciai scavarono le valli glaciali dell'Europa centro-settentrionale formando così bacini in cui, alla fine della glaciazione nacquero i grandi laghi che conosciamo oggi. Ricerche più recenti hanno tracciato un quadro più conciliante, si ritiene, infatti, che in Europa ci sarebbero state condizioni di vita particolarmente favorevoli agli uomini. Il clima, caratterizzato da una grande stabilità e da temperature medie tra i 4° e i 6° C più basse di quelle odierne ma con un clima secco non sgradevole permise all'uomo di *Cro-Magnon* di poter vivere senza patire le più insopportabili temperature artiche⁷⁰. Con il formarsi di specifici stili di produzione inizia, nel *Paleolitico superiore* la suddivisione della storia umana in periodi stilistici e in culture identificabili in termini geografici. È in questo periodo, compreso tra i 40.000 e il 30.000 a.C, che è possibile riconoscere un'unità culturale che si è soliti chiamare “*aurignaziana*” dal nome di un sito francese.

Questa espressione culturale è caratterizzata dalla più antica tecnologia per la preparazione delle lame, le ossa appuntite; ma il più stupefacente “balzo in avanti” di questa fase dell'era glaciale è l'acquisizione della capacità simbolica espressa nelle prime forme d'arte, le pitture rupestri, scoperte solo pochi anni fa nella grotta di *Chauvet* in Dordogna. Sebbene l'acquisizione della capacità simbolica secondo alcuni antropologi sia stata acquisita prima di questa forma (Ian Tattersal) ciò che ci lasciano è sicuramente importante in quanto dispiega l'intero campionario della grande fauna e lo confronta con l'uomo cacciatore, cioè quel rapporto che intendiamo indagare⁷¹.

⁷⁰ Tattersal I., (2013), *I Signori del Pianeta. La ricerca delle origini dell'uomo*, Torino: La biblioteca delle scienze, Codice Edizioni, p. 116..

⁷¹ Tattersal I.,(2013), *I signori del Pianeta, la ricerca delle origini dell'uomo*, La biblioteca delle scienze, Torino: Codice Edizioni, pp.207-2011

Fig. 2.1 Le pitture rupestri scoperte a Chauvet in Dordogna. Tali raffigurazioni sono ,secondo alcuni antropologi la prova dell'acquisizione della capacità simbolica da parte dei primi ominidi⁷².



Fonte:<http://storia-controistoria.org/paleolitico/homo-sapiens-era-glaciale-europa/>

2.2 Verso la Rivoluzione Neolitica

Dopo che il periodo di minimo termico fu terminato, in tutto il mondo il clima cominciò a cambiare, esso divenne più caldo e umido e si caratterizzò per i suoi bruschi sbalzi di temperatura specialmente in Europa e in Asia settentrionale. Quando i ghiacciai cominciarono a ritirarsi, la flora e la fauna cominciarono a diffondersi verso nord rendendo accessibili nuovi spazi vitali mentre il periodo della vegetazione si allungò. Nacque in questo periodo una nuova cultura *la cultura del Magdaleniano*, databile tra il 18.000 e il 10.000 a.C.

Questa si estendeva dalla Spagna settentrionale, attraverso la Dordogna, fino all'Europa centrale e la Russia. Le pitture rupestri a noi note furono prodotte proprio nel periodo compreso tra il 15.000 e il 12.000 a.C. nelle grotte di *Lascaux*, *Peche-Merle* e *Altamira*. I cacciatori del Magdaleniano erano seminomadi e può anche darsi che abbiano iniziato ad addomesticare qualche animale. Le società di questo periodo erano seminomadi e la popolazione si attestava a livelli ancora bassi, si ritiene che in questo periodo gli uomini

⁷² <http://storia-controistoria.org/paleolitico/homo-sapiens-era-glaciale-europa/>

vivessero in clan di 20 e 70 membri in modo da contenere i potenziali conflitti. Un esame approfondito con il radiocarbonio ha attestato che gli scheletri mostrano in media una aspettativa di vita molto bassa, al di sotto dei vent'anni, appena il 12% degli individui arrivava a superare i quarant'anni e tra loro non c'era nessuna donna⁷³.

Questa cultura terminò all'inizio dell' *Olocene* quando la base alimentare dei cacciatori dell'era glaciale sparì a seguito dell'estinzione della fauna di grossa taglia. Sulle cause dell'estinzione di intere specie di grandi mammiferi vi è ancora un forte dibattito tra gli studiosi, secondo alcuni i cacciatori dell'era glaciale avrebbero condotto una sorta di “*guerra lampo*” contro i grandi mammiferi fino ad annientarli a livello globale⁷⁴ Contro tale teoria sta il fatto che la fauna di grossa taglia non si estinse dappertutto, anzi molti di quelli che sopravvissero ad esempio elefanti, bufali e cavalli furono in seguito addomesticati dall'uomo. Le società di questa epoca storica non sono impegnate in vere e proprie attività produttive, non intervengono nei processi di produzione dei beni di cui si servono, ma attingono per sopravvivere al patrimonio di risorse offerto dalla natura. A questo stadio l'attività umana risulta essere come abbiamo precedentemente visto essenzialmente predatoria, il lavoro umano non restituisce alla natura i beni che le vengono sottratti ma è essa stessa che provvede alla ricostruzione delle capacità produttive dell'ecosistema, per questo il metabolismo di queste società viene definito *sistema a energia solare incontrollata*⁷⁵ poiché in modo agli organismi eterotrofi, i cacciatori raccoglitori utilizzano i prodotti della fotosintesi senza esercitare alcuna azione per la riproduzione delle stesse risorse. In generale le interazioni tra gli organismi e l'ambiente hanno una valenza bidirezionale, sebbene, i primi siano influenzati dal secondo, anche' essi, con la loro

⁷³ Wolfgang B.,(2012) *Storia culturale del clima. Dall'era glaciale al riscaldamento globale* , Bologna: Bollati Boringhieri, p.60.

⁷⁴ Paul S. M.(1999), *Prehistoric Overkill: The global Model* ,in Wolfgang B.,(2012) *Storia culturale del clima. Dall'era glaciale al riscaldamento globale* , Bologna: Bollati Boringhieri, p.61.

⁷⁵ Bagliani M., Dansero E., (2012) *Politiche per l'ambiente. Dalla natura al Territorio*, Torino: Utet, Universitaria, p.49.

presenza e le loro attività, lo modificano. Gli esseri umani, in particolare sono quelli che hanno avuto l'impatto più consistente sull'ambiente.

Nel corso della propria storia evolutiva gli *Hominidi* non solo si sono adattati all'ambiente con strategie biologiche di varia natura, ma peculiarmente, lo ha modificato e trasformato al fine di adattarlo alle proprie esigenze non però dettate da principi ecocompatibili e di adeguata razionalità biologica. Questo "impatto ambientale" che si è manifestato in maniera evidente a partire dalle epoche storiche, procede ancora oggi con una vertiginosa accelerazione verso situazioni insostenibili per l'ecosistema globale. I primi rapporti tra uomo e natura e le ricerche finora condotte provano come dicono i Gribbin che in realtà è vero che l'uomo fu "*figlio dell'era glaciale*" ma è anche vero come afferma lo scrittore svizzero Max Frisch che "*l'uomo compare nell'Olocene*⁷⁶", piuttosto si potrebbe dire che fu proprio il riscaldamento globale dell'Olocene a rendere possibili i "*climi propizi alla civiltà*".

2.3 Il cambiamento delle condizioni: la fine della società dei cacciatori-raccoglitori.

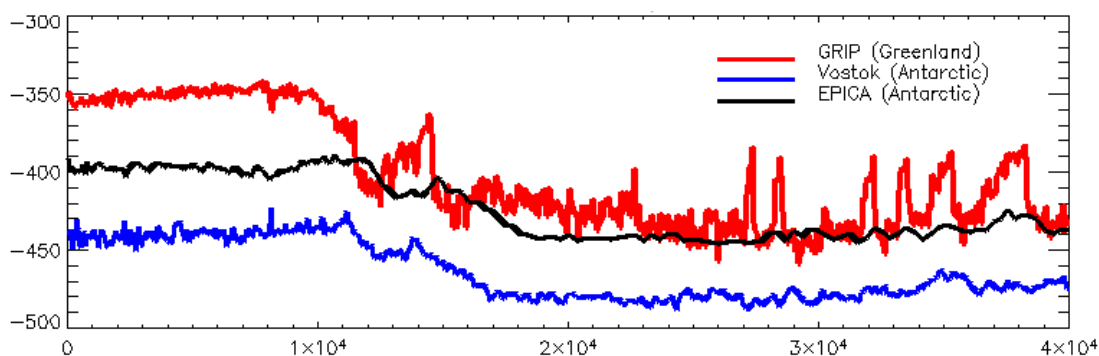
Queste condizioni di vita terminarono piuttosto bruscamente circa nel 9000 a.C. a causa di un abbassamento della temperatura ciò produsse l'abbandono dei primi stanziamenti permanenti per dover ritornare a l'unica cultura in grado di svilupparsi con presupposti così magri: la caccia. Il clima e l'ambiente come precedentemente osservato, influirono sullo sviluppo della cultura e su alcuni contenuti come lo sviluppo nel Vicino Oriente dei primi plessi dedicati a divinità. Il *Dryas recente*⁷⁷ terminò proprio com'era

⁷⁶ Frisch M, (2012) *L'uomo nell'Olocene*, Torino, Einaudi, in Wolfgang B., (2013) *Storia culturale del clima. Dall'era glaciale al riscaldamento globale*, , Bologna: Bollati Boringhieri, p.62

⁷⁷ Il *Dryas recente*, conosciuto anche come il *Grande Congelamento*, fu un periodo geologicamente breve di clima freddo (approssimativamente 1.300 ± 70 anni) seguente l'interstadiale di Bølling-Allerød alla fine del Pleistocene, approssimativamente compreso tra 12.800 e 11.500 anni fa, e precedente il Pre-boreale del primo Olocene.

cominciato, bruscamente, dopo un periodo di mille anni. Nel giro di poche decenni si assistette a un aumento della temperatura.

Grafico 2.1 Oscillazioni della temperatura in tre diverse regioni del globo ricavate in base alla variazione isotopica dell'ossigeno: la sequenza GRIP (rossa) ottenuta dalle carote di ghiaccio della Groenlandia, mostra l'evento del Dryas recente intorno all' 11.000 BP.



Fonte:<http://www.examiner.com/article/new-evidence-shows-younger-dryas-not-caused-by-comet>.

Nella discussione scientifica, forte è il dibattito se il fattore scatenante fu un aumento dell'attività solare. Non appena il riscaldamento, o meglio il suo processo, ebbe preso il via si poterono vedere gli effetti, fu durante l'Olocene che nacque il tipo di ambiente che noi oggi percepiamo come "naturale". Si è soliti associare al Riscaldamento globale una trasformazione fondamentale della civiltà umana: il passaggio del *Paleolitico* al *Mesolitico*. È in questo passaggio che si assiste all'ultima cultura della caccia e della raccolta per far posto a una cultura più raffinata e differenziata delle precedenti. Sul riscaldamento globale all'inizio dell'Olocene e sulla sua importanza venne sottolineata già all'inizio degli anni sessanta del Novecento da due studiosi come Alfred Heuß e Golo Mann⁷⁸ nella loro opera "*Storia Universale*", i due studiosi, infatti, affermano che "*proprio la transizione dalla forma di*

⁷⁸ Mann T., studiò alla Odenwaldschule e all'Università di Heidelberg. È stato uno storico popolare, anche se occasionalmente criticato per il suo metodo non scientifico e romanizzato. Golo Mann è autore del libro *Storia della Germania moderna*.

*economia del Paleolitico superiore a quella mesolitica avvenne in tempi proporzionalmente rapidi; e fu condizionata da grandissimi cambiamenti climatici.*⁷⁹” Questa trasformazione pose termine alla forma di economia che gli uomini avevano praticato, con la scomparsa della mega fauna, infatti, ebbe inizio la sedentarietà in quanto la selvaggina una volta che si era spostata stanziava nel luogo. La caccia quindi richiese lo sviluppo di nuove tecniche come la produzione di utensili più piccoli e finemente lavorati, caratteristica del Mesolitico. La costante presenza dell’uomo in questi ambienti produsse un intervento sempre più mirato nella composizione della vegetazione, iniziando a trasformare la natura in un paesaggio culturale. Ma il periodo più favorevole allo sviluppo della civiltà viene individuato a metà dell’Olocene, esattamente in quello che i climatologi chiamano “*Periodo interglaciale medio*” o “*Fase Atlantica*”. Questa, infatti, ricopre un ruolo particolare in quanto si tratta della fase di gran lunga più calda e allo stesso tempo più lunga dell’Olocene. Durante questa fase accresce l’equipaggiamento tecnico segnando così il passaggio al Neolitico. Questo rappresenta una fase decisiva nella storia dell’umanità; a una cultura seminomade di cacciatori-raccoglitori, che già vide il suo definitivo tramonto nel mesolitico, subentrò una cultura sedentaria di contadini e allevatori. Probabilmente la transizione alla sedentarietà fu favorita dalla facilità con cui si poteva procurare il cibo, in seguito la crescita della popolazione spinse a una coltivazione mirata della terra e ciò ampliò ancora una volta il margine d’azione dell’uomo. Il passaggio all’agricoltura ebbe luogo nel vicino oriente circa 10.000 - 9000 anni fa, l’importanza di questa transizione dalla caccia alla coltivazione fu di tale portata che ancora oggi molti studiosi la paragonano alla Rivoluzione industriale, tale da coniare l’espressione *Rivoluzione neolitica*⁸⁰. Sebbene oggi tale transizione appaia più sfumata resta comunque assodato che tale evoluzione non avrebbe potuto aver luogo durante una delle ere glaciali. La rilevanza di tale trasformazione segnò

⁷⁹ Wolfgang B., (2013), *Storia culturale del clima: Dall’era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri, p.66.

⁸⁰ Wolfgang B., (2013), *Storia culturale del clima: Dall’era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri, p. 70.

per gli uomini la liberazione dall'insicurezza che caccia e raccolta rappresentavano; la coltivazione mirata delle piante provocò uno stravolgimento completo del modo di vivere di cui non vi è eguale nell'ambito dell'evoluzione biologica delle specie viventi. La capacità di produrre un simile cambiamento è tipica del genere umano. La stretta simbiosi tra uomo e suolo rafforzò ancora di più la sedentarietà, ciò rese possibile ottimizzare sia la coltivazione, sia l'addomesticamento degli animali selvatici favorendone la conversione in animali d'utilità. Grazie a scoperte avvenute durante gli anni Novanta del Novecento siamo in grado oggi di localizzare gli inizi di questa trasformazione in quella che viene chiamata *Mezzaluna Fertile*, ma lo scontro più acceso tra uomo e natura avvenne sulle alture al nord dei bassipiani. Con agricoltura e allevamento si ampliò il raggio d'azione delle risorse alimentari disponibili, aumentando le *chance* di sopravvivenza soprattutto quando, nel IV millennio, si cominciò a impiegare gli animali per lavorare il terreno.

2.4 Società orticoltori-pastori

Nell'esaminare gli adattamenti umani dobbiamo prendere in considerazione il ruolo primario del comportamento culturale⁸¹. Questa infatti è una risorsa fondamentale della nostra specie e possiamo ritenerlo come l'elemento di mediazione tra i bisogni e il territorio. Essa si manifesta attraverso le attività fisiche e intellettuali che, in relazione all'ambiente, caratterizzano il comportamento degli individui.

Rispetto alla storia culturale, l'Olocene costituisce un'unità a sé in quanto vi comparvero alcune forme completamente nuove di cultura umana. In essa l'*Homo sapiens* cominciò a intervenire in maniera massiccia sulla natura, trasformandola in un paesaggio culturale. Si cominciarono a sviluppare società più articolate e stratificate che in passato e sorsero i primi insediamenti più stabili che costituirono il nucleo delle prime civiltà evolute, cioè le cosiddette

“civilizzazioni antiche”. La popolazione mondiale cominciò ad aumentare. Uno dei fattori che contribuì a questa poderosa trasformazione proprio all’inizio di questo periodo furono l’agricoltura e l’allevamento degli animali. Per connettere le operazioni mediante la categoria di causa-effetto l’uomo deve essere in grado di abbracciare nella sua mente in modo unitario eventi passati. La specie umana ha sviluppato questa capacità senza la quale non è possibile la coltivazione, lentamente attraverso l’osservazione concreta dei fenomeni e in assenza di teorie capaci di spiegarne le connessioni. Con la coltivazione il rapporto uomo-natura si configura in termini nuovi: la natura non è più soltanto un serbatoio di forze incontrollabili e di risorse di cui appropriarsi in modo predatorio, ma un laboratorio di processi su alcuni dei quali l’uomo è in grado di intervenire intenzionalmente al fine di produrre ciò di cui ha bisogno. L’uomo incomincia a modificare radicalmente l’ambiente in cui vive il paesaggio diventa sempre più paesaggio umano. Questa rivoluzione permise la nascita dei villaggi e l’abbandono del nomadismo. Questo perché uno stesso territorio, non solo bastava al sostentamento continuo dei bisogni dei gruppi umani, ma bastava per un numero sempre maggiore di persone.

Vi sarà una netta trasformazione delle società da cacciatori raccoglitori a società di coltivatori e pastori questo passaggio dalla caccia e raccolta alla coltivazione si colloca tra il 10000 il 6000 a.C. viene indicato con l’espressione “rivoluzione neolitica”. Come abbiamo appena accennato un aspetto di grande rilievo per gli sviluppi successivi che testimonia il mutato rapporto tra uomo e natura fu l’addomesticamento degli animali. Come l’addomesticazione delle piante ha costituito un salto qualitativo rispetto alla semplice raccolta, così la domesticazione degli animali ha rappresentato un’evoluzione rispetto alla caccia; allargando la sua sfera nel controllo dei processi naturali. Entrambe le domesticazioni sono processi che si sono sviluppati parallelamente, i coltivatori sono stati quasi sempre anche degli allevatori, tuttavia vi sono ancora oggi società che hanno trovato nell’allevamento la fonte principale di sussistenza come ad esempio popolazioni che vivono particolarmente in aree inospitali dell’Asia,

dell’Africa e dell’America meridionale. Società tali sono caratterizzate da nomadismo, che si spostano in base alle condizioni climatiche e ambientali alla ricerca di acqua e pascoli per il loro gregge. Tuttavia raramente le società pastorali trovano nell’allevamento la loro unica fonte di sussistenza, molte, infatti, praticano anche qualche forma di coltivazione o stabiliscono contatti con società di coltivatori con i quali si scambiano i loro prodotti, sviluppando un rapporto di interdipendenza. La diversificazione della società implica anche una diversificazione degli interessi e talvolta non sempre lo scambio è pacifico, non era difficile trovare popolazioni di pastori che sono riuscite a sottomettere le popolazioni di coltivatori dando luogo a così alla formazioni di società etnicamente stratificate.

A differenza dei loro predecessori le società di questo periodo non furono più costrette a spostarsi continuamente alla ricerca di cibo. Per alcuni anni finché il suolo era produttivo potevano restare sullo stesso territorio che nella maggior parte dei casi, avevano dovuto conquistare alla foresta. Queste società diversamente dai loro antenati cacciatori raccoglitori hanno attuato e ancora attuano una costante gestione degli ecosistemi, questo metabolismo viene infatti definito *sistema a energia solare controllata*. Con le nuove tecniche di produzione, il controllo del fuoco per facilitare il disboscamento per rendere più fertile il terreno e le tecniche di coltivazione le società umane incominciarono a mettere radici in un territorio con il risultato che lo stesso poteva ora fornire sostentamento a un numero molto maggiore di uomini e donne. L’ampiezza della popolazione e degli insediamenti crebbe considerevolmente così come si cominciò a far uso di nuovi materiali per la fabbricazione di oggetti tramite una più complessa lavorazione. Con l’aumento degli insediamenti e della popolazione il terreno coltivato poteva diventare insufficiente per il loro sostentamento così quando quell’equilibrio tra popolazione e risorse si rompeva la necessità portava il *surplus* di popolazione a spostarsi su un altro territorio che avrebbe provveduto a disboscare e a coltivare. È facile comprendere che la spinta all’espansione ponesse spesso gli

abitanti di diversi villaggi in competizione per il controllo di uno stesso territorio.

La guerra comincia a diventare un elemento permanente nella vita assorbendo le energie di questi primi insediamenti stabili. Questi il più delle volte erano economicamente autosufficienti e politicamente autonomi, non vi è un'organizzazione politica che vada al di là della dimensione del villaggio anche se talvolta si possono stabilire temporanee alleanze. Dal punto di vista economico la terra è proprietà comune del villaggio e si comincia, in alcuni casi, a intravedere le prime forme embrionali di specializzazione produttiva, sfruttando risorse particolarmente abbondanti sul suo territorio e scambiando le eccedenze di un certo prodotto con le eccedenze di un altro villaggio vicino. Le società di orticoltori, presentano dei tratti caratterizzanti delle prime società evolute; sono più ampie e differenziate e presentano le prime forme di disuguaglianza. Tuttavia rispetto alle società che seguiranno tali disuguaglianze non danno generalmente luogo alla formazione di gerarchie stabili capaci di riprodursi in modo rigido di generazione in generazione. Come abbiamo precedentemente visto già i cacciatori del Paleolitico usarono il fuoco producendo una trasformazione ampia sul paesaggio, ma è con agricoltura e allevamento che gli uomini del Neolitico cominciarono a intervenire direttamente sul paesaggio dando una nuova dimensione all'intervento sull'ambiente, poiché le aree modificate erano più vaste.

Sebbene la Rivoluzione neolitica abbia avuto origini diverse appare provato tra l'altro dal fatto che i cereali non costituivano la base dell'alimentazione dappertutto. Orzo, miglio e sorgo inizialmente furono coltivati nei campi vicino ai luoghi d'origine secondo un piano preciso, ciò almeno nei primi tempi non ebbe un grosso impatto sull'ambiente causando un cambiamento del paesaggio in maniera radicale e su larga scala ebbe grandi conseguenze sull'organizzazione sociale. Un esempio di trasformazione del paesaggio è l'origine della coltivazione del riso: documentata nel Sud della Cina, già agli inizi dell'Olocene, la coltivazione sistematica rese in queste zone una crescita esponenziale della popolazione producendo così un'infittirsi della tradizione

culturale e con esso il formarsi di civiltà più avanzate, non è un caso che proprio il Sud della Cina risulta la zona più densamente popolata al mondo fin dai tempi del Neolitico, e che la sua tradizione risale a circa 2800 a.C. Gli storici del clima ritengono che durante il Neolitico e l'Età del bronzo il clima restò costantemente mite favorendo per tutto il periodo il rapido intensificarsi di scambi di merci e cultura. Per questa ragione si ritiene che anche l'esportazione di riso dal Sud al Nord della Cina sia iniziata piuttosto presto⁸². Le più antiche rotte commerciali di terra e di mare vengono, infatti, a formarsi proprio in questo periodo. Se coltivazione e allevamento trasformarono da nomadi a sedentari antiche tribù di uomini, questi ultimi una volta stabilitisi in un posto cominciarono a dar vita a una *Rivoluzione cittadina*.

La società contadina costituì una nuova forma di insediamento in cui la divisione del lavoro era maggiore e un numero sempre maggiore di persone era esonerato dalla produzione di base potendo così dedicarsi a compiti diversi. Fu grazie all'aumento della popolazione che si poté intensificare la costruzione di numerosi insediamenti, ma questa si poté sostenere solo quando l'economia contadina divenne abbastanza produttiva. L'urbanizzazione portò con sé l'accentramento di funzioni diverse e la creazione di nuove forme culturali come la separazione tra città e campagna trovando la sua espressione visibile nelle mura. Queste, infatti, avevano un significato non solo militare e dunque difensivo ma anche giuridico tanto da diventare il vero simbolo della città fino all'età moderna. Sebbene la stratificazione sociale sia possibile anche nelle culture contadine solo con quella cittadina, e la sua società differenziata, permette un esercizio istituzionalizzato del potere. Le civiltà di questo periodo produssero simboli identitari come la scrittura e grazie a essa una tradizione più duratura. L'*Urban Revolution* costituirà l'inizio della storia che conosciamo, Egitto, Mesopotamia, India, Cina, Messico e Perù tutti grandi imperi di antica data ai quali non si può non constatare che si trovassero allo stesso grado di latitudine tra il 20° e il 40° parallelo nord, fuori dagli estremi

⁸² Wolfgang B, (2013), *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri, p.70.

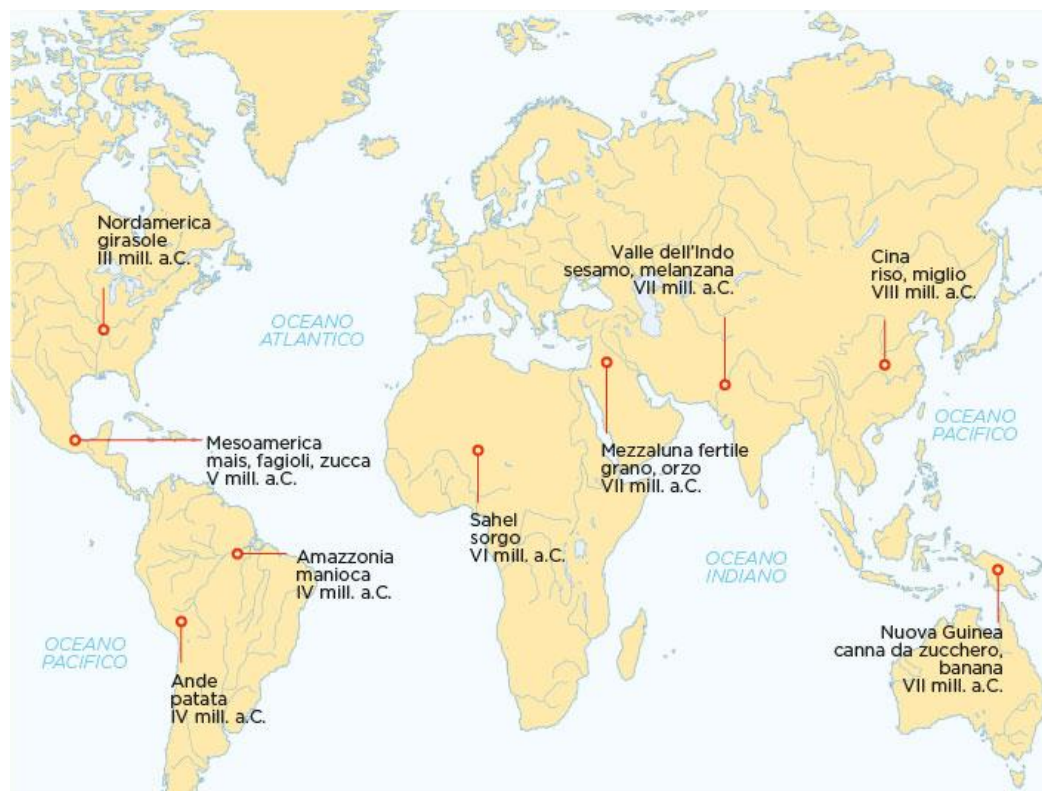
climatici dei Tropici e delle regioni fredde del nord. Vantaggi fondamentali su loro posizionamento è proprio l'efficacia delle condizioni ambientali necessarie allo sviluppo: abbondanti risorse d'acqua, calore per la coltivazione, assenza di sbalzi climatici estremi tra caldo e freddo. Sebbene si comincia a cambiare il paesaggio circostante, soprattutto in Cina, tali civiltà non si basano sullo sfruttamento economico delle valli fluviali, ma su altre tecniche di coltivazioni, possiamo così constatare che le antiche civiltà sebbene ancora non "tecnologicamente avanzate" supplivano a questa carenza con un "alto" grado di conoscenza "involontaria", in alcuni casi, ma ben ponderata, dell'ambiente circostante. Il prossimo paragrafo vorrà indagare come il primo rapporto "moderno" all'ambiente avviene proprio in quest'era con la nascita dell'agricoltura, ma prima di addentrarci è utile domandarci: Possono le differenze geografiche aver giocato un ruolo nella nascita e nel successivo sviluppo dell'agricoltura?

2.5 Le differenze geografiche e la nascita dell'agricoltura

Andare ad indagare questa trasformazione è importante al fine del nostro lavoro poiché è proprio con la nascita della coltivazione e dell'allevamento che comincia a invertirsi il rapporto Uomo-Natura. Sebbene nelle loro prime fasi non vi sia un pieno controllo consapevole da parte nostri antenati non si può di certo negare che molte specie presenti ancora oggi siano state il frutto di quella primitiva e originaria domesticazione. Si dovranno aspettare molti secoli, la *Rivoluzione Verde*, per soverchiare al favore del primo questa simbiosi ancestrale. Sarà proprio con essa che l'uomo acquisirà un'ampia conoscenza della coltivazione agricola. Rispondere alla domanda posta non è semplice poiché le variabili da riscontare sono molte. Recenti ricerche archeologiche a cui è stato applicata la datazione con il radiocarbonio a tutti i materiali trovati, hanno identificato cinque aree (Vicino Oriente, Cina, Meso-America, Ande e Amazzonia, Usa Orientali) indipendenti, Gli archeologi sono

concordi che la prima di queste cinque a sviluppare in modo indipendente la coltivazione fu sicuramente il Vicino Oriente circa 8500 a.C per poi propagarsi in altre aree (Europa Occidentale, Valle dell'Indo, Egitto) dopo però l'arrivo di specie non indigene provenienti da quelle prime aree originarie. Non tutti infatti sanno che gli antenati selvatici di molte specie

Fig 2.2 Mappa della nascita dell'agricoltura e della domesticazione delle specie animali nelle varie zone geografiche della terra.



Fonte:<http://dizionario.zanichelli.it/storiadigitale/p/mappastorica/254/i-primi-centri-di-domesticazione-delle-piante>

domesticate nella Mezzaluna Fertile non erano presenti in Europa Occidentale prima del loro arrivo in versione domestica. L'agricoltura e l'allevamento non furono quindi un'invenzione europea ma furono portati dall'esterno grazie a specie non indigene, solo in un secondo momento i contadini europei riuscirono a domesticare le piante locali. Ma diversamente da come si possa pensare il passaggio da cacciatori-raccoglitori ad agricoltori non fu, come abbiamo visto precedentemente, una trasformazione così scontata e comoda,

anzi, l'equazione che con l'agricoltura si acquistasse più comodità e meno fatica fisica vale per l'uomo moderno che ormai ha acquisito un vantaggio assoluto sulla produzione dei beni. Ma la grande maggioranza dei primi contadini e pastori lavoravano in media più ore al giorno rispetto al collega cacciatore, assimilando meno "energia" rispetto a questi ultimi. Vi sono stati casi in cui alcuni gruppi di cacciatori- raccoglitori pur "conoscendo" per contatto diretto con altre società la coltivazione si rifiutarono di raccoglierne i benefici, un esempio sono gli Aborigeni australiani che pur commerciando con popoli che usavano tale pratica continuarono a non coltivare la terra. L'agricoltura e l'allevamento comparvero in modo spontaneo in poche aree del pianeta con tempi assai diversi e si diffusero da questi nuclei originari in due modi:

1. tramite l'apprendimento delle tecniche da parte dei popoli confinanti,
2. con l'invasione da parte dei primi agricoltori.

Particolarmente interessante invece è che in alcune aree in cui le condizioni climatiche erano favorevoli l'agricoltura non nacque mai spontaneamente né portata dai preistorici, così l'uomo visse per millenni come cacciatore raccoglitore fino ai nostri giorni per "scontrarsi" con l'uomo moderno. In realtà la separazione tra i due stili di vita non è netta questo anche perché in realtà *"l'agricoltura non fu né scoperta né inventata [...] né ci fu una scelta meditata e ponderata tra i due stili di vita"⁸³*, ma *"la produzione di cibo fu un'evoluzione che prese il via come sottoprodotto di scelte spesso inconsce"⁸⁴*. Questa graduale trasformazione insieme alle tecniche che la compongono non fu sviluppata allo stesso tempo e non tutte le piante furono addomesticate insieme per questo si può pensare che le prime timide "prove" di coltivazione coesistevano insieme alla raccolta di frutti spontanei per poi quest'ultima cedere il passo a favore della prima. La produzione autonoma di cibo e l'uso

⁸³ Diamond J., (1998.), *Armi, Acciaio e Malattie*, Torino: Einaudi, p.78

⁸⁴ *Ibidem*.

dei prodotti spontanei sono sempre state due strategie alternative in competizione tra di loro, tuttavia negli ultimi 10.000 anni la maggioranza di quelle società cacciatori-raccoglitori sono diventati agricoltori. Ma quali sono i fattori che hanno portato a tale scelta?

La questione su quali fattori abbiano inciso a una scelta talmente rivoluzionaria sono ancora oggi fonte di dibattito tra gli accademici di svariate discipline in quanto le cause possono essere state diverse in varie parti del mondo, per non contare sul fatto che cause ed effetti nel processo che portano alla vittoria dell'agricoltura non sono sempre chiari. In realtà, però, possiamo tracciare cinque fattori che grosso modo possono avere influito su tale scelta da parte delle prime società. Innanzitutto la prima causa può essere data dal declino delle risorse naturali. Abbiamo visto precedentemente come già nel Pleistocene si assiste a un'estinzione in massa di animali di grossa taglia e che la loro scomparsa abbia portato a chi viveva di caccia e raccolta notevoli difficoltà per sopravvivere in un ambiente ostile come quello di 13.000 anni fa. Un secondo fattore che ha contribuito allo sviluppo dell'agricoltura è stato sicuramente un aumento della disponibilità di specie domesticabili a scapito di quelle selvatiche. Molti attribuiscono ai cambiamenti climatici avvenuti nel Pleistocene l'ampliamento, in modo considerevole, degli spazi di diffusione dei cereali che potevano essere raccolti facilmente e in grandi quantità. Un terzo fattore può essere ricercato nei crescenti sviluppi tecnologici in settori che sarebbero rivelati utili per la vita agricola, cioè nella raccolta, tali mezzi tecnici comparvero rapidamente nella Mezzaluna Fertile dopo 11.000 a. C. Quarto è ultimo contributo alla nascita dell'agricoltura è dato dal legame causa-effetto tra la crescita della popolazione e la crescita della produzione del cibo, confermato da recenti scoperte archeologiche, le quali hanno provato che il passaggio all'agricoltura è accompagnato da un aumento della popolazione, questo processo è definito processo auto-catalitico in cui una retroazione positiva fa sì che la reazione un volta innescata procede sempre più

velocemente⁸⁵. Questi quattro tratti ci aiutano a capire non solo perché l'agricoltura sia comparsa nel 8500 a.C. nella Mezzaluna Fertile e non molti anni prima, ma anche come l'uomo possa rovesciare il cammino dell'evoluzione naturale e come le fluttuazioni climatiche abbiano influito considerevolmente sulla scoperta più importante dell'umanità.

2.6 Le Fluttuazioni Climatiche e il collasso delle civiltà

Se le instabilità ambientali, grazie all'intervento di eventi determinati, hanno favorito l'evoluzione delle specie e del loro grado di sviluppo, esse possono, se prese nei loro estremi, sfavorire la crescita e dunque portare al collasso anche un'intera civiltà. Esempi possono essere quelli intervenuti in Egitto durante l'Antico Regno e l'inizio del "Primo Periodo intermedio" databile intorno al 2150 a.C. dove vengono ricondotte al venir meno delle inondazioni le cause del crollo della civiltà egiziana. Sebbene le conseguenze climatiche non determinarono da sole la direzione dello sviluppo successivo è anche vero che come sottolinea John Baines e Jaromir Målek che era da escludere "la possibilità di portare avanti le forme di esistenza precedenti".⁸⁶ I faraoni non furono in grado di contrastare le carestie e la miseria così come non furono più in grado di garantire la fertilità della terra perdendo così ogni legittimazione politica. Le cose sembrano non andare molto diversamente in quella che abbiamo conosciuto come Mezzaluna Fertile dove a causa di un mutamento climatico vi era stata la nascita della civiltà mesopotamica. La fine dell'era glaciale aveva mutato radicalmente le coste terrestri inondando molte terre sopraelevate, ma la siccità e il clima secco del *Periodo subborreale* trasformarono, nuovamente, le linee costiere e ciò portò al declino della civiltà mesopotamica contemporaneamente all'antico Egitto⁸⁷.

⁸⁵ Diamond J., (1998.), *Armi, Acciaio e Malattie*, Torino: Einaudi, pp.82-83

⁸⁶ Baines J. & Målek J, (1980) *Atlante dell'antico Egitto*, [a cura di] Alessandro Roccati, (1985), Novara:, De Agostini, p. 35.

⁸⁷ Wolfgang B, (2013), *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri, p. 90-96.

I carotaggi effettuati in queste zone dimostrano che questo periodo di siccità con ogni probabilità abbia provocato una serie di problemi sociali e politici, e che nelle società tradizionali le turbolenze climatiche e le carestie mettono in forse la legittimazione del potere. Nelle società basate prevalentemente sull'agricoltura il venir meno dell'acqua rappresenta l'eventualità peggiore di tutte, pertanto non stupisce che a collassare non sia stato solamente l'antico Egitto ma anche la civiltà mesopotamica, entrambe basate sull'agricoltura. Ma al declino non vi furono solamente la macroregione del Medio Oriente ma l'estensione di tali fluttuazioni ambientali sono state registrate anche in Asia dove contemporaneamente alla civiltà egiziana prese piede la fioritura di quella dell'Indo. Queste ultime dipendevano fortemente dalla quantità delle precipitazioni che ne favorivano i raccolti e con essa l'economia rurale. Come in Egitto secondo gli storici anche la civiltà dell'Indo fu la conseguenza di una catastrofe ambientale provocata da un mutamento climatico che comportò una forte riduzione dei raccolti con conseguenze disastrose. Dopo quanto si è detto appare chiaro come i cambiamenti climatici abbiano influito sulle antiche civiltà e come alcune di queste non hanno potuto far fronte a questi drastici fluttuazioni, queste, infatti, costrinsero a far fronte a nuove condizioni ecologiche dando così il via a movimenti migratori. Questi ultimi non avvennero senza forti attriti soprattutto quando intervennero quei mutamenti che trasformarono profondamente le civiltà, ossia la scoperta dei giacimenti minerari di bronzo prima e ferro dopo che a causa del crescente interesse portarono molti a scontrarsi per il dominio sulle cave. Il nesso tra mutamento climatico e mutamento culturale, è oggetto di forte discussioni tanto che si è arrivato a chiedersi se il passaggio dal bronzo all'uso del ferro non sia stato causato da un clima sfavorevole. Se tali ricerche confermassero tale nesso questo rappresenterebbe un buon esempio di come il peggioramento delle condizioni climatiche possa dar luogo a innovazioni tecniche ed economiche.

2.7 Le società pre-industriali⁸⁸

Una volta analizzate i primissimi rapporti che uomo e natura hanno avuto nei secoli che hanno portato *Homo sapiens* a costruire le prime società “complesse” abbiamo cercato di analizzare le conseguenze degli effetti climatici hanno avuto sulle loro trasformazioni. Ai fini del nostro lavoro non possiamo per questioni di spazio poter trattare dettagliatamente l’arco temporale che porta le prime società, essenzialmente agricole, a società preindustriali, il lavoro di questo paragrafo, e dei successivi comincerà a trattare proprio quelle società pre-industriali, essenzialmente europee, le quali cominceranno a seminare i primi germogli per quella che verrà a definirsi come “Rivoluzione industriale”. Quel che ci presteremo ad analizzare, seppur brevemente, i fattori produttivi di questa società nascente per poi meglio esaminarne le fasi di produzione e di produttività che le caratterizza.

2.8 I fattori produttivi delle società pre-industriali

Un sistema produttivo può essere immaginato come una cellula in cui da una parte entra una serie di flussi di materie (nutrienti) e dall’altra ne escono delle altre (scarti) L’insieme di quanto entra viene chiamato *input*, l’insieme di quanto esce viene chiamato *output* o *produzione*.

L’*input* l’insieme di elementi eterogenei che in economia prendono il nome di fattori di produzione che gli economisti classici introdussero rispettivamente in tre categorie:

- A. Lavoro
- B. Capitale
- C. Terra⁸⁹

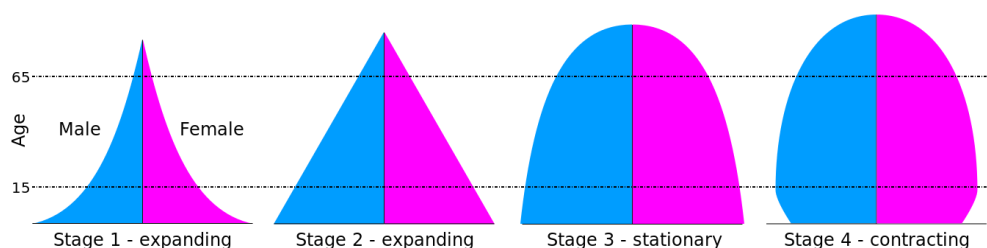
⁸⁸ Si possono considerare società preindustriali le società di ancien régime, vale a dire tutto il continente europeo prima dello sviluppo inglese.

Sebbene questa divisione sia rimasta immutata dobbiamo specificare che per una società sulla via dell'industrializzazione ma ancora essenzialmente agricola era inevitabile che per esprimere il concetto di risorse naturali si usasse il termine *terra*. Nella metà del Settecento la risorsa naturale rilevante rimaneva essenzialmente la terra. In una società ancor poco stratificata socialmente, la ricchezza veniva calcolata in ettari di terreno coltivabili o da pascolo e i metri cubi di legname disponibili nei boschi. Oggi tale ripartizione delle risorse naturali viene rappresentata in termini di giacimenti petroliferi carboniferi, depositi di uranio e di ferro.

A. Lavoro

Le società pre-industriali europee si caratterizzano per tassi di natalità assai elevati ma a questi si contrapponeva un'alta mortalità. Di conseguenza la cosiddetta piramide per età delle popolazioni preindustriali presenta normalmente una base relativamente larga rispetto a un vertice appuntito.

Grafico 2.2 Un esempio di piramidi dell'età rappresentanti le quattro fasi della transizione demografica. La società pre-industriale viene rappresentata dallo stage1 della figura.



Fonte:http://it.wikipedia.org/wiki/Piramide_delle_et%C3%A0#mediaviewer/File:DTM_Pyramids.svg

⁸⁹ Questa divisione voleva corrispondere alla divisione della società europea dell'epoca tripartita in: a) proprietari fondiari, b) cetto medio (capitalisti) c) massa lavoratrice. Carlo M. Cipolla, "Storia economica dell'Europa pre-industriale", Universale Peperbacks Il Mulino, Bologna, 1980.

La mortalità infantile era molto alta e l'elevata fertilità, prossima ai massimi biologici, era condizione irrinunciabile per la sopravvivenza stessa della specie, dati anche gli alti tassi di mortalità e la vita media bassa (35-40 anni) causati da sottoalimentazione, carenze igieniche, scarse conoscenze mediche. A fronte di tassi di natalità e mortalità entrambi elevati, la popolazione cresceva lentamente poiché era periodicamente falciata da picchi di mortalità dovuti a epidemie, carestie e guerre. Le epidemie erano incontrollabili, la peste rappresentava la malattia che mieteva più vittime. Le carestie erano dovute al fatto che l'economia, essenzialmente agricola e tendente all'autarchia, non poteva essere forzata oltre un certo livello, dipendendo, tra l'altro, in larga misura da fattori meteorologici incontrollabili da parte dell'uomo. Sotto la pressione demografica venivano messi a coltura terreni marginali così il sistema produttivo andava incontro a rendimenti decrescenti. Se la popolazione cresceva oltre un certo limite e le risorse restavano più o meno costanti, anche una sola annata agricola negativa poteva portare alla morte per fame o inedia la parte "eccedente" di popolazione, quella fisicamente più debole. Ciò accadeva anche perché i mezzi di trasporto e le vie di comunicazione erano tali da non consentire di far giungere in tempi rapidi riserve alimentari da luoghi lontani, soprattutto via terra. Le guerre, di per sé non provocavano molti morti, dato il relativamente scarso potere distruttivo delle armi, ma gli eserciti itineranti portavano spesso con sé le epidemie praticavano saccheggi, incendi e violenze sulla popolazione civile, aumentandone così sensibilmente la mortalità. Tali dati servono a farci comprendere le differenze sostanziali tra società pre-industriali e società industriali sta soprattutto nella composizione della popolazione dipendente⁹⁰. Nelle prime, infatti, tale popolazione rappresentava il 90% differentemente dalle seconde dove i giovani in età dai 0-14 rappresentano dal 65% al 70%. Uno dei problemi più gravi delle società pre-industriali che caratterizzerà anche tutta la prima parte della Rivoluzione industriale, soprattutto in

⁹⁰ Con tale termine si vuole indicare quella parte di popolazione che consuma ma non produce.

Inghilterra, era quello di sfruttare questa pesante massa di fanciulli la cui speranza di vita era, come sopra descritto, già molto limitata. Sebbene l'attuale società dei consumi ha un alto tasso di produttività è anche vero che tale alta produttività industriale ha permesso di poter modificare il tipo di popolazione attiva⁹¹. Nella vecchia società pre-industriale tale differenziazione non vi era la popolazione attiva rappresentava la massa della popolazione compresa dai 15-65 anni. Fanciulli e anziani contribuivano insieme alla produttività della società così come si fece largo uso del lavoro femminile. Le donne, infatti, venivano impiegate nei lavori più disperate dal lavoro dei campi alla domestica, dalla nutrice alle embrionali manifatture tessili di sovente organizzate sulla base del lavoro a domicilio⁹².

Brevemente analizzeremo come tale popolazione attiva possa essere analizzata in relazione alla sua distribuzione per attività lavorativa. Nella moderna società possiamo distinguere tre settori di attività: primario, secondario, terziario, ognuno con delle proprie caratteristiche, il settore primario include normalmente le attività agricole, la pesca e l'attività mineraria; il settore secondario include le attività manifatturiere, il settore terziario include quello dei servizi come ad esempio i trasporti, le assicurazioni, insegnamento e così via. Negli ultimi anni gli economisti tendono a evidenziare l'allargamento del terziario nelle società industrializzate, molti sono i dibattiti in ambiti accademici sulla correlazione positiva tra il grado di sviluppo generale di un'economia e l'ampiezza dell'occupazione nel settore terziario. Ciò però può condurci in un errore di valutazione dovendo analizzare le società pre-industriali, spesso, infatti, si rappresentano con una bassa correlazione di queste due variabili ma recenti studi condotti in società africane hanno presentato un gruppo terziario o "residuale" abbastanza numeroso; quando, quindi parliamo di società pre-industriale e del suo relativo settore terziario

⁹¹ Con tale termine si vuole indicare quella parte di popolazione che produce e consuma.

⁹² Cipolla M. C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Peperbacks, Il Mulino: Bologna, p. 82.

dobbiamo immaginarlo come “una pittoresca varietà di gente dai mestieri più strani”⁹³.

Fig. 2.3 Raccoglitore di bottiglie di plastica in un paese asiatico. L'immagine è un esempio classico di settore terziario comune sia nella società pre-industriale che nelle odierne società industriali.



Sebbene i dati a nostra disposizione rendono difficile riuscire a sapere con precisione che percentuale di popolazione attiva fosse impiegata nelle varie attività sopra descritte è lecito ritenere che nei secoli precedenti il XVIII in ogni società europea la percentuale della popolazione attiva impiegata nel settore primario variasse in genere tra il 65% e il 90%. La ragione di questo stato di cose stava non solo nella bassa produttività dell'agricoltura del tempo, sette otto contadini riuscivano a produrre oltre a quanto necessario per mantenere se stessi e la propria famiglia, il surplus necessario per mantenere altre due o tre persone; ma non dobbiamo scordarci che la resa agricola di una regione o di una città era fortemente influenzata dalle continue fluttuazioni

⁹³ Cipolla C. M., (1980.), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna: Universale Peperbacks Il Mulino, p.90.

climatiche che ne condizionavano il raccolto. Da ciò si evince che sebbene le percentuali destinate al settore primario fossero alte rispetto ai settori secondario e terziario, spesso si tende a sopravvalutare la percentuale di lavoro effettivo immesso in detto settore. Durante tutto questo periodo le condizioni climatiche erano terribili e durante questi lunghi periodi dell'anno destinata alla lavorazione dei campi non sempre lavorava diversamente magari da quelle embrionali forme di attività secondaria che vedeva nelle "botteghe" quella massa di popolazione attiva per tutti i mesi dell'anno. Ma rappresentare la maggior parte della popolazione impiegata nell'agricoltura coincidesse con la popolazione rurale è sicuramente un errore di valutazione, infatti, nei primi centri urbani delle maggiori città la popolazione cittadina era in gran prevalenza occupata nel settore secondario e terziario.

Tab 2.1 La distribuzione percentuale per professione della popolazione attiva in diverse città europee nei secoli XV e XVII.

Distribuzione percentuale per professioni della popolazione maschile (età 20-60) nel Gloucestershire: 1608

Categorie	Nelle città %	Nelle campagne %	Nell'insieme %
a) Agricoltura	4	50	46
b) Distribuzione alimenti	7	2	2
c) Tessili e vestiario	26	23	23
d) Costruzioni	2	2	2
Totale parziale a+b+c	39	77	73
e) Lavorazione metalli	6	3	3
f) Lavorazione legno	6	4	4
g) Lavorazione cuoio	5	1	1
h) Trasporti	3	2	2
i) Professionisti e proprietari	6	3	3
l) Domestici	3	7	7
m) Vari	32	3	7
Totale	100	100	100

Fonte: Cipolla M.C., *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, (1980)

Universale Peperbacks, Bologna: Il Mulino, p. 94.

Dal grafico si evince che i tre settori alimentazione, tessile, abbigliamento e costruzione assorbissero insieme la maggior parte della popolazione attiva considerata, cioè grosso modo dal 55% al 65%.. L'importanza di questi settori derivava dal fatto che il reddito dell'Europa pre-industriale era fondamentalmente basso e di conseguenza la domanda effettiva della massa della gente si esauriva nei tre settori in questione⁹⁴. Volendo considerare la domanda globale effettiva quest'ultima varia se consideriamo il settore pubblico e l'alta società che ne influenzavano l'epoca. Una ricostruzione dettagliata sulla distribuzione percentuale per professione della popolazione risulta particolarmente difficile e gravosa a causa dei pochi dati a disposizione se dovessimo considerare quel particolare gruppo che viene rappresentato dal gruppo degli ecclesiasti e dal gruppo dei professionisti come produttori di particolari servizi spesso esclusi dalle analisi tradizionali dell'Europa pre-industriale. Analizzare quindi dettagliatamente la variabile del lavoro dei fattori produttivi di una società pre-industriale non è oggetto né scopo della nostra trattazione. Questa lunga digressione ci è servita per comprendere la diversa stratificazione della popolazione attiva e non di una società che si appresta all'industrializzazione, e come spesso nelle varie analisi viene fatto erroneamente, escludere determinati luoghi comuni che vengono descritti. Dall'analisi condotta possiamo enucleare che il vero guaio di una società già descritta non sta nella mancanza di capitale, né nell'arretratezza delle conoscenze tecnologiche quanto nella povera qualità del suo fatto umano. La mancanza di capitali e l'arretratezza tecnologica e amministrativa possono essere più la "conseguenza" che le cause del fenomeno dell'arretratezza. Caratteristiche fondamentali delle società urbane dell'Europa pre-industriale fu la tendenza associativa che si manifestò in maniera sempre più spiccata a partire dalla fine del secolo XII. Se nei secoli precedenti la popolazione cerca protezione e difesa dei propri interessi in un rapporto di subordinazione con il potente, con l'affermarsi delle società urbane la difesa dei propri interessi

⁹⁴ Cipolla M.C. (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Peperbacks, Bologna: Il Mulino, p. 95.

venne cercata soprattutto nell'associazione tra pari. Il Comune rappresenterà l'origine di quella forma associativa giurata di cittadini al di sopra delle associazioni particolari.

B. Il Capitale

Il *capitale* che contraddistingue le società pre-industriali è il capitale fisico ossia quei beni reali come impianti, macchinari, edifici, miniere di carbone e così via.

Il capitale è rappresentato da quei beni economici che l'uomo usa nell'esercizio dell'attività economica. Quando si tratta di beni prodotti e producibili dall'uomo questo tipo di capitale viene definito col termine di *capitale riproducibile* per poterlo distinguere dalla terra e dalle risorse naturali, la cui quantità in natura è in un certo senso data e non può venir ampliata a piacimento dall'uomo. Tale capitale può però essere distinto in *capitale fisso e capitale circolante*. Con i primo terminesi vuole indicare *quei beni economici prodotti dall'uomo che vengono usati ripetutamente nel corso dei diversi cicli produttivi*⁹⁵ Il tipo classico di capitale fisso può essere rappresentato dagli impianti di una fabbrica, ma in una società dove ancora il sistema industriale era nel suo stato embrionale, tale capitale fisso può essere descritto semplicemente in forme come l'aratro, la nave, il carro, gli animali.

Come scrisse un noto autore

*“Finché l'attività manifatturiera rimase allo stadio artigianale, anche la posizione dell'artigiano non fu molto diversa. L'artigiano faceva uso di attrezzi, ma questi attrezzi non erano di grande valore, e il capitale circolante rappresentava la parte essenziale dei suoi affari. La rivoluzione industriale occorse quando il capitale fisso si fece avanti e venne ad occupare il ruolo centrale.”*⁹⁶

⁹⁵ Cipolla M.C. (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Peperbacks, Bologna: Il Mulino, p.113

⁹⁶ Hicks J. (1969), *A theory of economic history*, London: Oxford University Press., Trad italiana, (1971), *Una teoria della storia economica*, Torino: UTET, , in. Cipolla M.C. (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Peperbacks, Bologna: Il Mulino, p.115.

Risulterebbe impossibile da poter negare che gli investimenti acquisissero un certo rilievo solo con e dopo la Rivoluzione Industriale, sia in termini assoluti che in termini relativi. In una società pre-industriale, il capitale fisso era di rilevanza trascurabile.

Nel passaggio tra il IX secolo e il XI il numero di mulini ad acqua ,se prima erano esclusivamente proprietà della classe ecclesiastica, cominciarono a moltiplicarsi e in proseguito il numero dei mulini cominciò a crescere e nel contempo aumentò anche la loro presenza media. Mentre gli edifici crescevano di volume e di numero anche gli attrezzi cominciarono a essere perfezionati migliorando la resa per area circostante, ciò contribuì ad un aumento del bestiame e il rapporto bestiame/area. Sebbene i rapporti variarono fortemente da una zona e all'altra e da un periodo all'altro in relazione alle condizioni economiche, sociali a principalmente geo-fisiche generali, a questo c'è da aggiungere fatti più o meno contingenti come le carestie, le guerre e le epizoozie, è innegabile che il bestiame in una società pre-industriale rappresentò una quota molto elevata del capitale esistente. Questi rappresentavano un capitale essenziale non solo per l'agricoltura ma alcune specie, come gli ovini, fornivano la materia prima per l'industria laniera, gli equini e i bovini erano indispensabili per i trasporti.

Da questi esempi comprendiamo che quando parliamo di bestiame in una società pre-industriale questo rappresentava un capitale altamente vulnerabile, non dobbiamo, infatti scordare che nell'Europa di quei secoli carestie ed epizoozie erano frequenti quando il bestiame moriva le conseguenze per l'economia del tempo potevano essere disastrose. La lotta per la sopravvivenza tra la vita e la morte era un confine molto labile. Per poter rendere meglio la portata di tale shock economico in un economia moderna potrebbe essere rappresentato dall'esaurimento di combustibili fossili in una determinata area. La scarsità di bestiame faceva parte del circolo vizioso che compromise per secoli l'agricoltura pre-industriale, poco bestiame significava

quantità insufficienti di concime e quantità insufficienti di questo rappresentava una bassa produttività del terreno . La notevole domanda e la relativa scarsa offerta di bestiame spiegano l'alto valore che acquisiva tale forma di capitale.

Ultima forma di capitale che caratterizza tale società è quella costituita dalle scorte, queste ultime possono essere distinte in:

1. scorte di materie prime;
2. scorte di prodotti semilavorati;
3. scorte di prodotti finiti,

tale forme di capitale viene chiamato *capitale circolante*⁹⁷.

Nell'Europa pre-industriale la percentuale di capitale circolante sul totale di capitale esistente era molto più elevata che ai giorni nostri. Per comprendere la portata di tale fenomeno dobbiamo partire dalla considerazione che il consumo massimo possibile è dato dal volume della produzione più il volume delle scorte. Queste sono l'elemento portante che garantisce la sostenibilità tra produzione e domanda, più ampi e frequenti sono i divari tra questi più importante sarà il ruolo delle scorte. L'età pre industriale si caratterizza per l'elevata vulnerabilità de seguenti elementi:

- a. Violente fluttuazione dei raccolti (*piccola era glaciale*)
- b. Insicurezza dei trasporti e quindi continua possibilità di interruzioni nei rifornimenti sia di prodotti che di materie prime e di prodotti finiti.
- c. Alto costo dei trasporti⁹⁸

La presenza di queste costanti rende comprensibile perché: la gente si costituiva scorte di alimenti, gli uomini di affari costituivano normalmente ampie scorte di materie prime, il volume delle scorte era proporzionalmente più elevato in quei settori in cui la domanda era caratterizzata da un alto grado

⁹⁷ Cipolla M.C., (1980) *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Peperbacks, Bologna: Il Mulino, p-122.

⁹⁸ *Ibidem*

di anelasticità e l'offerta era soggetta a drastiche e improvvise fluttuazioni. Il costo dell'immagazzinamento e del deterioramento delle scorte ne facevano aumentare notevolmente il costo, ciò comportava la tendenza a ridurle al minimo e poiché il mondo industriale odierno non vive sotto l'angoscia dei tre punti sopra citati, la percentuale di capitale circolante sul capitale totale è oggi notevolmente minore. Il ciclo economico dell'Europa pre-industriale sembra essere stato soprattutto determinato e caratterizzato dalle fluttuazioni nel volume del capitale circolante. L'incidenza relativa di questo capitale altamente volatile sul totale del capitale esistente rappresentava un elemento di instabilità dell'economia soprattutto nel settore manifatturiero.

C. Risorse naturali

Il terzo e ultimo fattore produttivo è rappresentato dalle *risorse naturali* intendendo con questo termine oltre la terra le altre risorse quali giacimenti di petrolio, miniere di carbone, miniere di argento e così via. Quando si riferisce a questo tipo di beni la letteratura economica parla di *capitale non riproducibile* per sottolineare il fatto che questo tipo di risorse, o meglio il loro esaurimento, non è nelle possibilità dell'uomo ricostruirle. Se nel mondo moderno il dibattito sulle risorse rinnovabili e non è molto acceso dobbiamo considerare che nell'Europa pre-industriale la risorsa naturale per eccellenza era la terra. In uno studio di Joseph J. Spengler del 1979 l'autore indica il “*rapporto terra-popolazione fu l'elemento principale nella determinazione del livello del reddito delle società pre-industriali [...] ed è facile pensare che i movimenti secolari della produzione e del consumo furono in stretta relazione a modificazioni del rapporto terra-popolazione nei primi cinque secoli e mezzo del nostro millennio*”⁹⁹.

Tra le risorse naturali di maggior rilievo sfruttate in Europa nei secoli anteriori al XVIII vanno soprattutto menzionati i depositi minerali di argento, mercurio,

⁹⁹. Spengler J. J. (1969), “Population problem in search of a solution”, *Science*, Dicembre 5. vol.166, pp. 1234-1238.

allume, stagno, zolfo, rame e ferro. Riguardo al carbon fossile possiamo dire che già in epoca medioevale esso era già in uso ma a causa del sospetto per questo tipo di combustibile l'impiego era limitato. All'interno dei fattori di produzione grande importanza ricopriva il bosco. Dal punto di vista della logica economica esso ricopriva quella forma di capita riproducibile poiché gli alberi sebbene tagliati potevano essere piantati dall'uomo¹⁰⁰. Notevoli sono i documenti che attestano che già in epoca medievale e rinascimentale gli alberi venivano piantati per salvaguardare il patrimonio forestale. Tuttavia l'azione dell'uomo verso il bosco nell'Europa pre-industriale non fu sempre così illuminata. Dove la pressione demografica cominciava a crescere, crebbe anche la domanda di legname a tal punto da far scomparire intere zone boschive. In un Europa che cominciava a vedere i primi "alti" tassi demografici l'uomo cominciò ad agire verso il bosco, ma anche verso le altre risorse naturali, in modo parassitario¹⁰¹.

Diversamente dalla società odierna le diverse fonti energetiche di una società pre-industriale erano sostanzialmente scarse, queste erano caratterizzate prevalentemente da tre fattori

1. La forza muscolare dell'uomo,
2. dalla forza disponibile rappresentata dalle piante e dagli animali.

Come abbiamo potuto affermare nel paragrafo sul lavoro l'uomo del tempo imparò a sfruttare in maniera sempre più efficiente altre due forme di energia

1. l'energia idraulica
2. l'energia eolica

L'importanza di tale fenomeno è dimostrata in maniera cospicua dal fatto che la localizzazione geografica di molte manifatture fu determinata dalla

¹⁰⁰ Cipolla M.C., (1980) *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Paperbacks, Il Mulino: Bologna, p.127.

¹⁰¹ In ecologia con tale termine si vuole indicare una forma di interazione biologica, generalmente di natura trofica, fra due specie di organismi di cui uno è detto *parassita* e l'altro *ospite*.

disponibilità in *loco* di corsi d'acqua dolce o dalla presenza di venti abbastanza costanti.

2.9 L'organizzazione produttiva di una società pre-industriale

L'attuazione di una qualsiasi forma di produzione ha bisogno che i fattori produttivi sopra esplicitati siano combinati insieme secondo forme organizzative che possono variare a seconda dei livelli culturali e tecnologici prevalenti in una data società. Queste però possono variare per cultura e sviluppo tecnologico cosicché per lo stesso tipo di produzione possono coesistere forme organizzative disparate.

Fig.2.4 Un esempio di forme organizzative nella società odierna può essere rappresentato dai supermercati, rappresentanti la grande distribuzione, e i mercati rionali o le piccole botteghe a gestione familiare.



Fonte:<https://stiben.wordpress.com/2011/05/25/%E2%80%9Caddio%E2%80%9D-alle-piccole-botteghe-alimentari-sotto-casa/>

Agli inizi dell'anno Mille la forma prevalente di organizzazione nel settore agricolo era il cosiddetto sistema curtense, queste erano di solito vaste proprietà terriere ciascuna delle quali divisa in varie unità suddivise in centrale e periferiche, la prima gestita dal signore, le seconde erano affidate ai cosiddetti servi della gleba. Queste unità satelliti dovevano fornire all'unità centrale tributi periodici in natura ma soprattutto prestazioni lavorative. Tale

sistema era fondamentalmente un microcosmo economico, a direzione centralizzata, largamente autosufficiente al cui interno sia la divisione del lavoro che lo scambio monetario erano ridotti ai minimi termini. Con la disintegrazione del feudalesimo le unita centrali si frantumarono e le terre che prima erano del signore e che gestiva direttamente vennero concesse ad affittuari o tramutate in quote di raccolto o in canoni monetari. Al posto del sistema curtense subentrò una straordinaria varietà di forme organizzative che si adattarono alle locali condizioni geografiche, sociali, ed economiche. Una di queste prime forme fu la bottega, in questa diversamente dalla fabbrica, dove vi è un alta concentrazione di lavoro salariato, quest'ultimo era scarsamente rappresentato così come il capitale, l'artigiano quindi non produceva per il magazzino ma lavorava su commessa, colui che le passava era il mercante. L'organizzazione produttiva si incentrava principalmente su queste due figure il primo si operava su commessa, il secondo operava sul mercato delle materie prime e su quello dei prodotti finiti¹⁰².

2.10 Produttività

Il livello e la struttura della domanda sono il risultato di un duplice ordine: una scelta tra quanto spendere e quanto non spendere, e una scelta di come spendere tra un infinito numero di possibili tipi di spesa. Tutto il processo economico quindi è un problema di scelte sia da parte dei consumatori che da parte dei produttori¹⁰³. Le scelte quindi si impongono perché le risorse sono limitate, tale limitazione delle risorse comporta che quando si produce un determinato prodotto non se ne produce un altro; ogni produzione di fatto di fatto è il frutto di una scelta e ogni scelta implica un sacrificio. Data questa

¹⁰² Cipolla M.C., *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, (1980) Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino. pp.129-133.

¹⁰³ Cipolla M.C., *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, (1980) Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino p.137.

premessa possiamo così definire l'economia come la scienza delle scelte e la produzione il risultato di tutte le scelte operate a livello sia individuale che pubblico, dalla parte sia della domanda che dell'offerta. Nel paragrafo precedente ho voluto presentare i fattori di produzione di un'economia proponendoli come gli *inputs* di un sistema produttivo. Dalla combinazione di questi fattori si ottiene l'*output*, ossia la produzione, è ovvio che combinazioni diverse dei vari fattori possono dare *output* diversi per qualità e quantità. Prendendo la definizione di un noto storico dell'economia "*la produttività è il rapporto che determina la quantità e qualità del prodotto data la quantità e qualità degli inputs*"¹⁰⁴ Oggi sono molti gli studi che hanno messo sotto la lente d'ingrandimento gli effetti sull'eccessiva produzione contemporanea, questi mettono in evidenza come in parecchie società odierne l'aumento della produzione sia stato maggiore di quanto si sarebbe verificato se in gioco vi fossero stati solo incrementi degli *inputs*. A tale problema si sono date una serie innumerevoli di risposte che continuano a creare un forte dibattito disciplinare, sicuramente, i fattori che hanno contribuito a tale crescita sono molti:

- a. aumento della divisione del lavoro tra individui;
- b. economie nella produzione di massa;
- c. allocazione dei fattori di produzione più efficiente;
- d. sviluppo tecnologico;
- e. alti livelli di istruzione¹⁰⁵

Credo che classificazioni di questo tipo non rendano giustizia in quanto vi è sempre qualcosa che possa rimanere esclusa. Lo stesso Schumpeter nel 1947, anticipando il dibattito degli anni 60, scrisse che "*Solo in rarissimi casi fattori causali, quali un aumento della popolazione o dell'offerta di capitale, possono spiegare lo sviluppo economico*", ma "*vi è qualcosa che sfugge*

¹⁰⁴ Cipolla M.C., (1980) *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino, p.138.

¹⁰⁵ *Ibidem*

all'osservatore e rimane indefinito ex ante, solo successivamente viene definito e capito"¹⁰⁶; un qualcosa che Schumpeter chiama quale "*reazione creativa della storia*" e che lo studioso cerca di materializzare in quello che definisce come "*attività imprenditoriale*". Tale definizione però non è sufficiente poiché tende a escludere il fattore "lavoro" ossia quella "vitalità umana" caratterizzante ogni società umana che può determinare quella "*reazione creativa*" di cui parla Schumpeter. Una società è difficile che dimostri vitalità esclusivamente in ambito economico, la storia dimostra che ad alti livelli di sviluppo economico corrispondono alti livelli nei vari campi disciplinari¹⁰⁷.

Tale classificazione quindi tende a escludere quegli elementi "intangibili" e non misurabili utili a comprendere il senso qualitativo e quantitativo di una produzione, la quale nell'attuale tendenza della società moderna del consumismo di massa, considera, in maniera erronea, questi elementi come qualcosa di nettamente separato dai fattori sopra elencati.

Nei secoli del Medioevo e del Rinascimento vi fu un notevole progresso tecnologico che incrementò il livelli di produttività. Tali quote rimanevano pur sempre a livelli molto bassi sebbene raddoppiarono rispetto a seicento anni prima, ma bisogna considerare che si era partiti da livelli disperatamente bassi e che mancò fino al Seicento un criterio sistematico di sperimentazione e ricerca per cui ogni innovazione continuò a dipendere da un rozzo empirismo.

La produttività del fattore lavoro in una società pre-industriale fu influenzata negativamente dalla indisponibilità qualitativa e quantitativa di capitale e dai bassi livelli di istruzione della massa lavoratrice. La produttività del fattore capitale, invece, rimase depressa per via dei bassi livelli tecnologici e dalla limitata disponibilità di fonti di energia che essenzialmente rimanevano, come già precedentemente affermato, quella vegetale e animale. Le risorse naturali disponibili erano limitate al fattore terra che per di più aveva una redditività

¹⁰⁶ J. Schumpeter J. A., (1954), *Storia dell'analisi economica*, in Sergio Sabetta (2011), "Lettura della politica giuridica secondo la teoria normativa economica", *Altalex*.

¹⁰⁷ Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino, p.139.

molto basa a causa delle deficienze di concimazione e d'attrezzature. Nel tempo vi sono stati innumerevoli studi sul calcolo della produttività del terreno in epoche antiche. Di certo questo studio non è la sede adatta per tali calcoli ma mi è sembrato opportuno riportare varie stime su tale tema che forse renderà più agevole la comprensione la discussione sulla produttività agricola.

Tab.2.2 Massimi e minimi di resa per grani sulla proprietà del Vescovato di Winchester nel periodo 1200-1349

Grani	Resa per Unita di semestre	Resa in bushels di terra per acro
	Max	Max
	Min	Min
Frumento	5,3	13,8
	2,6	5,8
Orzo	5,6	27,6
	2,8	11,0
Avena	3,4	16,0
	1,8	7,5

**Fonte Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*,
Universale Peperbacks, Bologna: Il Mulino, p.145.**

Anche uno sguardo approssimativo alle tabelle riportate qui sopra si renderebbe conto che in relazione a differenze di terreni e di clima, si verificarono sensibili variazioni nelle rese agricole sia nel tempo che nello spazio. Anche se si prendessero le terre migliori si trovano sempre rese basse. Comparando le rese del mondo contemporaneo si tenga conto che oggi negli Stati Uniti la pratica agricola consueta richiede più di 4000 metri quadrati di terreno per garantire a una persona un'alimentazione ad alto contenuto di

carne oppure quasi 1.000 metri quadrati per mantenerla a dieta vegetariana¹⁰⁸. La bassa resa agricola era dovuto al fatto che le condizioni climatiche del periodo erano relativamente basse e le piante non erano selezionate così come gli antiparassitari erano sconosciuti. Ciò comportava non adeguati livelli di nutrienti non solo per l'uomo ma anche per gli animali da lavoro: le mucche ad esempio davano poco latte una media di 1.500 litri l'anno con basso contenuto di grasso quando oggi negli Usa una mucca produce in media 3.000 litri di latte con alto contenuto di grasso¹⁰⁹. Questo elenco di dati sopra citati si fondano per misurare la produttività del passato basandosi esclusivamente al fatto "quantitativo" ignorando di fatto quello "qualitativo" ma basarsi sulle qualità del passato e paragonarla a quella presente avrebbe condotto alla erronea convinzione che i prodotti dell'età pre-industriale fossero di qualità superiore rispetto a quelli dell'età industriale. Se dovessimo quindi basarci sul livello qualitativo dei prodotti riuscirebbe sconveniente porre un'adeguata analisi; passerei quindi ad analizzare la produzione positiva e negativa di un ciclo produttivo in una società pre-industriale.

2.11 La produzione

Come abbiamo già affermato nel precedente paragrafo la quantità dei fattori produttivi impiegati e l'efficienza con cui si combinano determinano la produzione, quest'ultima è data dall'insieme delle cose più disparate. Per poter analizzare un complesso di cose disparate nel tempo si sono susseguite varie classificazioni poiché le varie maniere per poter catalogare un prodotto sono molte, la più comune oggi utilizzata è la distinzione in beni e servizi ma dipendendo da quel si vuole analizzare ogni prodotto viene catalogato per

¹⁰⁸ Hawken Paul, Lovins Amory, Lovins L, Hunter, *Capitalismo Naturale: La prossima rivoluzione industriale*, (2007), Citta di Castello (PG): Edizione Ambiente, p.165.

¹⁰⁹ Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino, p.145.

poterne distinguere la *specie*. Come si è potuto osservare nei paragrafi precedenti nella società pre-industriale la distribuzione della ricchezza era poco ugualitaria da rendere sostanziose quote di risparmio che sugli investimenti, e che come la maggior parte del capitale assumeva forme di scorte, le quali assumevano forma di capitale stabilizzatore. Fino a quando le risorse naturali sfruttabili per la produzione di energia erano limitate alla sola energia vegetale e animale, l'accumulazione di capitale riproducibile di tipo produttivistico era condannato a redditività decrescenti. Molti dei risparmi era concentrata in poche mani non stupisce che la destinazione di questo verso gli investimenti fosse legato più a opere militari o ecclesiastiche e non al fine produttivistico. Questi fattori contribuiscono a spiegare i bassi livelli di produzione di una società pre-industriale e il circolo vizioso della povertà su cui queste società si trovarono condannate. La maggior parte della produzione si concentrava in pochi settori dei quali l'agricoltura costituiva più del 50% del reddito. Se la produzione si basava per la maggior parte in pochi settori di base, geograficamente questa stessa era quanto mai dispersa, se nell'Italia del XIII secolo pochi potevano essere i centri di "eccellenza" per la produzione di determinati prodotti, ad esempio Fabriano per la carta, la produzione dei prodotti di consumo corrente non presentavano questa dispersione geografica del lavoro. Nella società pre-industriale gran parte dei prodotti di largo consumo quindi venivano ad essere prodotti sul posto; mentre nell'odierna società post-industriale viene ostentata la produzione agricola nelle monoculture intensive, nell'agricoltura del secolo XIII gli agricoltori cercavano di produrre nei loro poderi la maggior varietà possibile di prodotti che sebbene andasse a scapito della produttività ciò contribuiva a limitare il rischio in caso di cattivi raccolti di una specie sull'altra.

2.12 Il "Balzo in avanti": la rivoluzione scientifica

Per tutto il periodo del Pleistocene e per parte dell'Olocene, Uomo e Natura hanno stabilito lungo questo arco di tempo un rapporto simbiotico che se

dovessimo determinare secondo un'analisi di costi/benefici questi sarebbero difficilmente misurabili. In quello che potremmo definire “la prima parte” di tale rapporto se l'adattamento all'ambiente è avvenuto attraverso una serie di mutazioni e di selezioni, venendo a trovare ogni volta le soluzioni giuste per sopravvivere nei climi più diversi (benefici), è anche vero che il fragile *Homo sapiens* possedeva ancora poca esperienza per poter controllare e capire l'ambiente circostante tant'è che chi non s'adattava si estingueva (costi). La grande trasformazione di questo rapporto avviene, come abbiamo potuto vedere con la scoperta del fuoco e la nascita dell'agricoltura, dando così la possibilità a *Homo sapiens* di evolvere socialmente e culturalmente. Per tutti questi lunghi stadi evolutivi l'ambiente naturale rimase di fatto incontaminato dall'uomo. Le ripercussioni indirette provocate da questi progressi furono tanto importanti quanto quelle dirette portando a un sistema di vita più altamente organizzato e spesso permanentemente stabile anche in condizioni climatiche precarie. Da ciò possiamo constatare che enorme fu l'influenza dell'ambiente sull'uomo; nonostante tali innovazioni comportarono la prima delle grandi trasformazioni del paesaggio circostante, l'esistenza umana cominciò a caratterizzarsi da comunità più stabili, dando così il via alle grandi civiltà, ciò alterò profondamente il rapporto uomo natura ma finché il numero di individui a livello locale e globale rimaneva basso, le pressioni esercitate non potevano influire sensibilmente sul territorio, anzi per tutto il suo percorso l'uomo si trovava spesso soggetto a “intemperie” alle quali non sapeva dare una risposta, e quei pochi responsi, che si riusciva a dare all'ambiente e alle fluttuazioni che esercitavano sulla “vita quotidiana“, erano spesso influenzate dalla nota “*economia dei peccati*”¹¹⁰. A far sì che la pressione religiosa e la costrizione delle coscienze calasse rapidamente, si dovette aspettare quel grande “balzo in avanti “ che apportò la rivoluzione scientifica. A partire dall'inizio del XVII secolo, le scienze naturali trasformarono radicalmente

¹¹⁰Per economia dei peccati si intende lo strumento escogitato dai teologi del XVI e del XVII, per interpretare il peggioramento climatico dell'epoca. Tale “economia” assunse un ruolo molto importante nei mutamenti culturali della cosiddetta Piccola era glaciale.

l'immagine del mondo Il separare, filosoficamente, lo spirito (*res cogitans*) dalla materia (*res extensa*), del matematico René Descartes, (1596-1650), escluse in termini epistemologici che gli esseri spirituali potessero esercitare pressioni sul mondo materiale. Dall'altra parte, con il fisico e matematico Isaac Newton (1643-1721) e con la sua scoperta della *legge della gravitazione* si ebbe per la prima volta una sorta di legge universale valida sulla Terra quanto nell'Universo. Con essa si dimostrò la validità delle legge naturali, ed ebbe così inizio una lunga congiuntura favorevole per l'osservazione naturale che si basava su esperimenti ripercorribili e riproducibili. Il secolo XVII marcò la vittoria dei "moderni", del metodo sperimentale e dell'applicazione delle matematiche nelle spiegazione della realtà.

La fisica, la meccanica e la logica matematica fecero progressi spettacolosi e il fascino di tali progressi fu tale che venne a prevalere una concezione meccanicistica dell'Universo. Parte di questi sviluppi tendeva verso una misurazione, divenendo sempre più comune il cercar di dare un'espressione quantitativa ai fenomeni che si volevano descrivere e un numero progressivamente crescente di individui cercò i misurare un numero crescente di fenomeni in svariati settori. Una delle caratteristiche fondamentali della Rivoluzione scientifica del secolo XVII fu proprio quella di distogliere la speculazione umana da problemi irrisolvibili e assurdi e indirizzarla verso problemi che potevano avere una risposta. Tutto questo grandioso movimento di idee ebbe una notevole importanza anche per un altro verso; se infatti, nel Medioevo "scienza" e "tecnica" erano rimaste due cose separate e distinte, per tutto quest'arco temporale i "moderni" si batterono per rivalutare l'opera tecnica, fu così che mentre tutto ciò accadeva nel campo della "scienza" sviluppi convergenti procedevano nel campo della "tecnica". Sebbene i progressi ottenuti furono notevoli c'è da dire che stupisce come il più delle volte mancassero le invenzioni che si sarebbero rilevate decisive per l'evoluzione dell'economia e per i mutamenti ambientali, ma gli sviluppi culturali del secolo XVII avvicinarono considerevolmente le due branche della

“scienza” e della “tecnologica venendosi così a creare le condizioni per quella collaborazione che è alla base ed è l’essenza dello sviluppo industriale.

2.13 L’industrializzazione

Tra il 1780 e il 1850 , in meno di tre generazioni, una profonda Rivoluzione che non aveva precedenti nella storia dell’umanità cambiò il volto dell’Inghilterra e da allora il mondo non sarà più lo stesso. Di solito quando si usa il termine “Rivoluzione” lo si usa per indicare un mutamento radicale, ma nessuna Rivoluzione è stata così drammaticamente rivoluzionaria come la Rivoluzione Industriale, salvo, ne abbiamo già parlato nei capitoli precedenti, la Rivoluzione Neolitica. Ambedue queste rivoluzioni cambiarono per così dire il corso della storia e il volto del nostro pianeta, creando ciascuna di esse una discontinuità nel processo storico. Come precedentemente accennato la Rivoluzione neolitica trasformò l’umanità da un insieme slegato di bande di cacciatori in un insieme di interdipendenti società agricole. La Rivoluzione Industriale trasformò l’uomo da agricoltore-pastore in manipolatore di macchine azionate da energia inanimata. Questa cominciò ad aprire le porte ad un mondo completamente nuovo: un mondo di nuove ed inusitate fonti di energia, quali il carbone, il petrolio, l’elettricità, l’atomo, sfruttabili tramite convertitori vari; un mondo in cui l’uomo si trova a poter disporre di masse di energia inconcepibili nel precedente mondo neolitico. Da un punto di vista tecnologico-economico la Rivoluzione industriale può giustificatamente venir definita come “ *Il processo attraverso il quale una società acquisisce il controllo di vaste fonti di energia inanimata*”¹¹¹ Ma tale definizione non rende giustizia al fenomeno sia per quanto riguarda le sue lontane origini sia per quanto riguarda tutte le implicazioni economiche, sociali, culturali e politiche che comportò.

¹¹¹ Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell’Europa pre-industriale*, Bologna, Universale Peperbacks, Il Mulino, p.145., Il Mulino,p.291.

Precedentemente alla Rivoluzione industriale vi fu una profonda continuità nel processo storico questa continuità venne interrotta tra il 1750 ed il 1850¹¹². D'altra parte, se la Rivoluzione Industriale creò nel giro di tre generazioni una irrevocabile discontinuità nel processo storico, essa affondava, come si è potuto constatare nel precedente paragrafo, le sue radici ben addentro nei secoli che la precedettero. Se la Rivoluzione scientifica gettò le basi per unire scienza e tecnica per la prima volta, non bisogna dimenticare il contributo che ebbero i comuni urbani, i quali ruppero definitivamente quell'assetto agrario-feudale rappresentato da una società in cui potere e risorse economiche erano basati esclusivamente sulla proprietà terriera. Con i centri urbani cominciò ad emergere una società basata sull'attività mercantile e manifatturiera e ispirata a ideali di praticità e guadagno. Se nel corso del Cinque e Seicento questo processo entrò in crisi nei sue due nuclei originari: L'Italia e i Paesi Bassi meridionali, esso continuò e raggiunse il culmine in altre due zone d'Europa: i paesi Bassi settentrionali e l'Inghilterra. Riassumendo in breve ciò che porto queste due aree a trovarsi alla fine del Seicento come centri propulsori per quella che sarà la Rivoluzione Industriale potremmo indicare dei tratti materiali così riassumibili:

1. Espansione del settore mercantile e manifatturiero
2. Un folto ceto mercantile dotato di forti capacità imprenditoriali, di potenza economica e di influenza sociale e politica
3. Mano d'opera artigianale qualificata
4. Alta diffusione dell'alfabetismo
5. Abbondanza di capitale¹¹³

Ma ciò che fece accelerare il passo fu la presenza di carbone all'interno dell'isola inglese, materiale assente in Olanda. Sebbene alla fine

¹¹² Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna, Universale Peperbacks, Il Mulino, p.145., Il Mulino, p.293.

¹¹³ Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino, p.145., Il Mulino, pp.293-294.

dell'Ottocento la presenza di carbone non avrebbe avuto più un'importanza decisiva poiché sarà la stessa Rivoluzione industriale che creerà i mezzi di trasporto necessari per rifornire di carbone a costi economici più bassi, tra la fine del Settecento e la metà dell'Ottocento la presenza di depositi di carbone facilmente accessibili era un fattore di importanza decisiva.

A partire dalla metà del secolo XVI, il consumo di carbone aumentò drasticamente in Inghilterra non solo per l'uso domestico ma anche per vari usi industriali. La nascita della macchina a vapore di Watt rese possibile la trasformazione dell'energia chimica del carbone in energia meccanica. Dopo il 1820 la macchina a vapore venne largamente impiegata nel trasporto ferroviario, in quello marittimo e in un crescente numero di processi produttivi. Tale scoperta ebbe un impatto travolgente non solo sui trasporti e sulla produzione ma ciò permise lo sfruttamento di nuove forme di energia in maniera più efficiente ma soprattutto controllata. Ma il carbone sebbene fosse un elemento necessario esso non fu un elemento sufficiente. La Rivoluzione Industriale fu innanzitutto un fatto socio-culturale ciò lo si vede bene quando si osserva che i primi paesi a industrializzarsi furono quelli che avevano una più bassa percentuale di analfabeti ed avevano maggiori similarità culturali con l'Inghilterra. Datare l'inizio dell'industrializzazione di un Paese è un fatto arbitrario, ma con estrema certezza possiamo dire che la Gran Bretagna può essere considerata il paese guida dell'industrializzazione o meglio quel palcoscenico nel quale è avvenuta per prima la trasformazione di un'economia tradizionale in una società urbana fondata sulla tecnologia delle macchine. Come vedremo più avanti, alcune teorie sull'industrializzazione si basano sulla generalizzazione dell'esempio inglese col risultato di applicare un dato modello anche allo sviluppo industriale di altri paesi. Tale idea può facilmente diventare fonte di pericolosi errori sia sul piano d'interpretazione storica sia sul piano della politica economica. Quando infatti l'industrializzazione penetrò in Italia, Stati Uniti e Giappone i tempi non erano più quelli dell'Inghilterra del 1780. Sicuramente tutti i paesi avrebbero avuto il

vantaggio di avere un modello ma lo svantaggio di fronteggiare una potenza industriale già impiantata.

Nelle attuali “rivoluzioni industriali”, in aree dove si sta operando una forte crescita, lo Stato finisce sempre col giocare un ruolo preponderante, sebbene i tempi continuino a mutare lo sforzo di un Paese agricolo in fatto di investimenti in capitale fisico ed umano per impiantare una struttura tecnico-industriale moderna e competitiva è tale da sopraffare le forze individuali o di ristretti gruppi imprenditoriali. La Rivoluzione Industriale è il modo in cui essa si compie varia necessariamente nelle varie esperienze storiche. Ciò che sicuramente la rivoluzione industriale trasformò fu il capovolgimento del rapporto Uomo-Natura. Con il carbone, le miniere e le fabbriche l'uomo acquisì il dominio sulle fonti energetiche potendole usare a suo piacimento per la distruzione o produzione. L'effetto moltiplicativo che essa portò non fu solo nella produzione ma essa comportò a uno spettacolare aumento della popolazione

La popolazione dell'Inghilterra e del Galles passò da circa 6 milioni nel 1750 a circa 9 milioni nel 1800 e a circa 18 nel 1850. Tra il 1750 e il 1850 la popolazione europea passò da circa 120 a 210 milioni. Nel 1950 raggiunse i 393 milioni¹¹⁴. Tale aumento della popolazione non si deve all'aumento della natalità ma bensì alla diminuzione della mortalità. Prima dell'avvento della Rivoluzione industriale i tassi di mortalità prevalenti erano dell'ordine del 25-35 per mille con una grossa incidenza della mortalità infantile e d'adolescenti. Non dobbiamo scordarci che prima l'uomo era più soggetto a epidemie che portavano i tassi di mortalità a tassi abbastanza elevati.¹¹⁵ Conseguenza

¹¹⁴ Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna: Universale Peperbacks, Il Mulino, p.145., Il Mulino,p.300.

¹¹⁵ Dal 1347 al 1700 molti furono le epidemie che decimarono la popolazione. Tra le più significative ricordiamo la peste. Le cause della tremenda diffusione della peste in Europa vanno però anche ricercate in una serie di avvenimenti precedenti il 1347. L'Europa del XIII secolo era stata caratterizzata da un notevole incremento demografico. Ma una mutazione climatica nel XIV secolo comportò un abbassamento della temperatura sia in occidente sia in oriente (questo periodo viene chiamato dagli studiosi del clima "piccola era glaciale"). Conseguenze di ciò furono l'abbandono della coltivazione di cereali in Islanda e della coltivazione dell'uva in Inghilterra e, più in generale, una diminuzione della produzione

dell'abbassamento della mortalità fu dovuto all'incremento produttiva in campo agricolo. Fino all'avvento dell'industrializzazione in tutto il mondo la resa del lavoro agricolo era bassa e il benessere diffuso ridotto. Il risultato era una forte esposizione alle malattie e un elevato tasso di mortalità a tutte le età. Affinché la situazione nutrizionale potesse migliorare furono decisivi alcuni interventi sulla natura modificandone il paesaggio fu così che intorno al XVIII si cominciò a bonificare vaste aree paludose. Le trasformazioni di questo periodo possono essere equiparate a una seconda conquista dell'uomo sulla natura¹¹⁶. I miglioramenti dell'alimentazione e dell'igiene determinarono un aumento demografico senza precedenti nella storia umana e i paesi industrializzati entrarono in una fase di transizione demografica. Tale incremento procurò all'industria una quantità di forza lavoro che i salari rimasero bassi così come i costi di produzione restavano contenuti. Per quanto mirabolante, l'aumento della popolazione fu tuttavia inferiore all'aumento della produzione, ciò produsse, secondo la regola economica della domanda e dell'offerta, un aumento del reddito pro-capite. La rivoluzione industriale non portò solamente un aumento della produzione e della popolazione ma di notevole portata fu anche l'aumento delle comunicazioni internazionali e della loro velocità. L'aumento straordinario della produzione mondiale nel corso degli ultimi due secoli risulta inconcepibile se non si tiene conto del progresso della comunicazione e della maggior specializzazione e maggior efficienza che ne derivano. Oggi più che mai si assiste inermi a una massa di comunicazione e specializzazione senza eguali, società che per secoli e millenni si sono praticamente ignorate e quindi sviluppate secondo forme di cultura completamente diverse sono state improvvisamente catapultate in un

agricola in tutta Europa. Ci furono numerose carestie e la malnutrizione comportò un indebolimento delle persone, motivo per cui, anche a causa delle scarse condizioni igieniche, si verificò la diffusione di malattie come la peste.

¹¹⁶Blackbourn D.,(2006.),*The Conquest of Nature, Water, Landscape, and the Making of Modern Germany*, Jonathan Cape, London, in Wolfgang B.,(2013),, *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri, p.229.

immediato contatto. Proprio in questa velocità di spostamento di merci e persone che si evince la discontinuità storica rappresentata dalla Rivoluzione industriale. Il mutamento socio-culturale richiesto ed imposto dalla Rivoluzione industriale appare in tutta la sua globale e radicale vastità nei casi dei Paesi “sottosviluppati”, cioè quei paesi che devono affrontare il problema dell’industrializzazione. Il fatto che essa sia nata in Inghilterra dipese, come ho più volte sottolineato, dal fatto che proprio lì s’erano sviluppati antecedentemente strutture sociali, politiche, mentali e valoriali favorevoli all’industrializzazione. Se essa infatti trovò facile accesso nel continente europeo fu nel continente nord-americano la successiva tappa della “Rivoluzione industriale” con la nascita nei rimi del Novecento, con l’invenzione della catena di montaggio ideata da Henry Ford, il quale, diede il via alla produzione in serie relativamente ad una vasta gamma di prodotti e favorita dalla diffusione di una “nuova” fonte energetica, il petrolio ciò rappresenterà la seconda rivoluzione che ha dato vita al consumo di massa.. Quando quindi si tratta di attuare una Rivoluzione industriale fuori dal continente europeo e nord americano si tocca con mano il fatto che l’introduzione di macchinari nuovi e di nuove tecnologie di produzione non sono altro che una minima parte del rinnovamento voluto, e che questi hanno significato solamente se possono operare in un contesto socio-culturale nuovo. Oggi , rispetto a quando nacque la rivoluzione industriale, sono molti i paesi che sono riusciti a produrre sul quel modello l’industrializzazione del proprio territorio, ma nell’attuale fase storica sembra proprio che non si riesca a concepire dei nuovi modelli d’industrializzazione e che l’unico modello possibile sia quello partoriente da quello stato embrionale che ha dato vita al tutto. Per quanto notevoli progressi si siano potuti fare l’industria sembra restia a rinnovarsi ma la lettura che mi sono dato dell’attuale modernità è che la Rivoluzione industriale non è finita. È finita solo la sua prima fase. Se la Rivoluzione industriale non è terminata essa sta entrando ora nella sua terza fase ciò significa che toccherà alle società industriali più avanzate affrontare i problemi di ristrutturazione sociale, rinnovamento culturale e politico.

2.14 Modelli d'industrializzazione

Come abbiamo potuto vedere nel paragrafo precedente la Rivoluzione scientifica ha gettato le basi per un “nuovo ordine” e l’inizio della fiducia ottimistica nel progresso. fino a quel momento sconosciuto. Oggi più che mai ci si trova davanti alla possibilità di presentare una visione di un “mondo nuovo”, e di come, gli “schemi di interpretazione” che abbiamo messo a punto faticosamente nel “mondo vecchio” non sono più adatti a interpretare la realtà. Una delle cose interessanti della presente fase storica è che le idee sul mondo, su come evolverà e su come dovremmo rapportarci ad esso sono tutt’altro che scarse; anzi, abbondano, ma esse presentano due problemi:

1. da un lato tali idee sono di solito espresse in forme che non ne consentono un utilizzo concreto e operativo;
2. dall’altro sono scarsi i criteri per decidere sulla loro validità.

La questione degli “schemi di interpretazione” è cruciale: ormai si può considerare sufficientemente consolidata l’idea che le persone non reagiscono agli stimoli del mondo sia che siano fisici e/o sociali, in base a come il mondo è, bensì in base a come essi lo pensano. L’approccio costruttivista, a cavallo tra filosofia e scienza, ha detto cose definitive su questo punto. La conclusione che traggo io è che non potremo interfacciarci funzionalmente con un mondo nuovo se non avremo a disposizione idee nuove per pensarlo. Qui il pensiero umano dimostra in pieno la sua polivalenza: da una parte il nostro pensiero è, per noi, una caratteristica costituente, è una componente fondamentale di “*ciò che ci fa umani*”; dall’altra è uno strumento, e come tale dovremmo trattarlo.

In questo capitolo delineeremo, seppur brevemente, i modelli di quel “vecchio mondo”, ancora oggi dominante, che hanno portato alla trasformazione della società umana così come la conosciamo oggi, per poi addentrarci nel processo d’industrializzazione.

Durante gli ultimi vent'anni la storia economica ha compiuto grandi progressi come disciplina universitaria. Nella recente agitazione di un mondo sempre più sclerotico l'accento posto da economisti e politici sui problemi della crescita e dello sviluppo fa della storia economica una disciplina più importante che mai e gli studi sui modelli d'industrializzazione un'importante filone di ricerca. Sebbene questi ultimi non hanno negli ultimi anni suscitato un interesse all'interno delle accademie universitarie, oggi più che mai si fa forte l'interesse da parte dei ricercatori di comprendere come in un prossimo futuro i modelli d'industrializzazione possano essere un valido contributo per le generazioni future.

Circa duecento anni fa ebbe inizio nella storia dell'umanità una trasformazione che avrebbe "prodotto" il mondo che oggi conosciamo. La *Rivoluzione Industriale*, è un processo di evoluzione economica e/o industrializzazione della società che da sistema agricolo-artigianale-commerciale diventa un sistema industriale moderno caratterizzato dall'uso generalizzato di macchine azionate da energia meccanica e dall'utilizzo di nuove fonti energetiche inanimate, i combustibili fossili, il tutto favorito da una forte componente di innovazione tecnologica e accompagnato da fenomeni di crescita, sviluppo economico e profonde modificazioni socio-culturali e anche politiche. Il concetto di "*Rivoluzione Industriale*" comparve negli anni quaranta dell'Ottocento volendo indicare uno stravolgimento radicale nella storia dell'umanità che molti accostano per importanza alla "*Rivoluzione neolitica*". Quest'ultima fu la prima delle rivoluzioni agricole che si sono succedute nella storia dell'uomo, essa, infatti, ebbe luogo in periodi diversi in varie aree del mondo e portò alla transizione da una economia di sussistenza basata su caccia e raccolta all'addomesticazione di animali e alla coltivazione di piante. La rivoluzione neolitica ebbe profondissime conseguenze non solo sull'alimentazione umana ma anche sulla struttura sociale delle comunità preistoriche. Queste si trasformarono da "società" di piccole dimensioni, e poco strutturate da un punto di vista sociale, alla nascita di comunità sedentarie, villaggi e città. Il conseguente incremento della densità di

popolazione portò alla conseguente divisione del lavoro, gradualmente alla strutturazione della società e alla nascita di forme di amministrazione politica più complesse, nonché al commercio. Inoltre, attraverso l'insediamento stabile e l'agricoltura, l'uomo iniziò in questo periodo a manipolare l'ambiente naturale a proprio vantaggio. I più antichi esempi noti di società agricole neolitiche strutturate sono le città sumere, la cui nascita segna anche il passaggio dalla preistoria alla storia. Questa "continuità" fu rotta tra il 1750 ed il 1850 con quella che fu definita, "*Rivoluzione Industriale*". Questa portò una profonda ed irreversibile trasformazione che parte dal sistema produttivo fino a coinvolgere il sistema economico nel suo insieme e l'intero sistema sociale. L'apparizione della fabbrica e della macchina modifica i rapporti fra gli attori produttivi. Questo processo fece nascere quelle forme di lavoro e quegli stili di vita che contraddistinguono il mondo moderno rispetto al passato, nascono le figure del capitalista industriale, l'imprenditore proprietario della fabbrica e dei mezzi di produzione, che mira ad aumentare il profitto della propria attività nasce la classe operaia che riceve, in cambio del proprio lavoro e del tempo messo a disposizione per il lavoro in fabbrica, un salario.

In entrambi i casi si può parlare di "*rivoluzione*" perché pur avendo avuto inizio solo a livello locale in specifiche aree, esse si diffusero in tutto il mondo cambiando la vita degli uomini in maniera radicale da rendere inimmaginabile il ritorno alla condizione precedente¹¹⁷.

La caratteristica centrale dell'industrializzazione è la produzione meccanizzata, base di una crescita enorme della produttività, e per tale via della specializzazione economica in tutte le direzioni. L'industrializzazione, come precedentemente descritto, formò non solo nuove figure ma venne a creare un nuovo ambiente di lavoro, la fabbrica, con le sue esigenze e leggi specifiche. Tale avvenimento produsse la concentrazione di manodopera in grandi unità industriali e la crescita delle città per ospitarne la popolazione

¹¹⁷ Kemp T., (1981), *Modelli di industrializzazione*, Bari: Laterza, p.5.

lavoratrice. Se la rivoluzione neolitica produsse la trasformazione della società da nomade a sedentaria l'industrializzazione diede alle città un nuovo volto, essa non fu più un'accidentale appendice di una società prevalentemente agraria, ma una nuova e dinamica forza di mutamento nonché la dimora della maggioranza della popolazione in una società prevalentemente industriale. Tale cambiamento segnò una irrevocabile discontinuità nel processo storico ponendo una nuova forma di disciplina industriale, poggiante non più sulla coercizione formale, che aveva contraddistinto la società feudale, ma sul bisogno dell'operaio di guadagnarsi da vivere e sulla sua paura di perdere il posto di lavoro. I rapporti sociali caratteristici del modo di produzione capitalistico erano esistiti prima che l'industrializzazione cominciasse ma senza che essi fossero dominanti¹¹⁸., infatti, bisogna sottolineare che già prima l'industria non si basava sul lavoro manuale di singoli individui, i mulini ad acqua, ad esempio, furono sfruttati a fini industriali fin dall'Alto Medioevo, ciò evidenzia che già prima del 1750 centinaia di persone lavoravano con i mulini industriali nella manifatture e nelle attività minerarie. La rivoluzione industriale rappresentò un salto qualitativo nello sviluppo della produzione, sia perché la produttività aumentò rapidamente, sia perché la maggiore divisione del lavoro permise di produrre merci meno care. Con l'industrializzazione cominciò a prendere forma quel modello che conosciamo oggi con il termine di società dei consumi, cioè quel fenomeno economico-sociale tipico delle società industrializzate che consiste nell'acquisto indiscriminato di beni di consumo da parte della massa.

Questa breve, ma importante premessa sulla rivoluzione industriale che sarà approfondita nei prossimi paragrafi, serve, come precedentemente affermato, a introdurre le teorie sui modelli d'industrializzazione che si sono succeduti nel corso del tempo: Non avendo ne il tempo ne lo spazio per poter parlare di tutte le teorie dibattute negli anni mi è sembrato giusto dover fare una cernita ed analizzare quelle che più ci interessano.

¹¹⁸ Kemp T., (1981), *Modelli di industrializzazione*, Bari: Laterza, p.16.

2.15 Il modello degli stadi di crescita

La prima delle teorie sui modelli d'industrializzazione viene presentata da un economista statunitense negli anni '60 del Novecento. All'indomani del secondo dopoguerra si intraprese un'intesa opera di ricostruzione e di rinascita sociale ed economica tesa ad un solo obiettivo: uscire dal buio periodo della guerra e intraprendere una strada che garantisse l'aumento della produttività, dell'occupazione e della ricchezza di ogni paese soprattutto intensificando la produzione industriale.

Per tutto il periodo compreso tra gli anni Cinquanta e gli anni Sessanta tale modello di sviluppo fu identificato nella crescita economica, di modo che l'obiettivo dei singoli Paesi era quello di accrescere quanto più possibile la produttività attraverso indicatori di ricchezza cosicché lo sviluppo fosse misurato attraverso indicatori di tipi economici che rilevassero l'aumento qualitativo della ricchezza di ogni paese. Non è da meravigliarsi che le scienze cardine di questo periodo fossero quelle economiche, le quali affinarono tecniche e metodi volti ad analizzare i processi produttivi, gli scambi commerciali. Alcune di queste teorie sostenevano questo comportamento, ricorrendo a modelli stadiali dei processi di sviluppo, vale a dire all'evoluzione per stadi dell'economia e della società verso situazioni progressivamente migliori. Tra queste teorie la più rappresentativa dell'epoca fu la teoria degli stadi lineari di sviluppo, conosciuta con il nome di "*modello degli stadi di crescita*", di Walt Whitman Rostow¹¹⁹,. Sviluppata da quest'ultimo, la teoria ha un'impostazione storicistica e neopositivistica¹²⁰ e

¹¹⁹Walt Whitman Rostow. Storico statunitense dell'economia (New York 1916 - Austin, Texas, 2003), prof. di storia americana nelle università di Oxford (1946-47) e di Cambridge (1949-50) in Inghilterra e quindi (1950-60) di storia economica al Massachusetts Institute of Technology; dopo essere stato consigliere particolare dei presidenti Kennedy e Johnson dal 1961 al 1968; nel 1969 tornò all'insegnamento nell'università di Austin (Texas). Oltre ad essersi interessato alla storia economica inglese in *Essays on the British economy of the 19th century* (1948), sviluppò una teoria dinamica della produzione e dei prezzi applicata allo sviluppo economico e alla storia dell'economia mondiale

¹²⁰ Secondo l'approccio evoluzionista affermatosi nel XIX secolo, in pieno clima positivista, le leggi che governano l'evoluzione sociale sono sempre uguali a se stesse, dunque le società

postula che la modernizzazione economica avviene in cinque stadi di base, di durata variabile:

1. La società tradizionale, arcaica e primitiva
2. L'incubazione delle condizioni per il decollo
3. Il decollo
4. L'evoluzione verso la maturità
5. L'età del consumo e della produzione di massa¹²¹

Rostow asserisce che nei vari paesi avanzati il passaggio da un stadio all'altro è generalmente avvenuto in modo sostanzialmente lineare, e definisce le condizioni che sono necessarie per l'investimento, il consumo e le tendenze sociali perché ciò avvenga. Naturalmente, non tutte le condizioni si verificano con certezza in ogni stadio, ma è comunque vero che anche se gli stadi e i periodi di transizione tra uno stadio e l'altro variano da paese a paese, vi sono regolarità che fanno pensare ad una sequenza lineare e determinata. Rostow sottolinea che *“gli stadi di crescita sono un modo arbitrario e limitato di guardare alla sequenza storica moderna, un modo per enfatizzare non solo le uniformità della successione di eventi che ha portato alla modernizzazione ma anche, e nello stesso modo, l'unicità dell'esperienza di ciascun paese”*¹²². La teoria presentataci dall'economista americano è una teoria che si va ad inserire in quel campo conosciuto come teoria strutturalista dello sviluppo, in tale disciplina lo sviluppo viene considerato come una trasformazione strutturale dell'economia. Al di là della rappresentazione strutturata della crescita stessa, un altro aspetto importante della teoria è che il decollo economico deve essere inizialmente guidato da un numero limitato di settori, questo ricorda la teoria

si evolvono secondo schemi ripetitivi che procedono da forme più semplici a più complesse. In questo modo le società erano distinte in più o meno evolute, a seconda della complessità delle istituzioni sociali, economiche e culturali.

¹²¹La teoria degli stadi lineari di sviluppo:http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2012/Modello-di-Rostow.html.

¹²²Rostow, W. W., (1952), *The Process of Economic Growth*, in http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2013/Modello-di-Rostow.html

dei vantaggi comparati¹²³ di David Ricardo e si può contrapporre all'idea della spinta rivoluzionaria dei marxisti che propugnavano l'autosufficienza economica, laddove invece essa stipula che lo sviluppo deve verificarsi in uno o due settori soltanto, all'inizio, piuttosto che in tutti i settori in modo uniforme. Questo è peraltro uno dei concetti di base della teoria della modernizzazione, dove i settori avanzati tirano quelli più arretrati, e dell'evoluzionismo sociale, laddove in ogni società ci sono gli individui più "adatti" e chi meno e sono i più adatti a svilupparsi prima. La teoria di Rostow discende dalla scuola economica liberista, essa enfatizza l'efficacia dei concetti moderni di libero mercato e commercio e le idee di Adam Smith essa non nega però l'approccio Keynesiano in quanto concede un certo grado di controllo dello Stato sullo sviluppo interno. La teoria di Rostow è sostanzialmente empirica, ma non è quasi mai normativa, essa, infatti, presuppone che un paese vuole modernizzarsi e che tale modernizzazione della società finirà per aderire alle norme materialistiche imposte dalla crescita economica.

2.16 Gli stadi nel modello di sviluppo di Rostow

Come precedentemente descritto Rostow delineò la sua "*teoria degli stadi senza differenza*" tracciando lo sviluppo secondo 5 stadi "*evolutivi*". Il primo di questi stadi descritto dall'economista americano sono le società tradizionali. Queste sono definite come caratterizzate da una comprensione ed uso pre-Newtoniano della tecnologia. In altre parole, lo stadio detto della "*società tradizionale*" è quello della conoscenza prescientifica e rudimentalmente empirica, del credo in divinità e spiriti che facilitano il procurarsi cibo e riparo, piuttosto che la convinzione che tutto dipenda dall'uomo e del suo

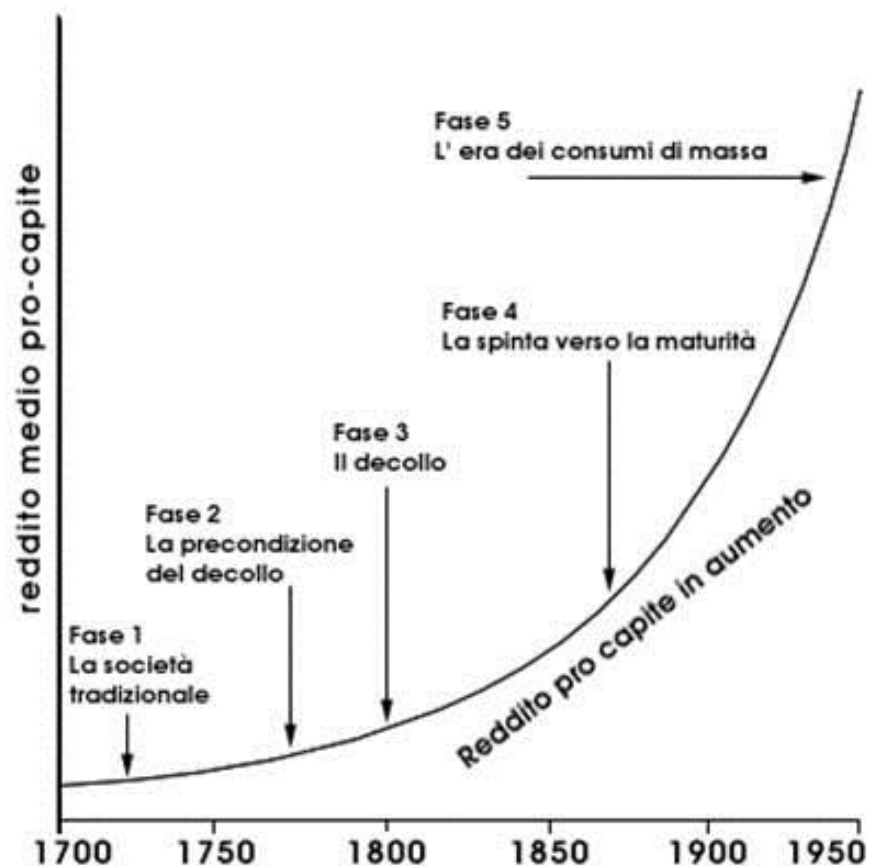
¹²³ Tale teoria sviluppata da David Ricardo (Londra, 19 aprile 1772 – Gatcombe Park, 11 settembre 1823) asserisce che un paese ha un vantaggio comparato nella produzione di un bene se il costo opportunità della produzione di questo rispetto ad altri beni è minore in quel paese che in altri.

ingegno. Le norme dell'economia, le procedure che regolano le transazioni sono completamente assenti. Nello stadio della società tradizionale non si ha commercio né tanto meno produzione per il commercio. Il secondo stadio sono le pre-condizioni del "decollo", per Rostow, se la società comincia ad investire in un sistema di istruzione, a darsi delle regole e delle leggi, delle istituzioni, un sistema di commercio e di transazioni per lo scambio dei beni prodotti e dei servizi, la mobilitazione di capitali, un sistema bancario o del credito e una moneta, queste faranno poi seguito allo sviluppo di attività economiche imprenditoriali che comportano rischi, lo sviluppo della manifattura e poi dell'industria, in pochi e limitati settori. Il passaggio dalla società tradizionale, dove lo scambio è assente, allo stadio in cui maturano le condizioni del decollo può essere dunque molto lungo, ma anche relativamente breve. Una volta che però che lo stadio viene a maturazione, secondo Rostow, in meno di 50 anni si può arrivare al vero e proprio decollo economico. Questo, però sarà limitato dalle poche tecnologie disponibili e dai vincoli produttivi dello stadio di passaggio. Il decollo avviene quando la crescita dell'economia guidata da alcuni settori si estende a tutti i settori. La società comincia ad essere guidata dai processi di sviluppo economici, piuttosto che dalle tradizioni. Rostow sottolinea con forza l'uso del termine tradizione per enfatizzare che il decollo marca il passaggio definitivo da una società tradizionale, nel senso più ampio, ad una economia moderna. Dopo il decollo, un paese può generalmente impiegare dai cinquanta ai cento anni per avvicinarsi alla fase della maturità. L'avvicinamento e l'evoluzione verso la maturità esprimono il bisogno dell'economia di diversificarsi. I settori economici che hanno inizialmente guidato la crescita maturano e cominciano a perdere di peso, mentre, altri settori e nuovi beni e servizi crescono e si diversificano. Tale diversificazione porta generalmente anche alla riduzione dei livelli complessivi di povertà e ad un aumento degli standard di vita, che in tutta la fase del decollo sono generalmente bassi per buona parte della popolazione. Questo viene reso possibile dal fatto che la società non deve più

sacrificarsi per rafforzare settori o attività specifiche ma può investire le proprie risorse sui settori e le attività desiderate.

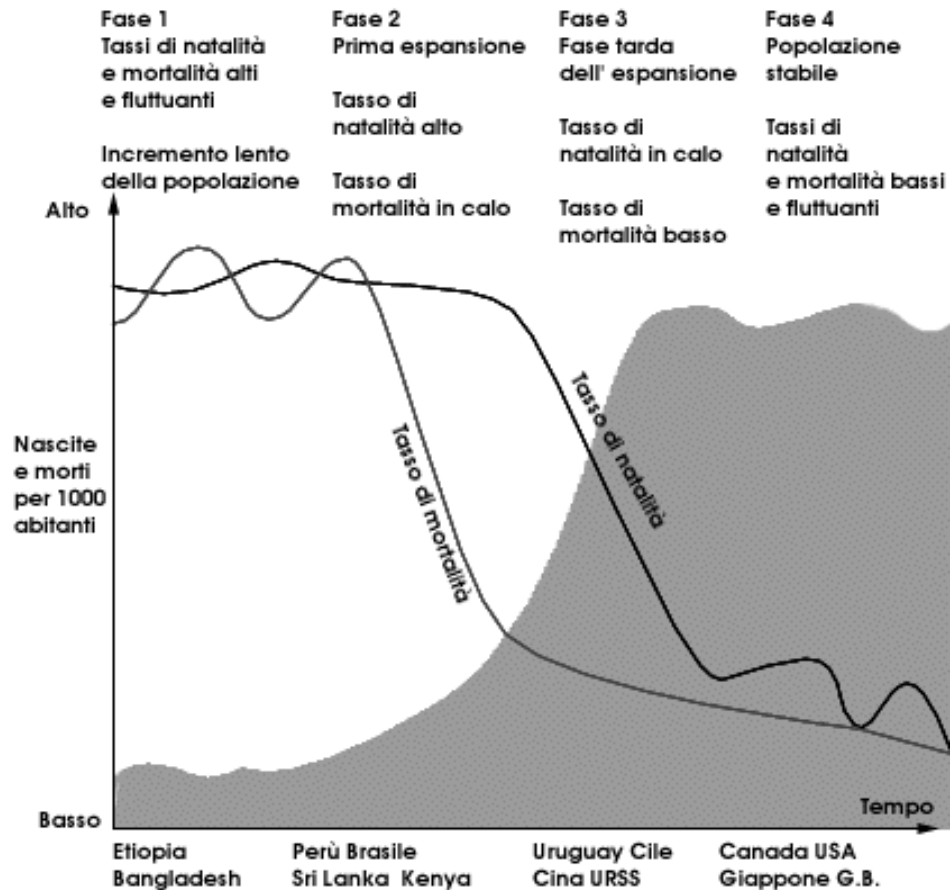
Infine l'ultimo stadio delineato da Rostow è l'età del consumo e della produzione di massa, ossia quello dove le comodità e il benessere sperimentato da molti paesi occidentali sono dovuti al consumo di beni durevoli e di lusso generalizzato, alla produzione su larga scala, e dove le preoccupazioni della sopravvivenza delle età precedenti è un ricordo del passato. Rostow, infine, delinea l'andamento di una società nell'età del consumo di massa, allorché questa può scegliere se concentrarsi su questioni militari e di sicurezza, ovvero su questioni di eguaglianza e welfare, ovvero sullo sviluppo di beni di lusso e superflui per le sue classi alte, ciascun paese, raggiunta questa era, sceglierà quanto dedicarsi all'una o all'altra di queste opzioni senza più preoccuparsi troppo dello sviluppo.

Grafico 2.3. Un esempio del sentiero immaginato da Rostow



Fonte: La teoria degli stadi lineari di sviluppo:http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2012/Modello-di-Rostow.html.

Grafico 2.4. Stadi di sviluppo e transizione demografica



Fonte: La teoria degli stadi lineari di sviluppo:http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2012/Modello-di-Rostow.html.

La tesi di Rostow mostra una forte inclinazione verso il modello occidentale di modernizzazione e sviluppo, anche se, essa, nell'identificare il ruolo fondamentale dei settori trainanti nello sviluppo, de-enfatizza qualunque differenza possa esserci tra le economie di mercato e quelle centralizzate, nel considerare casi non occidentali come quello della Cina riconosce in una certa misura che la modernizzazione può essere ottenuta in modi diversi e

comunque venire spiegata dalla teoria degli stadi lineari.¹²⁴ L'ipotesi più forte per la quale Rostow è stato criticato è comunque quella di cercare di far coincidere il progresso economico con un sistema di sviluppo lineare per stadi. Tale critica è appropriata, poiché è vero che vi sono paesi che hanno avuto 'false partenze' sulla via del decollo, ma sebbene queste hanno raggiunto un certo grado di sviluppo sulla via della transizione sono poi retrocessi, come è ad esempio successo nel caso della Russia contemporanea. L'analisi di Rostow enfatizza i casi di successo perché cerca di spiegare solo i casi di successo. se un paese può disciplinatamente e senza corrompersi investire in sé stesso, stabilire certe norme per regolare la propria società e sistema politico, e può identificare quei settori nei quali ha un qualche vantaggio comparato, allora potrà entrare nella fase della transizione ed eventualmente raggiungere la modernità. Il venir meno di una di queste condizioni sarebbe una causa di non linearità e quindi di rallentamento nel processo di sviluppo. Un secondo problema nell'approccio è che esso riguarda prevalentemente paesi grandi, con una popolazione numerosa dotati di risorse naturali. Escludendo i paesi di piccole dimensioni, per l'economista americano saranno il libero mercato e il commercio che porteranno il mondo nell'età della maturità economica e del consumo di massa, anche se questo lascia un'impressione di futuro doloroso per gli esclusi, per quelli che non hanno le risorse, la volontà politica e l'appoggio esterno per divenire competitivi¹²⁵.

2.17 Teorie dell'imitazione con differenze

Tra gli sviluppi dell'approccio Rostowiano, va segnalato quello dell'arretratezza di Gerschenkron¹²⁶, il quale portò avanti la teoria degli stadi

¹²⁴ La teoria degli stadi lineari di sviluppo:http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2012/Modello-di-Rostow.html

¹²⁵ *Ibidem*

¹²⁶ Alexander Gerschenkron (Odessa, 1904 Cambridge, 26 ottobre 1978) è stato un economista russo naturalizzato statunitense, formatosi presso la Scuola austriaca; è stato

lineari di sviluppo, ma differentemente da Rostow egli accettò l'idea che periodi diversi possono esibire diversi tipi di sviluppo. Per esempio, con la coesistenza di paesi avanzati e paesi arretrati, in questi ultimi potrebbero saltare alcuni stadi attraverso i quali i paesi avanzati sono dovuti passare, adottandone la tecnologia più avanzata. Nell'ambito del dibattito aperto dal libro di Rostow, Gerschenkron si occupò in particolare di paesi a industrializzazione tardiva come la Russia e l'Italia formulando delle vere proprie leggi che potremmo sintetizzare in questo modo:

1. Quanto più l'economia di un paese è arretrata tanto più la sua industrializzazione tenderà ad avviarsi con un balzo improvviso e intenso , facendo registrare un elevatissimo saggio di sviluppo della produzione industriale (un caso esemplare che l'economista brandisce è il caso della Germania).
2. Quanto maggiore è il ritardo dell'industrializzazione, tanto maggiori saranno le dimensioni degli impianti e delle imprese con cui questa si manifesterà.
3. Quanto maggiore è l'arretratezza, tanto maggiore sarà il peso della produzione di beni strumentali rispetto a quella di generi di consumo al fine di colmare il più rapidamente possibile il divario dai paesi a più precoce industrializzazione (come in Russia)
4. Quanto più l'economia è arretrata, tanto maggiore sarà la compressione del livello dei consumi dal momento che occorre convogliare la maggior parte delle risorse all'accumulazione per far fronte alla concorrenza dei primi arrivati.
5. Quanto maggiore è l'arretratezza, tanto più centrale sarà il ruolo dello stato nell'industrializzazione

anche docente universitario ad Harvard, dove insegnò storia dell'economia. Pur essendo divenuto statunitense *de iure* e *de facto*, non ripudiò le sue radici russe.

6. Nei casi di industrializzazione tardiva viene meno il ruolo dell'agricoltura nell'offrire alle industrie vantaggi sul piano dell'ampliamento del mercato interno¹²⁷.

Tali leggi modificano in parte lo schema di Rostow. Esse implicano che il fattore tempo modifichi anche le modalità dell'industrializzazione rendendo impossibile l'applicazione di uno schema per fasi fisse. Chi arriva più tardi alla transizione non potrà ripetere le stesse tappe degli altri, ma sarà forzato a seguire strade diverse, a bruciare alcune tappe, a seguire altre strade. Considerando l'intervento dello Stato, nel modello di Rostow esso aveva un ruolo importante nella fase delle precondizioni ma vedeva ridotta la propria rilevanza nella fase del decollo, in cui erano le imprese le vere protagoniste. Nei paesi a industrializzazione tardiva lo Stato, solitamente assai debole nella fase preparatoria, entra in campo proprio nel momento dell'accelerazione del processo, come fattore essenziale a sostenere la domanda e a guidare gli investimenti; esso svolge per molti versi un ruolo di supplenza degli imprenditori privati. Analogo discorso si può fare per quanto riguarda il finanziamento. Nei paesi a industrializzazione precoce l'offerta di capitale nella fase del "decollo" è garantita dalle imprese stesse e solo in un secondo tempo interviene il sistema bancario. Nei paesi a industrializzazione mediamente arretrata come la Germania è invece il sistema bancario la chiave dello sviluppo fin dal decollo. In quelli a industrializzazione fortemente arretrata come la Russia e l'Italia è addirittura lo Stato la prima fonte di finanziamento, seguito dalle banche; solo in terza posizione si ha il sistema delle imprese. Per questo i paesi a industrializzazione precoce conobbero, per buona parte dell'Ottocento, un regime di vera e propria libera concorrenza (liberista in senso proprio), caratterizzato da una struttura industriale basata su un grande numero di imprese di piccole dimensioni e da un grado assai basso di intervento statale in economia; mentre gli stati a industrializzazione tardiva

¹²⁷Gerschenkron, A., (1962), *Economic backwardness in historical perspective, a book of essays*, Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press. pp 5-30.

presentarono fin da subito una struttura industriale oligopolistica o monopolistica e un grado elevato di interventismo statale e di protezionismo¹²⁸.

¹²⁸ Gerschenkron A., (1962), *Economic backwardness in historical perspective, a book of essays*, Cambridge, Massachusettes: Belknap Press of Harvard University Press. pp 5-30

CAPITOLO III

ECOLOGIA INDUSTRIALE E SIMBIOSI INDUSTRIALE COME UTILIZZARE IL CAPITALE NATURALE

3.1 Nell'epoca della sostenibilità

Secondo il premio Nobel Paul Crutzen il sistema terra si trova da 250 anni in una nuova epoca geologica, l'Antropocene, era caratterizzata da una influenza senza precedenti dell'uomo sulla natura. Come si è documentato nei capitoli precedenti, il "sistema Terra" ha lasciato l'era interglaciale dell'Olocene, iniziato tra 12 e 10 mila anni fa con la rivoluzione neolitica e l'avvento dell'agricoltura, quando l'umanità è entrata nell'era industriale. Come ho osservato nel secondo capitolo dedicato alla società pre-industriale anche qui l'umanità ha sempre influenzato l'ambiente, prima con la raccolta e la caccia e poi con l'agricoltura, la manifattura artigianale e il commercio. Ma questo impatto è stato molto più contenuto di quanto è avvenuto dall'era industriale in poi. Il lavoro era la fonte principale di energia, e la sua forza veniva aumentata dall'energia fornita dagli animali, dall'acqua, dal vento e dalla biomassa, soprattutto legno. La capacità di sfruttare l'energia era fortemente vincolata dalla sua localizzazione. Di conseguenza il commercio era limitato ai mercati locali. L'era industriale è stata possibile grazie alla rimozione di questi vincoli all'uso dell'energia per effetto dell'impiego sempre più intenso dei combustibili fossili che hanno offerto la possibilità di accedere al carbonio accumulato in milioni di anni di fotosintesi. I combustibili fossili hanno reso possibile la Rivoluzione industriale con la sostituzione del carbone al legno e una serie di invenzioni prima fra tutte quella della macchina a vapore, che hanno fatto compiere un salto di qualità alle produzioni industriali e alle comunicazioni. I combustibili fossili hanno avuto un ruolo fondamentale nella crescita economica, ma questo non è stato adeguatamente colto dagli economisti classici, i quali, la maggior parte degli studi si è concentrata più

sulla divisione del lavoro e sull'espansione dei mercati, ignorando il ruolo della forte riduzione del vincolo energetico. Il primo degli economisti ad aver affrontato il tema del ruolo della trasformazione energetica nella crescita economica è stato Stanley Jevons¹²⁹. Nella sua principale opera “ *The coal question*” Jevons pur esaltando le possibilità e potenzialità del carbone nell'industrializzazione, aveva chiaro che le riserve di carbone avrebbero prima o poi raggiunto un limite. Così come David Ricardo fondò la propria teoria sulla scarsità delle risorse naturali la previsione di una tendenza dell'economia allo stato stazionario, anche Jevons aderì all'idea di una tendenza verso lo stato stazionario. Differentemente da Ricardo, per Jevons, a fronte della limitatezza nell'offerta del carbone, la domanda di energia sarebbe cresciuta esponenzialmente. Jevons non poteva immaginare che al carbone si sarebbero presto aggiunti il petrolio e il gas naturale permettendo e stimolando una seconda Rivoluzione Industriale, durata un intero secolo, dal 1870 agli anni Settanta del ventesimo secolo, in cui la transizione energetica è stata caratterizzata dal passaggio a una sempre più elevata densità di potenza, espressa come energia prodotta per metro quadrato. La crescente densità di potenza ha favorito i grandi impianti, le grandi reti e il connesso potere di mercato, stimolando le grandi innovazioni come l'elettricità, i motori a combustione interna e l'ingegneria chimica. Sulla base di queste innovazioni se ne sono sviluppate altre tra la fine della seconda guerra mondiale e gli anni Settanta del secolo scorso: i mezzi di trasporto su strada, in particolare l'automobile, i beni di consumo durevole e i nuovi sistemi di comunicazioni hanno affermato così il modello di crescita economica fondato sull'espansione dei consumi che è divenuto il paradigma convenzionale tuttora dominante. Negli anni Settanta questo modello ha cominciato a manifestare segni di difficoltà, gli Stati Uniti hanno sperimentato un rallentamento della produttività; la nascita dell' OPEC da parte dei paesi produttori di petrolio, i

¹²⁹ Stanley Jevons (Liverpool 1 settembre 1835, Hastings 13 agosto 1882) è stato un matematico e logico britannico. È stato uno dei fondatori della Economia neoclassica e della rivoluzione marginalista insieme a Léon Walras e Carl Menger .

quali presero coscienza del loro potere di mercato, portò alla prima crisi energetica del 1973 che trascinò il mondo in una recessione drammatica. Proprio a partire dagli anni settanta, questi eventi segnarono e stimolarono in modo vario la sensibilità di economisti e non rispetto al rapporto tra attività umana e ambiente naturale. Quando i prezzi del greggio quadruplicarono rispetto ai valori precedenti alla guerra dello Yom Kippur, ciò scosse sensibilmente il pensiero di coloro che si posero il problema della sopravvivenza del “sistema terra” in particolari condizioni. Durante questi anni furono molti i contributi accademici dediti in questo campo di ricerca ponendosi come obiettivo il mantenimento di un livello positivo di consumo pro capite per un tempo indefinito, fra questi ricordiamo quello di Robert Solow “*Intergenerational Equity and the Exhaustible Resources*” asserì che il fatto che alcune risorse possano essere disponibili solo in quantità limitata non cambia necessariamente la possibilità per l’output di crescere indefinitamente. Egli sosteneva che le generazioni precedenti avrebbero potuto prelevare le risorse limitate fino al punto in cui fossero state in grado di accrescere lo stock di capitale riproducibile; il che significa che l’introduzione delle risorse esauribili nell’ottimizzazione intertemporale non implica nessuna grande inversione dei principi di base, purché siano soddisfatte certe condizioni, prima fra tutte la possibilità di sostituire le risorse naturali con quelle riproducibili. Secondo questo modello quindi non è importante che tipo di risorse servano per ottenere il flusso di prodotti, né che valore o che ruolo esse abbiano in altri contesti. A Solow però mancò la formalizzazione di tale modello, ma a ciò contribuì John Hartwick, il quale, con la regola che porta il suo nome precisò che il modo per avere all’infinito un flusso costante di consumo pro capite è quello di investire, da parte della società, tutti i redditi correnti ottenuti dall’utilizzo dello stock di risorse esauribili. L’approccio di Hartwick e Solow rappresenta fundamentalmente la prospettiva neoclassica nell’economia dello sviluppo sostenibile. Una delle sue caratteristiche è l’assunzione che il capitale umano (infrastrutture come macchine, edifici conoscenza.) e capitale naturale (terreni coltivabili foreste, zone umide, acqua,

banchi di pesca) siano sostituibili l'uno con l'altro. Il capitale naturale non può quindi essere considerato un vincolo assoluto. Per questo motivo, l'approccio Hartwick–Solow è conosciuto come criterio di sostenibilità debole. Al contrario, la sostenibilità forte assume che la sostenibilità dei sistemi ecologici è un prerequisito per lo sviluppo economico sostenibile umano, e considera il capitale umano e quello naturale come complementi. Altro evento letterario che si verificò negli anni settanta, fu la pubblicazione della ricerca di Dennis e Donella Meadows insieme con Jørgen Randers e William Behrens, commissionata dal Club di Roma e svolta presso il Massachusetts Institute of Technology di Boston. Il volume si intitolava *“The Limits to Growth*. Nell’ipotesi che l’attuale linea di crescita continui inalterata nei cinque settori fondamentali (popolazione, industrializzazione, inquinamento, produzione di alimenti, consumo delle risorse), l’umanità è destinata a raggiungere i limiti naturali della crescita entro i prossimi cento anni. Il risultato più probabile sarà un improvviso incontrollabile declino del livello di popolazione e del sistema industriale. È possibile modificare questa linea di sviluppo e determinare una condizione di stabilità ecologica ed economica in grado di protrarsi nel futuro. La condizione di equilibrio globale potrebbe essere definita in modo tale che vengano soddisfatti i bisogni materiali degli abitanti della Terra e che ognuno abbia le stesse opportunità di realizzare compiutamente il proprio potenziale umano. Inoltre, se l’umanità opterà per questa seconda alternativa, invece che per la prima, le probabilità di successo saranno tanto maggiori quanto più presto essa comincerà a operare in tale direzione. Tale ricerca era finalizzata a analizzare il futuro delle attività umane sul pianeta nel lungo periodo, fermo restando i vincoli fisici che impediscono di fatto la crescita infinita. Il libro parlava di crescita, di economia, delle relazioni di questa con l’ambiente e le risorse, di popolazione, di tenore di vita, auspicando inversioni di tendenza rispetto alle dinamiche correnti. Tale percorso di crescita era costituito su tre stadi: la fase di crescita, l’approssimarsi graduale ai limiti fisici fino al loro superamento e infine al collasso, in corrispondenza del quale si sarebbero verificati un declino incontrollato della popolazione e del benessere. La

crescita materiale senza freni porta al collasso quando vengono superati i limiti. Ovvero la “*carrying capacity*” del pianeta e la pressione sulle sorgenti di risorse e sui pozzi di assorbimento e di assimilazione dei rifiuti aumenta in modo incontrollato. Dalla lettura dello studio si evince l’ottimismo degli autori poiché la capacità di carico del pianeta sembrava ancora lontana ma venti anni dopo Meadows e collaboratori proposero un aggiornamento del lavoro “*Beyond the Limits*”, dal quale emerse il superamento di suddetti limiti. Oggi possiamo leggere il terzo lavoro, “*Limits to Growth. The 30-Year Update*”, nel quale gli autori dimostrano il loro pessimismo rispetto al primo volume perché i dati raccolti rafforzano l’ipotesi del superamento dei limiti. Le cause del superamento sono sostanzialmente tre: in primo luogo, lo sviluppo l’accelerazione e il rapido cambiamento, in secondo luogo, un limite oltre il quale il sistema non può spingersi senza danno; in terzo luogo, un ritardo o un difetto nelle percezioni e nelle risposte dirette a mantenere il sistema entro i suoi limiti. Grazie a questo tipo di approcci la quantificazione economica dei fenomeni ambientali è stata per molti economisti materia di ricerca e di approfondimento, grazie a questo si cominciarono a notare i problemi ambientali e a essere definiti co-prodotti dalla crescita economica, evidenziandone gli effetti collaterali negativi che incidevano sulla qualità della vita. Questo ultimo termine cominciò ad apparire durante gli anni Settanta volendo indicare la convinzione che l’attività economica dovesse essere finalizzata al soddisfacimento dei bisogni umani ispirando così una serie di critiche al sistema di conti nazionali. Tali discussioni fecero introdurre il concetto di spesa difensiva, ossia spese connesse ad alcune attività economiche per mezzo delle quali ci dovremmo difendere dagli effetti collaterali della crescita economica (Leipert C.). Queste possono essere considerate “*un’espressione economica delle problematiche sociali ed ambientali connesse con lo sviluppo dell’economia*”¹³⁰ In seguito ai contatti

¹³⁰Leipert C., (1989) “National Income and Economic Growth: The Conceptual Side of Defensive Expenditures”, *Journal of Economic Issues*, Vol.3, pp. 843-856.

con Simon Kuznets, Christian Leipert¹³¹ individuò tre elementi chiave che generarono i costi sociali e ambientali delle moderne società industriali

1. L'emergere di strutture di produzione, consumo e insediative che gravano pesantemente sull'ambiente,
2. L'obiettivo di minimizzazione dei costi microeconomici che si riflette simultaneamente nell'esternalizzazione dei fattori di costo su terze parti o sulla società in generale e, specialmente, sull'uso delle funzioni ambientali e delle risorse naturali perché virtualmente prive di costi;
3. Un persistente e incontrollato processo di crescita della produzione e del consumo che conduce a un crescente sfruttamento delle risorse ambientali oltre la capacità portante del pianeta¹³²

Il concetto di sviluppo sostenibile non è di certo un'idea nuova, visto che la sua formalizzazione avvenne ad opera della Commissione Brundtland nel 1987.

Il rapporto uscito dalla commissione, definì lo sviluppo sostenibile come quello *“sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri”*.¹³³ Da allora un numero notevole di studiosi di diverse discipline si adopera ancora oggi al fine di comprendere e far comprendere meglio ciò che, con tale espressione si deve e non si deve indicare.

Essendo il concetto di sostenibilità elusivo e dai contenuti vaghi ha fatto sì che nel tempo il termine abbia avuto un abuso piuttosto che un obiettivo dai fondamenti epistemologici, culturali e scientifici profondi. I fondamenti della sostenibilità sono fondamenti biofisici che derivano dalle leggi di natura alle quali si deve riferire ogni comportamento della specie umana. Quando si parla

¹³¹ *Ibidem*

¹³² Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), “La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice”, Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto, p. 45.

¹³³ Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo 1987

di sostenibilità si devono considerare sempre tre grandi pilastri sui quali essa poggia

1. il tempo,
2. limiti biofisici,
3. le relazioni¹³⁴

1. Tempo

Un elemento fondamentale del ragionamento passaggio del concetto di *carrying capacity* a quello di sviluppo sostenibile. Per *carrying capacity* si intende il numero di individui di una data popolazione che un dato ambiente può supportare¹³⁵ Tale concetto fu definito originariamente per sistemi popolazione/risorse relativamente semplici.

Quello di capacità di carico assume tutta la sua complessità quando si relaziona il rapporto tra popolazione umana e risorse, quello di capacità di carico è quindi un concetto dinamico: essa non è costante ma continua a cambiare con il cambiare delle condizioni metereologiche e di altri fattori esterni, oltre che con la pressione esercitata dalle specie portate.

Il fatto che la *carrying capacity* vari nel tempo fa sì che questo concetto dimostri la sua dinamicità e che sia un concetto prossimo a quello di sviluppo sostenibile, ma in realtà essi non coincidono. Il fatto risiede proprio nella terminologia dei due verbi (*to carry*=portare, reggere) (*to sustain*= mantenere nel tempo sostenere).

Considerare il tempo in chiave di sostenibilità, dunque, vuol dire tenere conto delle dinamiche dell'attività umana e degli ecosistemi, tuttavia non come semplice sequenza di cambiamenti di stato e modificazioni ma come un continuo divenire. Ciò aiuta a comprendere quali di queste modificazioni sono

¹³⁴ Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), "La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice", Roma: Donzelli editore, Saggi Natura e Artefatto, pp. 50-61.

¹³⁵ Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), "La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice", Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto, p. 50.

virtuose e quali da evitare, oppure se il futuro è una semplice deriva da accettare fatalmente e alla quale cercare di adattarsi.

Chiuderei questa dissertazione sul tempo con l'affermazione pronunciata durante la conferenza mondiale *The Ravage of the Planet* da Adolfo Pérez Esquivel, che in quell'occasione testimoniò:

“L'equilibrio tra uomo e natura è stato rotto.

La scienza e la tecnologica hanno causato un'accelerazione dei cicli naturali. Ogni essere ha il suo ciclo e questa accelerazione ha cambiato gli obiettivi e le condizioni della vita, dando come risultato, per esempio, una crescente emarginazione. La principale novità apportata dalla tecnologia è l'accelerazione e la velocità del tempo[...] Il tempo nella tecnologia è diverso dal tempo cosmico e dal tempo umano e, per questa ragione, la tecnologia ha l'incredibile potere di modificare non solo la natura umana ma la natura stessa.[...] Il tempo diviene un fattore cruciale del processo di produzione. Oggi è evidente che in tutte le relazioni costi-benefici il fattore tempo interviene decisamente, implicando un nuovo sistema di valori individuali e sociali. Il grande pericolo del nuovo millennio è che il mondo veloce e il mondo lento siano fuori sincrono. Ogni cosa sembra indicare un'imminente e progressiva deriva dei diseredati verso una fatale solitudine, dovuta a un accelerato isolamento del loro mondo. Nell'attuale società, caratterizzata dal processo di accelerazione, la vita stessa sul nostro pianeta è a rischio.”¹³⁶

2. Limiti Biofisici

Come abbiamo potuto osservare nei due capitoli precedenti la relazione tra uomo e natura è complessa. La terra esiste da 4,5 miliardi di anni durante i quali l'evoluzione biologica è potuta avvenire grazie alla messa in pratica di strategie vincenti. La natura si è diversificata, e la biodiversità rappresenta un

¹³⁶ The First International Conference on Management Resources, Sustainable Development and Ecological Hazard, “*Ravage of the Planet*” cit Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), *La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice*, Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto, p. 51.

generale punto di forza per la sopravvivenza ma sappiamo anche che i tempi in cui avvengono le relazioni dell'ecosistema possono variare da pochi attini a milioni di anni. La specie umana spesso dimentica tutto ciò e tende a ignorare le strategie vincenti che la natura ha mostrato e si comporta in modo paradossalmente opposto. La pressione sui sistemi naturali si è intensificata costantemente, specialmente dopo la Seconda guerra Mondiale , ciò impone un radicale ripensamento del mondo in cui è organizzata l'economia per prevenire ulteriori danni ai nostri ecosistemi più importanti. Trascurare il comportamento della natura e il suo funzionamento significa trascurare i limiti oltre i quali la vita come fenomeno naturale non si può mantenere nel tempo. In natura la battaglia per la vita è a volte feroce e crudele, eppure la cruenta sfida della vita e della morte che si alternano prevede il fatto che ogni essere abbia la sua possibilità. La natura ha da sempre utilizzato l'unica forma di energia abbondante e sicura che c'è: l'energia solare di cui potremmo certamente fare un uso migliore di quanto facciamo oggi. Per tutte le altre risorse ci sono dei limiti biofisici che non possiamo ignorare; oggi, come non mai, l'umanità si trova di fronte a delle sfide senza precedenti che ci "obbligano" a seguire la strategia della natura¹³⁷. Essa diversifica, non esaurisce, riutilizza ciò che può e scarta ciò che non serve, lascia sempre una possibilità, sa aspettare il suo *tempo* e rispettare i suoi *limiti*.

3. Relazioni

La termodinamica è la scienza dei limiti¹³⁸, essa, infatti, definisce i limiti nella disponibilità totale e nella capacità di sfruttare l'energia. Secondo il primo principio, già esposto nel primo capitolo, nell'universo la quantità di energia è

¹³⁷ Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), *La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice*, Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto, p. 52.

¹³⁸ Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), *La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice*, Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto, .p. 53

costante: l'energia non può essere né creata né distrutta. Secondo questo principio, detto della conservazione dell'energia, si può esprimere dicendo che l'energia totale esistente nell'universo in tutte le sue possibili forme è costante. Quindi l'energia può passare da una forma all'altra, ma il totale delle varie forme rimane sempre costante. Il primo principio è una legge che definisce l'esistenza stessa dell'energia e della materia e ne stabilisce il carattere conservativo. Il secondo principio della termodinamica afferma che l'energia non può trasformarsi liberamente da una forma all'altra e che l'energia termica può passare liberamente da una sorgente calda a una più fredda, ma non in direzione opposta. Tale principio enuncia quindi che non può esistere una macchina che trasferisca calore da un corpo freddo a uno caldo senza spendere lavoro. In corrispondenza di ogni trasformazione energetica una parte di energia utilizzata si degrada. Questo degrado o perdita di capacità di compiere lavoro è detta entropia e l'universo tende verso un massimo di entropia o di disordine, vale a dire che l'energia tende a essere completamente degrada fino al cosiddetto equilibrio termodinamico. I sistemi biologici sono sistemi aperti, ossia sistemi che possono interagire con l'ambiente esterno scambiando sia energia (lavoro o calore) che materia, questi sembrano manifestare una violazione del secondo principio della termodinamica: infatti, presentano strutture estremamente ordinate che si evolvono nella direzione di un più elevato ordine, di una minore entropia¹³⁹. Le relazioni e il tempo sono fondamentali per affrontare lo studio dei sistemi complessi ed evolutivi; la termodinamica ragiona su queste relazioni a cui tutti i fenomeni naturali devono conformarsi, nello spazio e nel tempo. L'importanza delle relazioni per i sistemi viventi sta nella dipendenza di ognuno di questi sistemi dal contesto nel quale si trova., quindi gli organismi viventi sviluppano e vivono in virtù dell'aumento di entropia che il loro

¹³⁹ In realtà il secondo principio non viene violato poiché i sistemi aperti ricevono flussi di negantropia e scaricano entropia positiva e il risultato di questo scambio può essere negativo quando il sistema si evolve allontanandosi dall'equilibrio termodinamico ma ciò è possibile solo se una sorgente di negantropia soddisfa la necessità del sistema di dissipare costantemente energia e materia dall'ambiente.

metabolismo induce nell'ambiente circostante. I sistemi che usufruiscono di flussi di energia diminuiscono la propria entropia sono stati definiti “*Strutture dissipative*”, queste sono caratterizzate da una complessità che si manifesta attraverso l'insieme di relazioni per mezzo delle quali tali sistemi aperti sono in contatto con l'ambiente circostante e si auto-organizzano. A tali sistemi possiamo assimilare il comportamento umano con le sue manifestazioni: un sistema economico, sociale, territoriale, industriale, tutti questi, infatti si sviluppano in dipendenza di flussi di energia e materia rilasciando entropia nell'ambiente circostante.

Il concetto di sostenibilità è dunque fondato su tre pilastri: tempo, limiti biofisici, relazioni. Le prossime sfide che attendono l'umanità nei prossimi decenni non possono escludere queste tre solide basi poiché sarebbe fuorviante l'uso stesso dell'aggettivo “sostenibile”.

3.2 Introduzione all'ecologia

L'ecologia è la disciplina scientifica che studia i rapporti tra gli esseri viventi e l'ambiente in cui vivono, in particolare essa studia l'ecosfera, ossia la porzione della Terra in cui è presente la vita in aggregati sistemici detti "ecosistemi"¹⁴⁰, le cui caratteristiche sono determinate dall'interazione degli organismi tra loro e con l'ambiente circostante o porzioni dell'ecosfera stessa. Come già presentato l'ecosistema è l'insieme integrato di un particolare ambiente fisico e di tutti gli organismi che vivono all'interno di esso. L'ecologia ha come oggetto privilegiato di indagine un livello più alto della scala dei sistemi biologici, il livello della popolazione è uno di questi, e via via livelli di complessità crescente che, a partire dallo studio delle comunità e delle loro interazioni, si allargano fino all'analisi di interi ecosistemi. Le analisi condotte sugli ecosistemi non ancora stravolti dall'azione dell'uomo dimostrano che

¹⁴⁰ Audesirk G. & Audesirk T., (1999), “Biologia, la vita sulla Terra”, Torino: Einaudi scuola, p. 588.

molte popolazioni tendono a rimanere relativamente stabili nel tempo. Ma come testimonia l'andamento della popolazione umana, le popolazioni manifestano improvvise "accelerazioni" demografiche. Tre sono i fattori che determinano se e in quale misura cambiano le dimensioni di una popolazione: nascite, morti e migrazioni. L'ingresso in una popolazione avviene per nascita o immigrazione, e l'abbandono è dovuto a decesso o emigrazione. Una popolazione si mantiene stabile se, in media le entrate bilanciano le uscite; cresce quando la somma di nascite e immigrati supera quella di morti o emigranti; diminuisce nel caso opposto. In molte popolazioni naturali i flussi migratori sono trascurabili e i fattori primari che influenzano l'accrescimento sono i tassi di natalità e mortalità. La consistenza finale di una popolazione, se trascurassimo il fenomeno migratorio, è il risultato di un equilibrio tra due parametri contrapposti. Il primo parametro è il potenziale biotico, cioè la velocità massima alla quale la popolazione potrebbe aumentare. Dalla parte opposta si collocano i limiti imposti dall'ambiente vivente e inanimato, vale a dire la disponibilità di cibo e spazio, la competizione con altri organismi che vivono nello stesso ambiente e i rapporti interspecifici come la predazione e il parassitismo. Nell'insieme questi limiti costituiscono la resistenza ambientale la quale può far diminuire il tasso di natalità e incrementare quello della mortalità. Tale interazione tra potenziale biotico e resistenza ambientale risulta in generale in un equilibrio tra dimensioni della popolazione e risorse disponibili. Ignorando come precedentemente affermato i flussi migratori, i cambiamenti che si verificano nella dimensione delle popolazioni e la velocità con cui varia può essere espressa sotto forma di cambiamenti per individuo nell'unità di tempo. Il tasso di accrescimento di una popolazione si ottiene sottraendo il tasso di mortalità dal tasso di natalità. Sebbene il numero di individui generati da un organismo ogni anno vari da milioni per un'ostrica a uno o anche meno per l'uomo, ogni organismo, sia singolarmente sia come parte di una coppia, ha la capacità di riprodursi molte volte nell'arco della sua esistenza, questa capacità definita potenziale biotico si è evoluta perché

contribuisce a garantire che almeno un figlio sopravviva sino a poter avere figli a sua volta.¹⁴¹

In natura solo in condizioni particolari una popolazione può crescere secondo una curva esponenziale per poi subire un collasso. Questi cicli di espansione/collasso sono tipici delle specie effimere la cui dimensione massima di popolazione è determinata da una variabile ambientale. Quanto alle specie di maggiore longevità le popolazioni tendono a diventare relativamente stabili con fluttuazioni di scarsa entità in risposta a variabili ambientali quali le condizioni atmosferiche e le risposte alimentari. Tuttavia una congiuntura particolarmente favorevole come la presenza di cibo abbondante in una particolare area può produrre una crescita esponenziale temporanea in quanto tutte le curve di accrescimento esponenziale devono prima o poi appiattirsi o declinare.

3.3 Limiti all'accrescimento in Ecologia

La crescita esponenziale quindi porta in sé i germi della sua distruzione. Via via che la densità di popolazione aumenta si intensifica la competizione per le risorse così dopo un periodo di sviluppo esponenziale le popolazioni tendono così a fluttuare attorno alla dimensione massima che l'ambiente è in grado di sostenere¹⁴². Le popolazioni possono stabilizzarsi a un livello che costituisce la capacità biologica specifica dell'ecosistema ed esprime il numero massimo di organismi che un'area può mantenere per lunghi intervalli di tempo. La capacità biologica è legata alla disponibilità di due tipi di risorse: una risorsa non rinnovabile, come ad esempio lo spazio, e risorse rinnovabili (cibo, acqua e luce).

¹⁴¹ Audesirk G. & Audesirk T., (1999), "Biologia, la vita sulla Terra", Torino, Einaudi scuola, pp. 589-590

¹⁴² Audesirk G. & Audesirk T., (1999), "Biologia, la vita sulla Terra", Torino, Einaudi scuola p. 593.

Se lo spazio è insufficiente può intervenire una migrazione, ma spesso in zone svantaggiose che aumentano la mortalità e diminuiscono la natalità. Diversamente dallo spazio se la pressione sulle risorse rinnovabili è eccessiva l'ecosistema subisce danni notevoli riducendo la sua capacità di sostentamento. Le popolazioni naturali vengono mantenute al livello o sotto il livello delle potenzialità dell'ambiente grazie alla resistenza ambientale. I fattori di resistenza ambientale sono classificabili in due ampie categorie: dipendenti dalla densità e dipendenti dalla densità della popolazione. Come precedentemente affermato vi possono essere però fattori che non dipendono dalla densità delle popolazioni e che agiscono quindi indipendentemente, tra questi il più importante sono le condizioni atmosferiche. Quest'ultime, infatti, influiscono molto sull'andamento delle curve di espansione/collasso proprie delle popolazioni che tipicamente non riescono a raggiungere la capacità biologica specifica a causa dell'insorgere di processi indipendenti dalla densità.

Un altro fattore indipendente può essere considerato lo stesso uomo che può condizionare lo sviluppo di popolazioni naturali provocandone drastici ridimensionamenti attraverso l'impiego di antiparassitari, lo sfruttamento intensivo, la produzione di sostanze inquinanti provenienti da siti industriali privi di cicli di "recupero" delle sostanze inquinanti che provocano sempre più la distruzione di habitat.

Le specie longeve, come ad esempio noi mammiferi, abbiamo perfezionato vari meccanismi per compensare i mutamenti stagionali e superare in tal modo indenni le condizioni sfavorevoli indipendenti dalla densità, ma gli elementi di resistenza ambientale più importante per queste specie longeve sono i fattori dipendenti dalla densità della popolazione, cioè quelli che aumentano di intensità con l'aumentare della popolazione esercitando un *feedback* negativo. Questi fattori comprendono interazioni a livello di comunità come la predazione, il parassitismo e la competizione tra individui della stessa specie o di altre specie. Poiché le risorse che determinano la capacità biologica sono limitate, lo sfruttamento da parte di un individuo le sottrae a un altro.

Nell'ultimo secolo sono sempre più le alterazioni condotte dall'uomo sul pianeta Terra: disboscamento, pascoli intensivi, espansionismo urbano, inquinamento, sono fattori che non solo continuano ad alterare le già labili interazioni tra specie animali ma stanno contribuendo sempre più a una competizione intraspecifica per le risorse tra essere umani.

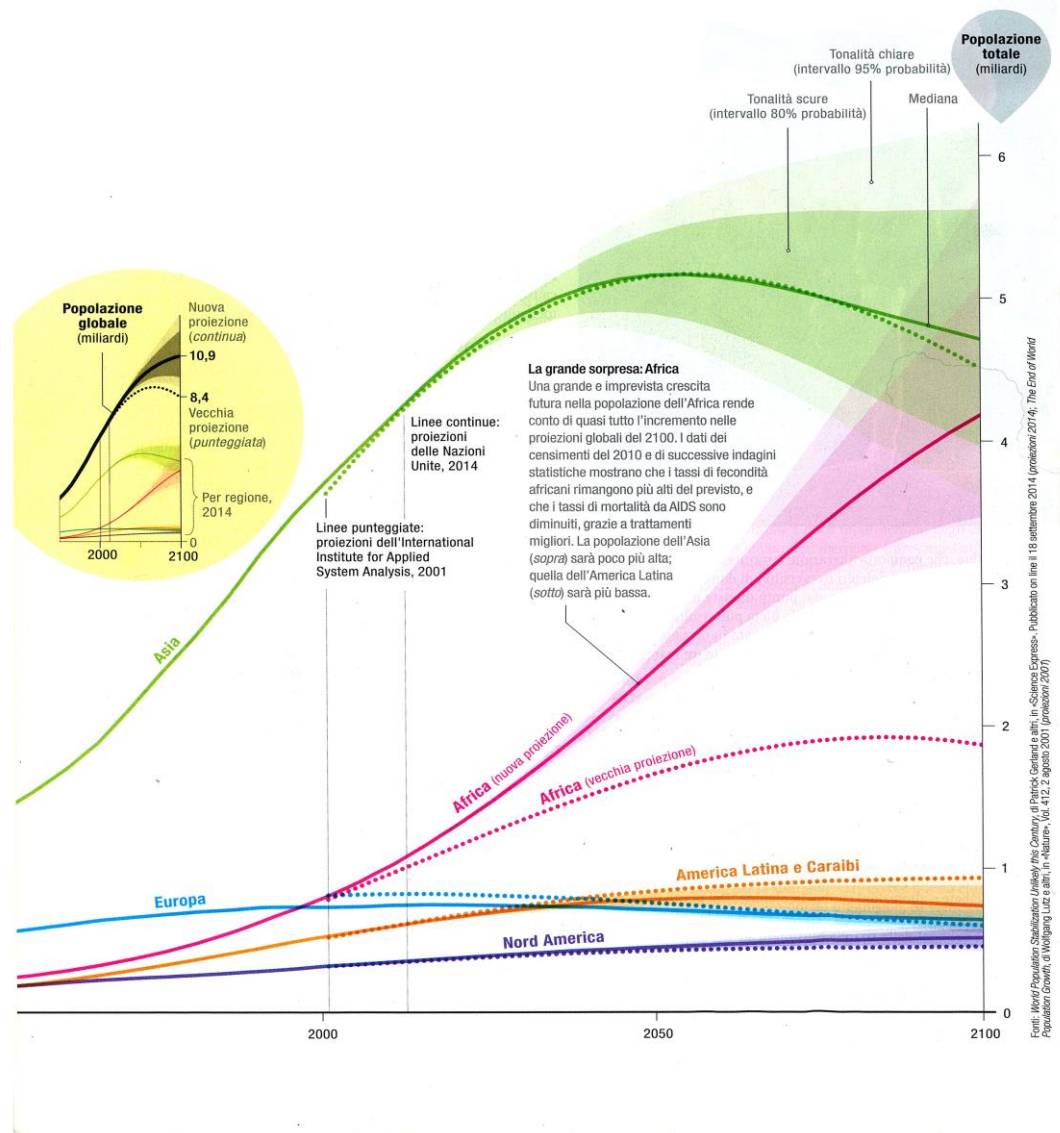
3.4 La popolazione umana

La popolazione umana, dalle epoche preistoriche fino all'era moderna si è sempre mantenuta costantemente sotto il miliardo di unità. La consistenza della popolazione umana, si misura con metro diverso a seconda dei differenti periodi storici: migliaia per l'era paleolitica, milioni per l'era neolitica, centinaia di milioni per l'inizio dell'era cristiana e miliardi per il periodo attuale. Forse il valore più incerto tra tutti è quello relativo alla dimensione della popolazione iniziale, quando l'uomo apparve per la prima volta, circa un milione di anni fa. Il paleolitico, contava poche migliaia di uomini, che cominciarono a incrementarsi, come affermato precedentemente, solo dopo l'evoluzione tecnologica e organizzativa portata dal neolitico. Una prima stima della popolazione mondiale si può fare per il periodo intorno al 7-8000 a.C., vale a dire da quando si data l'inizio dell'era agricola. La più frequente di diverse valutazioni è di circa 8 milioni. Si può quindi affermare che nei circa 990.000 anni (teorici) intercorrenti tra l'apparizione dell'uomo e l'inizio dell'attività agricola il tasso di incremento dell'umanità fu estremamente ridotto. Gli 8 milioni del 7-8000 a.C. divennero nel primo anno dell'era cristiana circa 300 milioni. Per tutto il primo millennio dell'era cristiana non ci furono fondamentali variazioni nell'ammontare della popolazione mondiale; oscillazioni di poco conto mantennero la consistenza attorno ai 250 milioni. Seguire l'evoluzione nel dettaglio continentale diventa possibile a partire dall'inizio del secondo millennio. Attorno all'anno 1000, la popolazione europea iniziò una fase di crescita destinata a durare tre secoli. Le notizie che

abbiamo sono scarse e frammentarie ma servono a dare l'immagine di una solida crescita della popolazione, che passò da 30 a 74 milioni circa: chiaro segno di una grossa forza di espansione. Verso la fine del XIII secolo e gli inizi del XIV cominciò ad avvertirsi un rallentamento della fase di crescita. Nel corso del XX secolo la popolazione mondiale è quasi quadruplicata. Nel corso dei secoli l'aumento del numero degli abitanti è avvenuto, in tutti i paesi, molto lentamente. La causa dell'elevata mortalità, dovuta anche alle ricorrenti epidemie e carestie, creò, stime nella popolazione del pianeta valutabili in circa 200 milioni di unità intorno all'anno 1000 e in 500 milioni (di cui la metà in Cina) sette secoli più tardi. Il ritmo della crescita è divenuto più rapido nel XIX secolo e all'inizio del XX, soprattutto in Europa, grazie allo sviluppo economico e sanitario finché, dalla seconda metà del '900, si è assistito a una vera e propria esplosione demografica.¹⁴³

¹⁴³ Marzia L., (2009), “Dispense di Geografia”, *Università del Salento*, pp. 60-72. https://www.formazionescienze sociali.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=37606114&name=DLFE-129096.pdf

Grafico.3.1 L'aumento della popolazione mondiale nel corso della storia.



Fonte: Fischetti M., (2014) “Saremo sempre di più”, *Le Scienze*, vol. 556, p. 96.

Come tutte le popolazioni anche quella umana si è misurata con la resistenza ambientale, ma, caso unico nella storia dell'evoluzione è riuscita a non esserne regolata; si è stabilito un equilibrio. Le migrazioni, sono da sempre presenti nella storia dell'evoluzione umana. Le spinte che negli ultimi anni vi sono a causa dei cambiamenti ambientali sono ancora una questione relativamente inesplorata sia in termini di ricerca scientifica sia in quelli di fruibilità di dati. Non è, infatti, disponibile una definizione accettata di migrazione indotta dal mutamento ambientale, questo complica ancora di più la comprensione delle complesse interazione tra cambiamento ambientale e mobilità umana¹⁴⁴ ma la correlazione tra catastrofi naturali e migrazioni diviene più significativa quando prendiamo in considerazione l'interazione esistente tra la vulnerabilità, la povertà e le migrazioni. Di fatto gli eventi catastrofici possono distruggere, come già nei secoli precedenti, i beni immobili, i raccolti il bestiame, ma c'è di più: oggi la complessità del mondo è diversa da quella passata e le catastrofi ambientali possono provocare ingenti danni all'interno del territorio nel quale si abbatte producendo ingenti danni su vie di comunicazione, ponti, strade, infrastrutture pubbliche come scuole e ospedali¹⁴⁵.

Come tutte le popolazioni anche quella umana si è misurata con la resistenza ambientale, ma, caso unico nella storia dell'evoluzione è riuscita a non esserne regolata; si è stabilito un equilibrio. Ciò ha fatto sì che la popolazione umana sia cresciuta esponenzialmente in un intervallo di tempo che non ha riscontro in altre specie e ha fortemente o negativamente interagito con gli equilibri ambientali sconvolgendoli. L'esplosione demografica è stata stimolata da una

¹⁴⁴ Giordano A. (2013), «L'insostenibile nesso prezzi agricoli, crisi alimentari e migrazioni», in *Bollettino della Società Geografica Italiana*, numero monografico "Sostenibilità alimentare e prezzi agricoli" a cura di Giordano A., Belluso R., Serie XIII, Vol. VI, Fasc. 1, gennaio-marzo, p. 77-99, Roma: Società Geografica Italiana.

¹⁴⁵ Giordano A., Pagano A., (2013), «Bangladesh à risque entre vulnérabilité et migrations climatiques», in *Outre-Terre, Revue Européenne de Géopolitique*, n.35-36, pp.99-110, Paris: Edition Glyphe

serie di rivoluzioni che come abbiamo visto hanno “fiaccato” la resistenza ambientale e rafforzato la capacità biologica della Terra nei nostri confronti. Oggi più che mai, infatti, le questioni migratorie del genere *Homo* rappresentano “*un fattore molto sensibile dal punto vista della geopolitica*”¹⁴⁶. Sebbene oggi affrontiamo le migrazioni di popolazioni causate da effetti ambientali, dobbiamo precisare che nonostante l’ambiente abbia creato nella storia “problemi” inerenti alle migrazioni, o in maniera più tragica estinzioni e collassi di intere civiltà (un esempio può essere rintracciato nella colonizzazione da parte dei Vichinghi nell’odierna Islanda). La popolazione umana è riuscita a crescere esponenzialmente in un intervallo di tempo che non ha riscontro in altre specie, inoltre essa ha fortemente interagito con gli equilibri ambientali sconvolgendoli. L’esplosione demografica è stata stimolata da una serie di rivoluzioni che come abbiamo visto hanno “fiaccato” la resistenza ambientale e rafforzato la capacità biologica della Terra nei nostri confronti. I nostri antenati attuarono una rivoluzione culturale con l’invenzione del fuoco, armi e utensili che significarono una maggior rifornimento di cibo, vesti e rifugi, con il conseguente aumento della popolazione aumentò la capacità biologica specifica. A partire dall’8000 a.C., la rivoluzione agricola trasformò poco a poco un popolo di cacciatori raccoglitori in una comunità dedita alla coltivazione e all’allevamento del bestiame rafforzando ulteriormente la capacità biologica. Risorse alimentari meno aleatorie garantirono una maggiore longevità e un più lungo periodo riproduttivo; tuttavia, le possibilità di sviluppo erano ancora limitate da un elevato tasso di mortalità dovuto alle malattie. La popolazione aumentò lentamente per migliaia di anni sino alla rivoluzione medico-industriale iniziata in Inghilterra intorno alla metà del XVIII secolo e diffusasi in tutta Europa. La rivoluzione medico-industriale produsse inizialmente un

¹⁴⁶ Giordano A., Pagano A., (2013), «Bangladesh à risque entre vulnérabilité et migrations climatiques», in *Outre-Terre, Revue Européenne de Géopolitique*, n.35-36, pp.99-110, Paris: Edition Glyphe.

incremento demografico conseguente alla diminuita mortalità; ma racchiudeva in se i presupposti di un futuro declino delle nascite conseguente a un insieme di fattori come l'urbanizzazione, una migliore istruzione e l'emancipazione delle donne. Oggi, infatti, il panorama attuale è notevolmente cambiato se i paesi occidentali infatti presentano un forte arresto delle nascite e un aumento delle prospettive di vita ciò viene compensato da tassi di natalità elevati nei paesi in via di sviluppo (BRICS) con "l'aggravante" che anche in questi paesi, differentemente da vent'anni fa, le condizioni di vita vanno a migliorare.

Sorge quindi una domanda E' possibile che la Terra possa sopportare il tale carico?

La risposta a questa domanda può essere data dando nuovamente la definizione di capacità biologica, se per *biological capacity* intendiamo il massimo numero di individui che possono vivere indefinitamente in un certo ambiente, e se l'ecosistema non viene danneggiato in misura tale da non poter più fornire le risorse necessarie, possiamo affermare di aver già superato il limite di guardia.

3.5 La simbiosi (cenni)

Una comunità ecologica è costituita da tutte le popolazioni che interagiscono all'interno di un ecosistema¹⁴⁷. Caratteristica delle popolazioni che appartengono a una comunità è la coevoluzione durante la quale le differenti specie svolgono una funzione di selezione naturale l'una rispetto all'altra. Il concetto di associazioni (o comunità) biologiche trova tutt'oggi varie definizioni: secondo alcuni autori tale termine è sinonimo di "comunità biologica", secondo altri deve essere ristretto e riservato a quel gruppo di popolazioni che occupano la stessa area. Il primo a utilizzare tale termine fu

¹⁴⁷ Audesirk G. & Audesirk T., (1999), "Biologia, la vita sulla Terra", Torino, Einaudi scuola, p.601.

Alexander Von Humboldt¹⁴⁸ nel 1805 nella classificazione di un gruppo di vegetali presenti in un dato ambiente. Più recentemente il termine viene adoperato come sinonimo di comunità e i suoi primi stadi di sviluppo. Secondo uno studio condotto da R.E. Ricklefs¹⁴⁹ nel 1979 le associazioni sarebbero di tre tipologie: temporanee, fortuite o al massimo dovute a somiglianze di comportamento. Nella letteratura, specialmente in quella anglosassone, viene sovente usato il termine “*guild*” per indicare quel gruppo di specie che sono associate, nelle comunità ecologiche, dalla ricerca e dall'uso della stessa classe di risorse alimentari. Da ciò subentra il concetto di unità funzionale, che pone la maggiore difficoltà nel dare una definizione di associazione biologica soprattutto se non viene stabilito il significato di quest'ultimo. Uno dei primi a utilizzare tale termine nel senso di sistema, fu “il padre” dell'ecologia E.H. Haeckel¹⁵⁰.

Secondo il mio personale parere e sulle motivazioni che mi hanno condotto a questo lavoro penso che la definizione più adatta alla nostra domanda possa essere rinchiusa in quella che Gerald Audesirk e Teresa Audesirk suggeriscono per comunità biologica cioè “*una comunità costituita da tutte le popolazioni che interagiscono all'interno di un ecosistema. Caratteristica tipica delle popolazioni che appartengono a una comunità è la co-evoluzione, durante la quale le differenti specie svolgono una selezione naturale l'una rispetto all'altra.*”¹⁵¹

In ecologia quando vi è una interazione biologica piuttosto intima, di lungo termine, fra due o più organismi si usa il termine simbiosi. Le interazioni

¹⁴⁸ Friedrich Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt (Berlino, 14 Settembre 1769 –Berlino 6 Maggio 1859) è stato un naturalista, esploratore, botanico tedesco. Fratello minore dello statista intellettuale Wilhelm Von Humboldt.

¹⁴⁹ Robert Eric Ricklefs è un ornitologo ed ecologista Americano. Egli è Professore di Biologia all'Università di Missouri a St.Louis.

¹⁵⁰ Ernst Heinrich Haeckel (Postadam, 16 febbraio 1834- Jena 9 agosto 1919) è stato un biologo, zoologo nonché un artista tedesco. Laureatosi in medicina alla Università di Humboldt a Berlino compì delle ricerche di biologia marina. A Haeckel si deve la descrizione, denominazione e la classificazione di nuove specie nonché la mappatura di un albero genealogico relativo a tutte le forme di vita . Fu il primo a coniare molti termini biologici fra i quali : antropogenia, ecologia, phylum, filogenesi, cellule staminali e regno dei protisti

¹⁵¹ Audesirk G. & Audesirk T., (1999), “Biologia, la vita sulla Terra”, Torino: Einaudi scuola p.601.

influiscono sulla densità delle popolazioni e quindi possono essere positive (+) se l'aumentano, negative (-) se la diminuiscono e neutrali (0) se né l'aumentano né la diminuiscono. Un modo di esprimere i possibili rapporti tra gli organismi riuniti in sistemi si può fondare sulla combinazione di tre tipi di interrelazioni¹⁵²:

1. Commensalismo: una specie trae vantaggi, l'altra non ottiene nulla ma non perde nulla. (+) (0)
2. Parassitismo: una specie ottiene dei forti vantaggi, l'altra addirittura ne soffre (+) (-)
3. Mutualismo: entrambe le specie traggono forti vantaggi dal loro rapporto (+)(+)

Uno dei primi studiosi a condurre ricerche in quest'ambito fu il botanico svizzero Simon Schwendener¹⁵³ nel 1867, il quale per primo propose la doppia natura dei licheni sostenendo che questi sono funghi che parassitizzano le alghe ospiti. Ma fu solamente nel 1877 grazie all'intervento di un altro botanico, Bernhard Frank¹⁵⁴, che propose l'introduzione di un termine neutrale che non presupponesse nessun tipo di parassitismo e descrivesse soltanto la coesistenza di due specie a raccomandare il termine *symbiotismus*. Per lungo tempo gli studiosi legavano queste associazioni simbiotiche a limitate specie, funghi e licheni, convinti che in natura la maggior parte delle interazioni tra specie si sviluppassero secondo dei rapporti di competizione o di predazione (preda/predatore). Ma recenti studi hanno dimostrato che in realtà tali tipi di associazioni sono più numerosi di quanto si pensasse e che anzi tali tipi di

¹⁵² http://www.treccani.it/enciclopedia/simbiosi_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

¹⁵³ Simon Schwendener (Buchs, 10 febbraio 1829 – Berlino, 27 maggio 1919) è stato un botanico svizzero, noto per i suoi studi sulla fitotomia e sulla fisiologia delle piante, e sulla simbiosi del lichene.

¹⁵⁴ Frank, Albert Bernhard. - Botanico (Dresda 1839 – Berlino 1900). Pubblicò importanti lavori di fisiologia, patologia e biologia delle piante, come quelli sulla simbiosi nei licheni e sulla simbiosi nelle radici. Importante il trattato *Pflanzenkrankheiten* (1881).

interazioni siano state presenti ai primordi dell'evoluzione sulla terra dando vita ai primi organismi complessi. Scoperte più recenti, infatti, si sono orientate verso l'ipotesi che le prime cellule potessero essere autotrofe piuttosto che eterotrofe. Innanzitutto, sono stati trovati parecchi gruppi differenti di batteri (chemiosintetici) che avrebbero potuto essere molto adatti alle condizioni ambientali predominanti sul giovane pianeta; alcuni di questi batteri, infatti, possono vivere soltanto in assenza di ossigeno, una condizione predominante agli inizi della formazione del nostro pianeta, ma presente oggi solo in ambienti isolati come i fondali di melma e fango delle paludi¹⁵⁵; altri, invece, sono stati trovati nelle profonde fosse oceaniche dove si raccolgono i gas sfuggiti dalle fessure della crosta terrestre. È stato accertato che questi batteri sono i rappresentanti sopravvissuti di gruppi molto antichi di organismi unicellulari. In secondo luogo, in alcuni esperimenti che simulano le condizioni ambientali della Terra primitiva, sono state prodotte molecole organiche che sono i precursori chimici della clorofilla delle piante; quando queste molecole sono mescolate a molecole organiche semplici in un ambiente privo di ossigeno e illuminato, hanno luogo reazioni fotosintetiche primitive. Queste reazioni somigliano a quelle che si svolgono in alcuni tipi di batteri fotosintetici. I biologi, al momento attuale, non sono in grado di risolvere il problema se i primi microfossili fossero eterotrofi o autotrofi, ma è certo che, senza l'evoluzione degli autotrofi, la vita sulla Terra sarebbe presto cessata. In più di 3,5 miliardi di anni dall'origine della vita sulla terra a oggi, gli autotrofi di maggiore successo (quelli cioè che hanno lasciato il maggior numero di discendenti e si sono diversificati nella maggior varietà di forme) sono stati quelli che hanno sviluppato un sistema per utilizzare direttamente l'energia del sole nel processo di fotosintesi. Con la comparsa della fotosintesi, il flusso di energia nella biosfera venne ad assumere la sua forma moderna dominante: energia radiante del sole trasmessa, attraverso gli autotrofi fotosintetici, a tutte le altre forme di vita.

¹⁵⁵ Audesirk G. & Audesirk T., (1999), "Biologia, la vita sulla Terra", Torino,: Einaudi scuola , pp. 239-241.

Per edificare la loro struttura secondo la specifica codificazione genetica, i viventi devono inoltre prelevare dall'ambiente elementi chimici, sostanze inorganiche e organiche altamente specifiche, molte delle quali esistenti nell'ambiente soltanto come prodotti degli organismi viventi.

La quasi totalità degli autotrofi e degli organismi della catena di detrito¹⁵⁶ preleva le sostanze direttamente dall'ambiente non vivente restituendole poi a questo con escreti o con la perdita di alcune parti del suo corpo, o con la morte. Gli eterotrofi e alcuni tra gli autotrofi si procurano le sostanze necessarie in parte dal mondo abiotico (per es., acqua e sali in essa disciolti) e in gran parte dal mondo biotico mediante le interrelazioni di predazione, parassitismo, mutualismo. Anche gli eterotrofi forniscono agli organismi della catena di detrito, le sostanze che essi utilizzano come fonte di energia per edificare la loro struttura, rilasciando nell'ambiente sostanze trasformate che rientrano nel ciclo attraverso gli autotrofi. In definitiva tutti gli organismi viventi sono interdipendenti per l'acquisizione di sostanze specifiche, per la loro strutturazione e come "particolare" fonte d'energia.

Troppo lungo sarebbe elencare tutte le interdipendenze nutrizionali esistenti basterà dire che la varietà degli organismi e delle loro *nicchie trofiche*¹⁵⁷ ha portato a complicare le catene alimentari (vegetali, erbivori, carnivori) trasformandole in *reti alimentari*, sempre più intricate.

Le associazioni simbiotiche quindi sono antiche, molte e soprattutto complesse. Prima di entrare nel vivo della nostra trattazione sulla simbiosi industriale mi sembra opportuno esplicitare un esempio di simbiosi per comprendere la reale complessità di tale interazione. In letteratura si fa spesso l'esempio d'associazione mutualistica, cioè dove i due partner traggono

¹⁵⁶Una catena alimentare, catena trofica o piramide alimentare è l'insieme dei rapporti tra gli organismi di un ecosistema. Le catene alimentari si suddividono in: catene alimentari di pascolo che include i vegetali---> erbivori (o consumatori primari) ---> carnivori (o consumatori secondari); catene alimentari di detrito: materia organica morta ---> microrganismi ed altri consumatori di detriti (detritivori) ---> loro predatori di un microrganismi ed altri consumatori di detriti materia organica morta

¹⁵⁷ Ruolo funzionale di un dato organismo (popolazione, specie) in un dato ecosistema. Comprende l'insieme di tutte le interrelazioni di quell'organismo con l'ambiente in cui vive.

beneficio, della relazione tra il pesce pagliaccio che abita tra i tentacoli degli anemoni dei mari tropicali. Il pesce, territoriale, protegge l'anemone dai pesci che si nutrono di anemoni, e a loro volta i tentacoli urticanti dell'anemone proteggono il pesce dai suoi predatori, in quanto un muco speciale sul pesce simbiote lo protegge dai tentacoli urticanti.

Fig. 3. 1 Un esempio classico di simbiosi mutualistica tra un'*Amphiprioninae* (pesce pagliaccio) e un'*Actiniaria*, Questi pesci meglio conosciuti come pesce pagliaccio si rifugiano tra i tentacoli dell'anemone, immuni alle punture urticanti delle sue nematocisti, e oltre a proteggersi dai predatori si nutrono degli avanzi e tengono pulito l'anemone dai parassiti.



Fonte <http://www.verdiardesia.com/articoli/simbiosi.asp>

Un altro aspetto particolare di tali interazioni simbiotiche mutualistiche è che tal associazioni nel tempo si sono evolute a un grado di complessità che alcuni partner si sono co-evoluti al punto che né l'uno né l'altro possono vivere da soli. Un esempio molto noto è quel tipo di rapporto che si è instaurato tra una particolare specie di formica e l'acacia cornifera.

Il caso dell'acacia corno di bue (*Acacia cornifera*) sembra infatti un caso raffinato di mutualismo. Il suo ospite, la formica *Pseudomyrmex ferrugineus*

ha un problema digestivo: da adulto praticamente non produce *invertasi*¹⁵⁸, un enzima endocellulare che, attraverso la reazione di idrolisi, scompone il saccarosio in glucosio e fruttosio che poi vengono assimilati dall'organismo. La *Pseudomyrmex ferrugineus* non è in grado di digerire lo zucchero come facciamo noi, l'acacia quindi sintetizza l'invertasi e mette a disposizione dei suoi ospiti/difensori un nettare composto da fruttosio e glucosio che le formiche possono mangiare senza problemi.

Le *Pseudomyrmex ferrugineus* finiscono per cibarsi esclusivamente di questo nettare. Una volta che la giovane operaia si è nutrita del nettare, il suo tasso di invertasi diminuisce, comincia a selezionare un'alimentazione senza saccarosio e, conseguentemente, continua a nutrirsi di nettare senza saccarosio, il che rafforza l'inibizione dell'invertasi¹⁵⁹. Quindi quando il meccanismo viene avviato dall'incontro tra l'acacia cornifera e la giovane operaia niente può più fermarlo.

E' davvero uno strano tipo di mutualismo, visto che in biologia questo termine designa un'associazione equilibrata tra due partner che ne traggono un beneficio.

Nel caso delle acacie e delle formiche, gli alberi hanno bisogno di difensori sia contro gli erbivori che non sono tenuti lontani dalle sue spine sia contro le altre piante che tendono ad invadere il loro spazio vitale.

Le formiche in cambio ottengono vitto ed alloggio: l'alloggio è rappresentato dalle cavità dove gli insetti installano le loro colonie, il vitto dal nettare zuccherino e da minuscoli noduli ricchi di proteine e lipidi presenti nelle foglie.

¹⁵⁸ L'invertasi o saccarasi è un enzima endocellulare che, attraverso la reazione di idrolisi, scompone il saccarosio in glucosio e fruttosio. I microrganismi che lo producono sono lieviti; soprattutto *Saccharomyces cerevisiae*.

¹⁵⁹ <http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/lacacia-pusher-che-schiavizza-le-formiche-la-natura-continua-a-sorprenderci/#prettyPhoto> (15-ottobre2014)

Fig. 3.2 Un esempio complesso di simbiosi mutualistica tra formiche appartenenti alla specie *Pseudomyrmex ferrugineus* e l'*Acacia cornigera*.



Fonte: <http://bio390parasitology.blogspot.it/2012/03/relationship-advice-acacia-trees-and.html>

Le formiche attaccano ferocemente gli erbivori che vogliono nutrirsi dell'acacia ed a volte sono così implacabili che in Africa riescono a tenere alla larga persino i giganteschi elefanti. Tale simbiosi mutualistica è talmente interessante che si sono condotti vari esperimenti uno dei quali fu quello condotto dall'universitario Daniel Janzen il quale chiedendosi se le formiche potessero sopravvivere lontane dall'acacia¹⁶⁰ staccò diligentemente le spine abitate dalle formiche per deporle in un barattolo nel quale pose come fonte alimentare vegetazione locale e insetti. Con notevole stupore di Janzen non solo le formiche morirono ma a un attento esame sulle acacie rivelò che anche queste morirono poiché furono consumate da altri insetti, dagli erbivori e soppiantate da specie vegetali concorrenti¹⁶¹. Tale tipo di simbiosi suggerisce come tale tipo di interrelazione tra esseri di specie diversa si sia co-evoluta a

¹⁶⁰ Audesirk G. & Audesirk T., (1999), "Biologia, la vita sulla Terra", Einaudi scuola, Torino, p. 610.

¹⁶¹ *Ibidem*

un grado di complessità ancora non del tutto chiara agli scienziati ma questo esperimento controllato dimostra come né l'acacia né le formiche possono sopravvivere da sole. Questo tipo di interrelazione dimostra anche come il rapporto tra essere umano e natura sia un'interrelazione mutualistica di "vecchia data" senza la quale il genere *Homo* non potrebbe sopravvivere se quest'ultima fosse totalmente trasformata nei suoi fattori essenziali.

Gli elementi fondanti della nostra società: il suolo da cui ricaviamo il cibo, le materie prime che ci servono per costruire le nostre abitazioni e realizzare gli abiti che indossiamo, l'acqua potabile che beviamo e l'aria pulita che respiriamo sono un insieme di elementi che messi insieme formano il "capitale naturale". Il loro vario combinarsi è in larga misura attribuibile alle differenze locali di forma e abbondanza delle creature viventi. Gli ecosistemi naturali sono in generale complessi, stabili e autosufficienti, alimentati dall'energia solare e riforniti di elementi nutritivi continuamente riciclati; tendono a purificare gli inquinanti tramite decompositori e arricchiscono il terreno di materiali nutritivi. Gli ecosistemi umani attuali sono relativamente semplici e mantenuti sul piano energetico con un largo impiego di combustibili fossili; contaminano il suolo e l'acqua e subiscono un incessante depauperamento di elementi nutritivi e terreno fertile. Questi problemi sono moltiplicati dall'incontrollato sviluppo demografico, che provoca un'espansione di ecosistemi dominati dall'uomo a scapito di quelli naturali. Come ho sottolineato gli ecosistemi umani non devono necessariamente essere distruttivi o estranei ai meccanismi degli ecosistemi naturali. Molte tendenze distruttive possono essere cambiate attraverso una riprogettazione degli ecosistemi umani a cominciare dal cuore di questi ultimi: le industrie e ruolo nella conversione dei loro processi di produzione per salvaguardare questo immenso capitale.

3.6 Industria e impatto ambientale

Come abbiamo visto precedentemente, industria e degrado ambientale sono strettamente connesse, questo è un dato di fatto incontrovertibile. Immissioni inquinanti di diversa portata con conseguenze che vanno dal cambiamento climatico al riscaldamento globale, dalla riduzione della fascia d'ozono all'inquinamento della catena alimentare sono tutte riconducibili all'industria. I danni ambientali provenienti dall'attività industriale possono essere suddivisi in due grandi categorie:

- a. Inquinamento industriale
- b. Inquinamento derivato da produzione energetica per il funzionamento dell'industria¹⁶².

Gli effetti della produzione industriale non sono solo relativi al processo di produzione ma prolungano la loro portata anche oltre, essendo, a volte, il prodotto stesso dannoso all'ambiente e non sempre è possibile effettuare controlli efficaci e tempestivi sulla loro tossicità: è stato valutato che sono circa 90.000 le sostanze chimiche, soprattutto organismi che disponibili sul mercato alle quali si aggiungono ogni anno almeno 1000 nuove sostanze. L'Environmental Protection Agency ha stimato in 500 il numero massimo annuale di sostanze per le quali è in grado di conoscere con sufficiente affidabilità gli effetti sulla salute e sull'ambiente. L'impatto ambientale del prodotto è anche sentito in sede di smaltimento dei rifiuti, in quanto non ci si preoccupa più di sviluppare processi innovativi del prodotto tesi al raggiungimento di un suo smaltimento più facile e soprattutto, di una vita più duratura del processo stesso. I danni originali della produzione industriale possono essere diretti e indiretti.

¹⁶² Padula L., (2007), *Dall'industria tradizionale a quella sostenibile*, Cassino: Università degli studi di Cassino, p 5.

I primi sono provocati da elementi velenosi o comunque dannosi per l'ambiente biotico andandosi così a inserire in quelle già complesse catene alimentari sconvolgendone le reti.

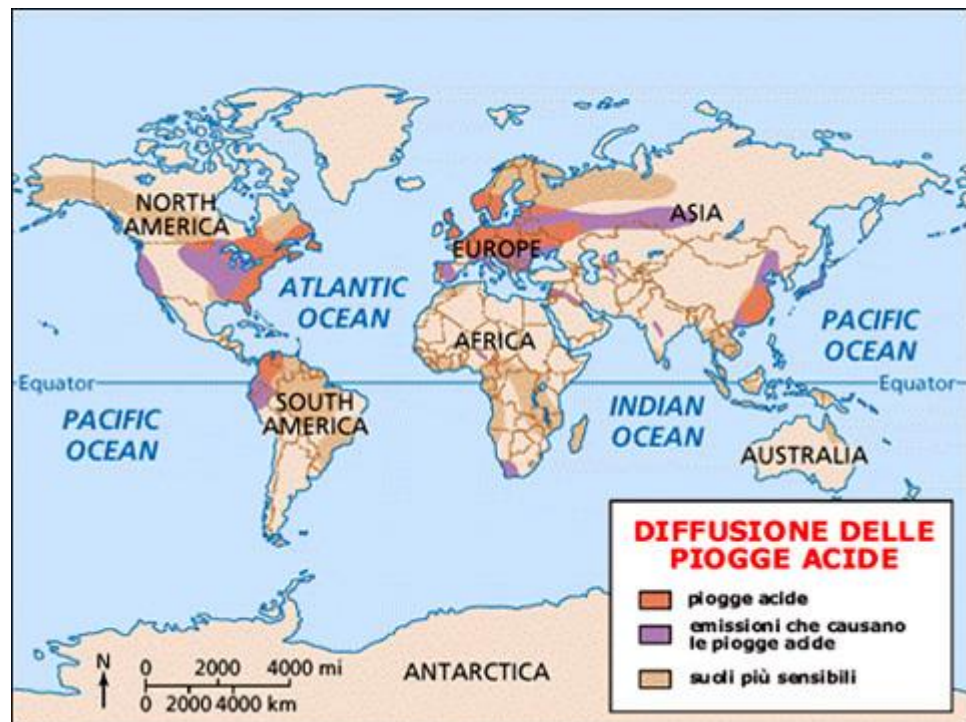
I danni indiretti sono quelli provocati dall'industria non attraverso l'emissione di sostanze inquinanti ma come conseguenza di alterazione dello stato fisico dell'ambiente. Questo può essere il caso della re-immissione dell'acqua calda nei corsi d'acqua dopo la utilizzazione nei processi di raffreddamento. Tale immissione a un primo colpo d'occhio non sembra provochi effetti nocivi, in realtà di nocivo non c'è niente, ma ciò provoca degli scompensi all'ecosistema locale che portano a successivi danni ambientali.

Un'altra distinzione possibile è quella tra fonti di inquinamento primarie e secondarie. Le prime sono quelle che coinvolgono gli ambienti più a diretto contatto con la fonte d'inquinamento, mentre le seconde interessano alcune località lontane dalle fonti di emissione. Uno dei fenomeni più importanti da questo punto di vista è quello delle piogge acide, causate dalla combinazione nell'atmosfera di anidride solforosa e ossido di azoto, due gas emessi da raffinerie, altoforni, centrali termoelettriche ma anche da mezzi di trasporto e dagli impianti di riscaldamento che tornano sulla terra sotto forma di acido solforico e acido nitrico¹⁶³. Le piogge acide creano gravi conseguenze alla vegetazione poiché alterano le sostanze nutrienti contenute nel suolo, deteriorano direttamente la vegetazione, provocano la morte biologica dei laghi a causa del loro aumento di acidità, alterano la qualità dell'acqua potabile.

Le piogge acide, come possiamo vedere nella mappa hanno maggiore intensità nelle aree dove è maggiore la produzione industriale, tale effetto è stato subito anche da paesi lontani da essi migliaia di chilometri un esempio sono i paesi scandinavi che hanno subito per anni e per prima l'effetto di tale fenomeno.

¹⁶³ Padula L., (2007), *Dall'industria tradizionale a quella sostenibile*, Cassino: Università degli studi di Cassino, pp.6-7.

Fig. 3.3..La diffusione delle piogge acide sulla terra. Come si evince il fenomeno è presente maggiormente nei paesi industrializzati.



Fonte: <http://www.nonsoloaria.com/piacdi.htm>

3.7 Industria compatibile e sostenibile

L'industria compatibile e l'industria sostenibile sono due momenti ben distinti all'interno dei processi di riconversione dell'industria verso pratiche che tengano conto della qualità ambientale¹⁶⁴.

Tra i due momenti l'industria sostenibile rappresenta il momento più alto di questo processo. In questa sede chiamerò industria sostenibile quella industria che compie una riprogettazione completa del ciclo produttivo e/o del prodotto che porti ad un uso razionale delle risorse e a una maggiore efficienza dei cicli

¹⁶⁴ Padula L., (2007), *Dall'industria tradizionale a quella sostenibile*, Cassino: Università degli studi di Cassino, p 10.

produttivi. Tale tipo d'industria usa materie prime riciclate o ricicla le scorie e rifiuti reimmettendoli nel ciclo produttivo.

Il risultato dovrebbe condurre ad un annullamento delle immissioni inquinanti, o a una loro limitazione, alla produzione di beni che hanno essi stessi una compatibilità ambientale e al risparmio energetico. Perché questi processi posano essere avviati occorre la stretta vicinanza delle imprese a centri di Ricerca e Sviluppo e una lungimiranza delle imprese stesse per quanto riguarda i costi di produzione.

L'industria compatibile con l'ambiente rappresenta un momento di passaggio dall'industria incompatibile (l'industria tradizionale) a quella sostenibile. La sua realizzazione presenta un'esecuzione più semplice, questo tipo d'industria adegua gli impianti al solo scopo di mettersi in linea con gli standard ambientali fissati dalle leggi in materia sulla base della migliore tecnologia disponibile in quel momento.

Questo adeguamento avviene attraverso l'installazione di impianti di depurazione all'interno del ciclo produttivo (*add-on*) o alla fine del ciclo produttivo (*end-of pipe*) permettendo così un abbattimento delle immissioni attraverso il trattamento degli inquinanti e lo smaltimento dei rifiuti. Il livello tecnologico di tali adeguamenti non è elevato come al precedente.

Un preciso settore industriale si occupa della progettazione, produzione e fornitura di impianti di depurazione destinati alle imprese che devono dotarsene. Non poche critiche vengono mosse all'industria compatibile poiché è spesso accusata di trasferire i carichi inquinanti da un corpo recettore all'altro senza risolvere il problema dalla radice¹⁶⁵. Inoltre nel lungo periodo i processi di trattamento a valle sono costosi, ma vengono preferiti alle tecnologie pulite, proprio per i risparmi immediati e anche perché vi è il timore da parte industriale che la tecnologia innovativa pulita possa contribuire a un irrigidimento degli standard ambientali, rappresentando così una sorta di "*boomerang*".

¹⁶⁵ Luca Padula, (2007), *Dall'industria tradizionale a quella sostenibile*, Università degli studi di Cassino, pp. 9-11..

Il passaggio da una industrializzazione incompatibile con l'ambiente e la sua tutela verso forme di industrializzazione non aggressive nei confronti dell'ambiente non avviene spontaneamente bensì è necessario che vi sia un intervento volontario esterno che esige tra principi

1. Imposizione di tasse ecologiche secondo il modello inquinatore-pagatore,
2. Imposizione alle imprese la limitazione degli scarti inquinanti prescrivendo dei valori massimi alle immissioni. Contestualmente vincola la localizzazione di imprese con produzione insalubri in aree distanti dai centri urbani e da zone di interesse ambientale,
3. Attuazione di politiche di disinquinamento: la limitazione degli scarichi inquinanti per rendere compatibili i processi produttivi viene affrontata dalle imprese agendo non solo sul processo produttivo bensì intervenendo alla fine del processo produttivo stesso attraverso accessori che abbattano le immissioni fino ai limiti consentiti dalla legge e trattano le scorie per contenere gli elementi dannosi che vengono successivamente smaltite secondo criteri simili allo smaltimento attuato in precedenza o nel caso in cui nei rifiuti permangono elementi fortemente dannosi per l'ambiente, si procede al loro stoccaggio in contenitori per impedire la loro dispersione e al trasporto di tali scorie¹⁶⁶. Anche le attività di disinquinamento sono successive al momento della produzione e seppure necessarie risolvono solo parzialmente il problema e solo in un momento successivo all'avvenuto danno ambientale.

Diversamente dalle industrie compatibili le industrie sostenibili sono attuate attraverso la cosiddetta tecnologia pulita, cioè attraverso modifiche sostanziali dei processi produttivi e una attenzione maggiore per i materiali usati e i

¹⁶⁶ *Ibidem.*

prodotti, tale da permettere un contenimento o un abbattimento totale delle scorie e delle immissioni in genere.

Rispetto alle prime in questo tipo di industrie ciò che muta è il passaggio da una politica di attenuazione del danno ambientale a una di annullamento e prevenzione del danno stesso: un intervento, dunque, non in coda ma all'interno del processo produttivo.

Nonostante questi presupposti vi è stata a lungo la tendenza da parte degli imprenditori, ma anche da parte dello Stato, a utilizzare processi di salvaguardia ambientale "in coda" piuttosto che modificare radicalmente il processo produttivo.

Le motivazioni di tale atteggiamento, che ha comportato sostanzialmente a un rallentamento dello sviluppo di tecnologia pulita, soprattutto in Italia, sono da ricercare nella maggiore semplicità di intervento e nel fatto che, non incidendo sul processo produttivo anche se non dovessero funzionare non si avrebbero grossi problemi poiché basta disattivarli. Inoltre vi è la certezza di una maggiore presa nei confronti della collettività, specie nelle politiche di disinquinamento al ciclo di produzione rappresentando il segno tangibile talvolta ostentato dalla volontà "disinquinante" degli operatori industriali e talvolta anche degli amministratori pubblici.

Negli ultimi tempi, si è avuto in Italia una seppur tiepida inversione di tendenza, sia da parte dell'industria che dello Stato, quest'ultimo incoraggiando o imponendo ai primi politiche di rinnovamento tecnologico del ciclo produttivo con l'obiettivo di raggiungere una tecnologia tendenzialmente pulita specie nello smaltimento delle scorie.

Le imprese dal canto loro si stanno però impegnando a intraprendere volontariamente progetti di riduzione degli impatti ambientali che ha portato ad affermare nuove assunzioni di responsabilità in campo ambientale.

Questa non è più tendenza effimera o una risorsa strumentale bensì una componente strutturale della moderna cultura d'impresa. Ciò ha condotto le aziende all'assunzione di nuovi strumenti che hanno trasformato la gestione aziendale in gestione ambientale.

3.8. La simbiosi industriale

All'intero della categorie delle industrie sostenibili rientra quella categoria denominata “*simbiosi industriale*”.

Nel 1992 il fisico Robert Frosch, introduce tale concetto in analogia con ecosistemi naturali e gli ecosistemi industriali, ossia di ecologia industriale, nell'ambito di un *Colloquium paper*¹⁶⁷.

Secondo Frosch, per analogia con gli ecosistemi naturali, un sistema eco-industriale, oltre a ridurre la produzione di rifiuti nei processi, dovrebbe massimizzare l'impiego efficiente dei materiali di scarto e dei prodotti a fine vita, come input per altri processi produttivi. Tale sistema può essere innescato, secondo Frosch, solo se si ha l'interazione di numerosi attori che concorrono a risolvere un numero congruo di potenziali problemi.

Nell'ambito delle azioni che possono essere realizzate per andare verso un sistema eco-industriale Frosch include, tra le altre, la progettazione dei prodotti finalizzata al riciclo/riuso a fine vita, l'internalizzazione dei costi di smaltimento dei rifiuti per prodotti e processi, la responsabilità del produttore.

Negli stessi anni Robert Ayres elabora la metafora della biosfera/tecnosfera al fine di spiegare ed illustrare i concetti di ecologia e metabolismo industriale (Tab.3.3).

L'analogia si basa sulle seguenti considerazioni: nella biosfera, l'evoluzione ha portato ad un uso efficiente dei materiali e dell'energia; nella tecnosfera, si assiste allo sfruttamento delle risorse ed al rilascio nell'ambiente di sottoprodotti inutilizzati (emissioni in aria, acqua, suolo); imparando dalla biosfera, la tecnosfera può progettare e gestire i propri processi cercando di migliorare la propria efficienza e limitando, il più possibile, il rilascio di fonti e sottoprodotti inutilizzati nell'ambiente.

¹⁶⁷. Frosch, R. A., (1991), “Industrial Ecology: A Philosophical introduction”, *National Academy Sciences USA*: vol. 89, pp. 800-803.

Tabella 3.1: La metafora di Ayres per illustrare la disciplina dell'ecologia industriale.

Ambiente	Mercato
Organismo	Azienda
Prodotto naturale	Prodotto industriale
Selezione naturale	Competizione
Ecosistema	Parco eco industriale
Nicchia ecologica	Nicchia di mercato
Anabolismo ¹⁶⁸ /Catabolismo ¹⁶⁹	Produzione/Gestione
Mutazione e selezione	dei rifiuti
Successione ecologica	Design for
Adattamento	Environment
Catena alimentare	Crescita economica
	Innovazione
	Ciclo di vita del
	prodotto

Fonte: Ayres U. R., (1989), “Industrial Metabolism”, *Technology and Environment*, Washington D.C., *National Academy Press*, pag. 23-49

Attraverso l'analogia con gli ecosistemi naturali, che si distinguono per il loro carattere ciclico, si introducono i concetti di metabolismo industriale e di

¹⁶⁸ *I processi anabolici.* L'anabolismo richiede, al contrario del catabolismo, energia. È un processo metabolico di tipo divergente, in quanto, partendo da un numero relativamente ristretto di tipi di molecole differenti, produce un'imponente varietà di nuove strutture. Questo processo implica l'aumento delle dimensioni cellulari e della complessità cellulare. Schematicamente si può descrivere la funzione anabolica come caratterizzata dalla produzione di energia e dalla formazione di nuovi costituenti cellulari. L'energia è ottenibile dalla luce del sole (come nelle piante), da composti inorganici (come nei batteri) o da altri composti organici (come nel caso dell'uomo).

¹⁶⁹ La via anabolica e quella catabolica sono strettamente e armonicamente interconnesse; tuttavia la loro indipendenza è notevole, sia per quanto concerne le vie metaboliche seguite, sia per i processi regolativi, sia riguardo la localizzazione intracellulare di tali processi

simbiosi industriale. Secondo Paul Hawken¹⁷⁰ l'ecologia industriale fornisce per la prima volta uno strumento di gestione integrata, su larga scala, che progetta le infrastrutture industriali “*come se fossero una serie di ecosistemi industriali interconnessi ed interfacciati con l'ecosistema globale*”¹⁷¹. Per la prima volta, l'industria sta andando oltre la metodologia del ciclo di vita e sta applicando il concetto di ecosistema al complesso delle attività industriali, collegando il metabolismo (industriale) di un'industria con quello di un'altra. Secondo Ayres con “metabolismo industriale” si intende “*la catena dei processi fisici che trasformano le materie prime e l'energia, oltre al lavoro, in prodotti e rifiuti*”¹⁷². Uno degli obiettivi della disciplina del metabolismo industriale è quello di studiare il flusso dei materiali attraverso la società al fine di comprendere meglio le fonti, le cause e gli effetti delle emissioni. Secondo Chertow, la “*Simbiosi Industriale*” coinvolge industrie tradizionalmente separate con un approccio integrato finalizzato a promuovere vantaggi competitivi attraverso lo scambio di materia, energia, acqua e/o sottoprodotti¹⁷³. Tra gli aspetti chiave che consentono il realizzarsi della simbiosi industriale ci sono la collaborazione tra imprese e le opportunità di sinergie disponibili in un opportuno loco geografico ed economico. Già Renner nel 1947 aveva introdotto il concetto di Simbiosi Industriale esplicando in un suo lavoro le interazioni che intercorrono tra industrie: “*ci sono rapporti tra le industrie, a volte semplici, ma spesso molto complessi, che entrano in gioco e complicano l'analisi. Tra questi uno dei principali è il*

¹⁷⁰ Paul Hawken nato l'8 Febbraio 1946 in California è un ambientalista, imprenditore e autore statunitense. Hawken ha scritto molti libri tra i quali ricordo: *The Magic of Findhorn*, *The Next Economy* (1983), *Growing a Business*, *The Ecology of Commerce* (1993), il lavoro di maggior successo di Hawken rimane *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution* (1999), scritto in collaborazione con i coniugi Amory Lovins and Hunter Lovins, tradotto in più di 26 lingue

¹⁷¹ Hawken P., *The Ecology of Commerce*, (1993), New York; Harper Business, in Cutaita L. & Morabito R., (2012), “Ruolo della Simbiosi industriale per la green economy. Uno strumento innovativo per la chiusura dei cicli delle risorse”, *EAI, Speciale I*, (<http://www.enea.it>)

¹⁷² Ayres U. R., “Industrial metabolism: Theory and policy” in Robert Ayres, Simons U.K. (Eds), “Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development”, *United Nations University Press*, pp. 320, Tokyo.

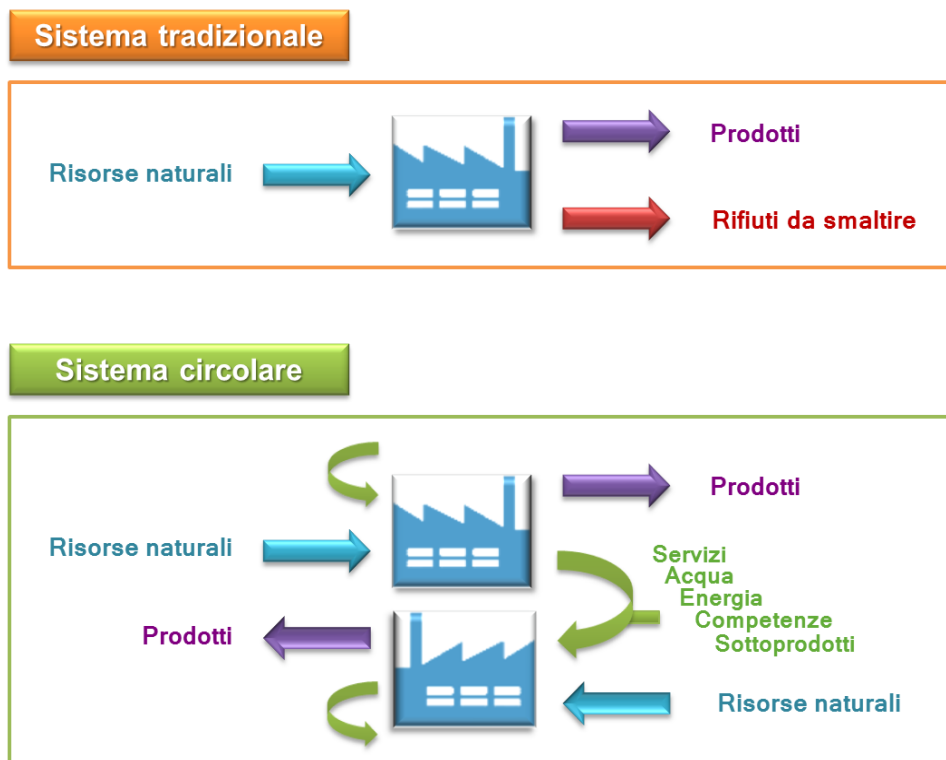
¹⁷³ Chertow M. R., (2000) “Industrial symbiosis: literature and taxonomy”, *Annual Review Of Energy And The Environment*, vol. 25, n. 1, pp. 313-337.

*fenomeno della simbiosi industriale. Con questo si intende l'insieme degli scambi di risorse tra due o più di industrie dissimili*¹⁷⁴.

La simbiosi industriale offre, quindi, uno strumento per la chiusura dei cicli delle risorse, proponendo la relazione, e quindi lo scambio di risorse, tra “dissimili”. Nella figura seguente viene proposto in sintesi il funzionamento di un sistema industriale di tipo "tradizionale", senza scambi tra realtà produttive, ed uno di tipo "ciclico", con scambio di materie prime-seconde, energia, servizi, acqua e competenze.

Fig. 3.4 Un esempio di produzione industriale tradizionale (sopra) dalla quale entrano risorse naturali ed escono prodotti ma anche molti rifiuti da smaltire.

Sotto un esempio di simbiosi industriale ove le risorse naturali entrano fuoriuscendo in prodotti ma anche in servizi, energia, acqua per rientrare come risorse naturali per un'altra industria per riuscire in prodotti



Fonte: <http://www.industrialsymbiosis.it/Simbiosi-Industriale/cosa/la-simbiosi-industriale>

¹⁷⁴ Renner, G.T.(1947), “Geography of Industrial Localization”, *Economic Geography*, 23, no. 3: p.167–189.

La simbiosi industriale quindi descrive un'interazione mutualistica di differenti industrie per beneficiare sul riuso dei flussi di rifiuti o di energia a cascata che si traduce in un sistema di produzione più efficiente delle risorse e un minor numero di impatti negativi ambientali. Dal punto di vista organizzativo la simbiosi industriale si può realizzare secondo diversi modelli, le esperienze fino a questo momento svolte in svariati paesi mostrano distretti di simbiosi industriale tipo: Kalundborg; parchi eco-industriali e le reti per la simbiosi industriale. È opportuno evidenziare che mentre nei primi due casi i meccanismi di simbiosi industriale che si realizzano sono suscettibili di minori variazioni il terzo tipo di approccio è molto meno vincolato e consente di realizzare interventi di simbiosi industriale variabili nel tempo e nello spazio.

3.9 Modelli di simbiosi Industriale: *Kalundborg Symbiosis*

Come abbiamo visto, in breve, precedentemente, la simbiosi industriale prevede lo scambio fisico di materiali, energia, acqua e sottoprodotti tra diverse organizzazioni.

Come vedremo più avanti nella trattazione le chiavi per una buona simbiosi industriale sono la collaborazione e le possibilità di sinergia offerta dalla vicinanza geografica. Ma rappresentare la simbiosi industriale come la descrizione dei flussi di risorse, sarebbe semplicemente riduttivo. Questa, in realtà, rappresenta un mezzo attivo per scegliere quelli che sono più utili in un sistema economico localizzato e organizzarsi di conseguenza. In ultima analisi, la simbiosi industriale si basa su una forma molto diversa di organizzazione rispetto ai tipici accordi commerciali tradizionali¹⁷⁵.

Quindi questo capitolo ha due obiettivi:

¹⁷⁵Ehrenfeld J. R. & Chertow R. M., (2002), "Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg", Part.4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp.334-350 in Ayres U.R. & Ayres L.W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc.

(a) discutere sulla simbiosi industriale come approccio collettivo al vantaggio competitivo attraverso l'esame di un distretto industriale in Danimarca: Kalundborg,

(b) prendere in considerazione le varie forme di organizzazioni industriale per avanzare l'ipotesi di una trasformazione che porti tale modello come quello migliore per una valorizzazione preferibile del capitale naturale.

Nei paragrafi precedenti abbiamo analizzato, sotto la lente biologica, che cosa s'intende per simbiosi. Trasportando gli esempi sopra descritti sulle varie metodologie che si possono trovare in natura, lo specifico tipo di simbiosi che incontriamo in questo ramo delle Ecologia Industriale può essere paragonato al noto simbiosi mutualistica (+,+), in quanto ci si riferisce alla situazione in cui due soggetti (due industrie) scambiano due tipi di materiali, che in condizioni "normali" non avverrebbero, e che questo tipo di scambio può riguardare l'energia o le informazioni in modo reciprocamente vantaggioso per entrambe¹⁷⁶. Dal momento che, le imprese lavorano insieme, queste si sforzano per un bene collettivo superiore alla somma dei singoli benefici che si potrebbero ottenere agendo da soli. Tale collaborazione può anche promuovere i valori sociali tra i partecipanti, che si possono estendere ai quartieri circostanti. Come descritto di seguito, le simbiosi non devono verificarsi entro i rigidi limiti di un 'parco', nonostante l'uso popolare del termine "parco eco industriale" per descrivere le organizzazioni impegnate in scambi¹⁷⁷. L'evoluzione di particolari forme di organizzazione industriale, è stata per lungo periodo un centro di dibattito fra gli economisti.

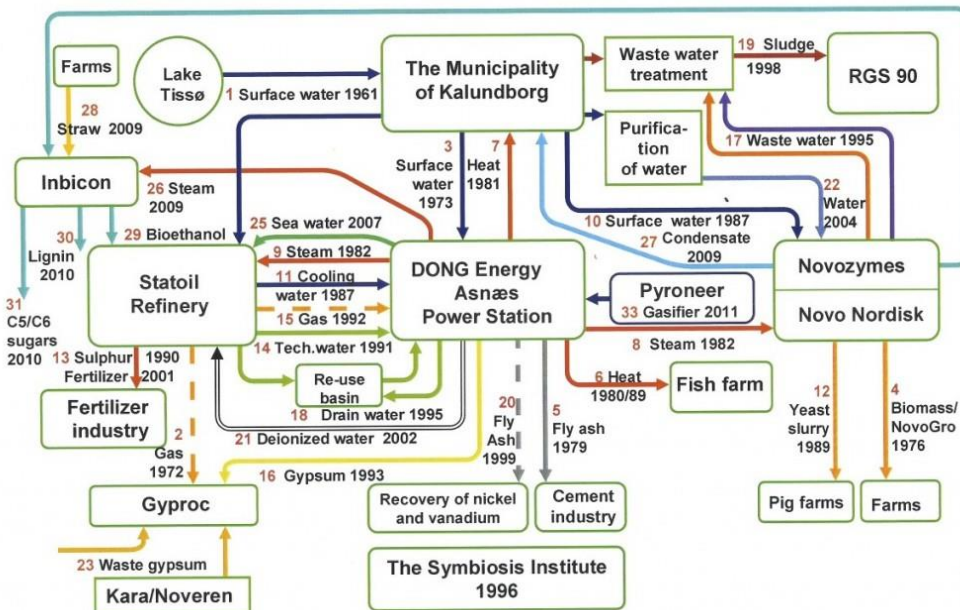
Una delle teorie dominanti in questo settore si basa sulla nozione che le imprese coinvolte in operazioni di "supply chain" (o prolungati cicli di vita dei prodotti) entreranno in tutte le disposizioni per minimizzare i costi di tali

¹⁷⁶ Miller, G. T., (1994), *Living in the Environment*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing in Ehrenfeld J. R. & Chertow R. M., *Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg*, Part.4, pp.334-350 in Ayres U. R. & Ayres L.W, (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc. pp.334-350.

¹⁷⁷ *Ibidem*

operazioni¹⁷⁸. In passato, i costi ambientali considerati erano relativamente piccoli e modalità tipicamente coinvolte erano varie, come l'integrazione verticale tradizionale dell'industria siderurgica. Più di recente, i costi di transazione derivanti dalla corretta gestione ambientale sono cambiate, ad esempio, il sistema di gestione dei rifiuti di imballaggio tedesco, Duales System Deutschland, è finanziato da quelle imprese che sono state assunte come responsabili ai sensi di una legge tedesca per il ritiro dei rifiuti di imballaggio. La legge ha creato un nuovo costo per queste che in sostanza si basa sull' interiorizzare quello che era prima un'esternalità¹⁷⁹. L'esempio di Kalundborg, in Danimarca, è un'altra finestra sul tipo di struttura organizzativa che è evoluta per riutilizzare risorse che sarebbero state sprecate e fornisce un eccellente esempio del potenziale di simbiosi industriale.

Fig.3.5 Rappresentazione grafica della Simbiosi Industriale (SI) a Kalundborg



Fonte: <http://www.symbiosis.dk/en>

¹⁷⁸ Williamson O. (1979), "Transaction cost economics: The governance of contractual relations", *Journal of Law and Economics*, vol 22 p. 233-262.

¹⁷⁹ Miller, G. T., (1994), *Living in the Environment*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing in Ehrenfeld J. R & Chertow R. M., *Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg*, Part.4, pp.334-350, in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc., pp. 334-350

Kalundborg è una municipalità danese a 100 km dalla capitale Copenaghen. Questa è oggi considerata un modello paradigmatico di ecologia industriale. Tale realtà rappresentata nella Fig.3.17 presenta un fenomeno di sviluppo con meccanismi di simbiosi industriali in ambiti territoriali, tra più realtà più o meno estese che nel tempo hanno realizzato specifici interventi per la chiusura e l'ottimizzazione dei cicli. Tale approccio viene definito in letteratura di *bottom-up*: un sistema di relazioni tra imprese che nasce interdipendentemente da una specifica programmazione, ma sulla base di specifici accordi tra due interlocutori che si accordano per realizzare scambi di materia, energia o servizi. Diversamente da questo modello distinguiamo un secondo gruppo, i parchi Eco-industriali, questi appartengono prettamente a iniziative di stampo statunitense, che sono state realizzate inizialmente e principalmente negli Stati Uniti e in Canada e in parte dell'Asia con risultati non molto soddisfacenti. Differentemente dal primo tipo, in questo si ha un approccio *top-down*: dove il parco eco-industriale è programmato, progettato e gestito sulla base dei principi dell'ecologia e della simbiosi industriale. L'aspetto tangibile quando si guarda per la prima volta la mappa di questa simbiosi è che questa comprende circa 18 collegamenti fisici (vedi 3.17). I sei attori locali principali che hanno sviluppato tale networks sono:

1. Power Station Asnaes, centrale elettrica 1.350 megawatt di potenza;
2. La raffineria Statoil gestito da A / S;
3. Novo Nordisk Novozymes, una casa farmaceutica danese,
4. Gyproc Nordic Oriente, una società di biotecnologie danese,
5. AS Bioteknisk Jordrens un produttore di cartongesso;
6. una società di bonifica dei terreni;
7. il comune di Kalundborg¹⁸⁰.

¹⁸⁰ Ehrenfeld J. R & Chertow R. M., (2002), "Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg", Part.4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp.334-350, in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc.

Oltre a questi di cui sopra, diversi sono gli utenti all'interno del commercio comune che fanno uso di flussi di rifiuti e delle risorse energetiche e che trasformano sottoprodotti in materie prime. Le imprese al di fuori della zona partecipano anche come destinatari di prodotti e materie. Le simbiosi di cui sopra non sono avvenute già predisposte da un programma ma esse si sono evolute gradualmente negli ultimi 30 anni, come ad esempio le imprese che hanno cercato di fare un uso economico dei loro sottoprodotti per ridurre al minimo i costi di adeguamento alle nuove norme ambientali.

Fig.3.6 La graduale evoluzione del sistema di simbiosi industriale a Kalundborg



Fonte: <http://www.symbiosis.dk/en/evolution>

Al centro di questo sistema di accordi vi è la Power Station Asnaes, la più grande centrale elettrica della Danimarca. Metà della centrale, prima che avvenisse tale evoluzione, era alimentata a carbone, mentre l'altra metà da un

combustibile denominato *orimulsion*¹⁸¹, un prodotto bituminoso prodotto da sabbie bituminose venezuelane. Esportando parte dell'energia precedentemente sprecata, Asnaes ha ridotto la frazione di energia disponibile di circa 80%¹⁸².

Dal 1981, il comune di Kalundborg ha eliminato l'uso di 3500 forni residenziali a gasolio distribuendo calore dalla centrale attraverso una rete di tubazioni sotterranee. I proprietari di case pagano per le tubazioni, ma ricevono, a basso costo, il calore in cambio. La centrale fornisce anche acqua raffreddata, precedentemente scaldata a 7°-8° gradi nel processo di raffreddamento, fornendola alla Fish Farm del loco che produce circa 200 tonnellate di trote all'anno. La centrale Asnaes offre anche vapore di processo per i suoi vicini, Novo Nordisk e Statoil. La Statoil riceve il 15% del suo fabbisogno di vapore mentre la Novo Nordisk riceve tutte le sue esigenze di vapore da Asnaes. La decisione di affidarsi completamente Asnaes per il vapore è stato voluto nel 1982, quando Novo Nordisk ha dovuto affrontare la necessità di aggiornare e rinnovare le sue caldaie.

L'acquisto di vapore dall'esterno è stato visto come un'alternativa più economica. Le due miglia dell'oleodotto a vapore costruito per l'interscambio è stato ripagato in due anni. Inoltre, l'inquinamento termico del vicino fiordo dall'ex scarico Asnaes è stato ridotto.

La centrale fornisce anche una materia prima di gesso alla Gyproc Nordic Orientale, un produttore di pannelli di rivestimento di proprietà della società britannica BPB¹⁸³.

Nel 1993, Asnaes ha completato l'installazione di "*sulfur dioxide scrubber*" che produce diossido di zolfo per essere poi venduto all'industria di gesso dal costo di \$115 milioni di dollari¹⁸⁴.

¹⁸¹ Combustibile fossile proveniente dal bacino del fiume Orinoco (Venezuela), costituito da una finissima dispersione di bitume in acqua. http://www.enea.it/it/enea_informa/le-parole-dellenergia/glossario/parole/orimulsion (21 gennaio 2015)

¹⁸² Ehrenfeld J. R & Chertow R. M., (2002), "Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg", Part.4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp.334-350, in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc

¹⁸³ *Ibidem*

Grazie a questi tipi di investimenti condotti dall'Asnaes, questa è diventato il principale fornitore per le esigenze di gesso della Gyproc. In previsione dal 2000 Asnaes ha cercato un'ulteriore riduzione di CO₂ e se nel 1998 aveva trasformato la metà della pianta da carbone a orimulsion, sopra descritto, il raggiungimento di un 18% di riduzione di CO₂ in realtà ha aumentato il tenore di zolfo dei fanghi del scrubber così da produrre circa 170.000 tonnellate di gesso all'anno.

Di conseguenza, Asnaes ora ha la capacità di soddisfare tutti i requisiti di gesso per la Gyproc. Quest'ultima otteneva il gesso da un impianto di lavaggio da una centrale elettrica tedesca e anche dalle miniere spagnole a cielo aperto, ma lo scambio tra le industrie non finisce qui in quanto le circa 70.000 tonnellate di ceneri volanti e i resti di produzione di energia a carbone, è venduto da Asnaes per la costruzione di strade e per la produzione di cemento. La raffineria Statoil di proprietà norvegese, produce una vasta gamma di prodotti petroliferi dal gas all'olio pesante, questa si trova dall'altra parte della strada vicino alla Asnaes, dalla quale attira 80.000 tonnellate di vapore. Secondo l'ufficiale di controllo ambientale del prodotto (Ole Becher,1998), della produzione di 4,8 milioni di tonnellate di greggio all'anno questo può essere utilizzato internamente o venduto alla Asnaes, una volta che lo zolfo è stato rimosso.

Nel 1990, Statoil ha costruito un impianto di desolforazione che produce zolfo liquido e che viene spedito ad una società per la conversione in acido solforico. Oggi, circa 20.000 tonnellate di fertilizzante liquido sono prodotti con tiosolfato, che è un importante sottoprodotto della Statoil.

Nel 1972, Statoil ha iniziato a costruire tubazioni di gas butano per Gyproc eliminando la pratica comune di gas di scarico. Tale sistema viene ora utilizzato come back-up per la fornitura idrica pubblica.

¹⁸⁴ Miller, G. T., (1994), *Living in the Environment*, Belmont, CA: Wadsworth Publishing in Ehrenfeld J. R & Chertow R. M., (2002), "Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg", Part.4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp.334-350, in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc

La scarsità delle acque sotterranee presenti a Kalundborg generalmente è stata affermata come la forza motrice che ha portato molti dei partner insieme¹⁸⁵. Nei primi anni 1960, la necessità di acque superficiali ha portato ad un progetto della Statoil per portare rifornimenti dal Lago Tisso, circa 50 chilometri da Kalundborg, Asnaes e Novo Nordisk, in seguito hanno aderito pure loro al progetto. Dal 1987, Statoil ha convogliato 700.000 metri cubi per anno di acqua di raffreddamento al Asnaes, dove viene purificata e utilizzata come acqua di alimentazione della caldaia. Statoil ha anche trattato acque reflue per metterle a disposizione dell'Asnaes, la quale utilizza circa 200 000 metri cubi l'anno per la pulizia.

Tali Legami simbiotici hanno ridotto il consumo totale di acqua da parte delle imprese partecipanti di circa il 25 per cento e, nella centrale, del 60 per cento.

A pochi chilometri da Asnaes è situata la Novo Nordisk, azienda leader mondiale nella produzione di insulina ed enzimi. Lo stabilimento impiega più di 1000 persone. Novo Nordisk fa il suo mix di prodotti di fermentazione, sulla base di colture agricole, che vengono convertiti in prodotti di valore da parte di microrganismi. I fanghi ricchi di sostanze nutritive rimangono dopo che i prodotti sono raccolti così, dal 1976, Novo Nordisk distribuisce tale prodotto a circa un migliaio di aziende agricole vicine, le quali lo utilizzano sul terreno come fertilizzante. Dopo il trattamento termico il fango viene distribuito in tutta la campagna da una rete di oleodotti e autocisterne. Novo Nordisk produce 3000 metri cubi di fanghi al giorno, ma in grado di immagazzinarli per tre giorni. Il fango è dato via al posto del venduto, che riflette le preoccupazioni della ditta per la sicurezza di smaltimento. Tre dipendenti a tempo pieno si coordinano per la sua consegna. Distribuire i fanghi come fertilizzante era il modo meno costoso per rispettare le norme che vietano Novo Nordisk di scaricare i fanghi direttamente in mare. Inoltre, il

¹⁸⁵ Ehrenfeld J. R & Chertow R. M., (2002), "Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg", Part.4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp.334-350, (J. Christensen, comunicazione personale 1998), in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc

surplus di lievito per la produzione di insulina di Novo Nordisk è venduto come mangime a un alto valore nutrizionale per gli animali.

Senza un'attenta analisi, può sembrare che l'effetto di Kalundborg sia quello di bloccare le vecchie tecnologie per trovarsi in una situazione di dipendenza reciproca. I fatti non lo confermano, ma piuttosto indicherei Kalundborg come un sistema dinamico e flessibile. Sebbene abbiamo elencato molti dei progetti, come la produzione di Statoil di acido solforico; alcuni di questi non sono mai decollati, come ad esempio il progetto dell'Asnaes di costruire serre che sarebbero state alimentate a vapore. Esistono molte motivazioni per perseguire la progettazione di simbiosi industriali, queste possono essere dirette o indirette. Le motivazioni più evidenti sono motivi di lavoro convenzionali; per esempio, la condivisione di risorse in grado di ridurre i costi e / o aumentare i ricavi. Un altro livello di simbiosi industriale come abbiamo visto può migliorare la sicurezza delle risorse a lungo termine, aumentando la disponibilità delle risorse critiche, come l'acqua, l'energia, o particolari materie prime. Il caso di Kalundborg è emblematico perché non nasce da una programmazione urbanistica ed industriale ma, invece, si è andato sviluppando nel corso degli anni in maniera si potrebbe dire fisiologica a partire dall'iniziativa dei singoli che hanno saputo intuire i vantaggi anche economici derivanti dal sistema di sinergie messe in atto: i meccanismi di simbiosi industriale realizzati consentono, infatti, di ridurre i costi di produzione attraverso l'accesso a risorse secondarie di costo inferiore ed allo smaltimento remunerativo degli scarti di processo. Le relazioni di simbiosi operanti a Kalundborg si sono sviluppate progressivamente a partire dal 1961 ai giorni nostri, fino a creare una rete molto complessa tra la municipalità e le imprese insediate nel territorio.

Storicamente, quello che viene spesso descritto come "collocazione spontanea" delle imprese nei distretti industriali ha dimostrato di dare origine a molti benefici pubblici e privati, tra cui la disponibilità di lavoro, l'accesso al

capitale, l'innovazione tecnologica e l'efficienza delle infrastrutture¹⁸⁶. Eppure, la letteratura moderna su questi " agglomerati economici " domina soprattutto per i benefici ambientali che si hanno attraverso l'agglomerazione e la condivisione delle risorse¹⁸⁷.

Il complesso Kalundborg è un modello di organizzazione industriale simbiotico che propone una tassonomia di cinque tipi di scambio di materiale diverso¹⁸⁸:

1. attraverso scambi di rifiuti (Tipo 1);
2. all'interno di una struttura, azienda o organizzazione (Tipo 2);
3. tra le imprese co-ubicate in un parco eco-industriale definito (Tipo 3);
4. tra le imprese locali che non sono co-localizzati (Tipo 4)
5. tra le imprese organizzate "virtualmente" in una regione più ampia (tipo5).

Esaminiamo ora più dettagliatamente questi cinque tipi di scambio che vengono ad attuarsi all'interno dell'ecosistema di simbiosi industriale:

• Attraverso lo scambio di rifiuti (Tipo 1);

Molte aziende riciclano, donano o vendono materiali recuperati attraverso terzi rivenditori o altre organizzazioni. Storicamente, i commercianti di rottame si sono organizzati in questo modo. Più recentemente, i programmi di riciclaggio municipali sono diventati parte di terzi per i clienti commerciali e residenziali che forniscono materiali di recupero che vengono trasportati attraverso il comune. Questa forma di scambio è tipicamente unidirezionale ed è generalmente concentrato nella fase di fine vita. Lo scambio di rifiuti formalizzano opportunità commerciali con la creazione di Hard Copy o di

¹⁸⁶ Duranton G. & D. Puga, (2003) Micro-foundations of urban agglomeration economies. *National Bureau of Economic Research Working Paper* 9931. <http://dsl.nber.org/papers/w9931pdf> (Gennaio 2015)

¹⁸⁷ Chertow M. R. & Lombardi D. M. (2005), "Quantifying economic and environmental benefits of eco-located firms, *Environmental Science and Technology*, 39 (17), pp. 6535-6541.

¹⁸⁸ Chertow M., (2000) "Industrial symbiosis: literature and taxonomy", *Annual Review Of Energy And The Environment*, vol. 25, n. 1, pp. 313-337.

elenchi on-line dei materiali se una organizzazione desidera smaltire e un'altra organizzazione ha bisogno.

La scala degli scambi può essere locale, regionale, nazionale o globale e può coinvolgere chimici altamente specializzati o anche elenchi di oggetti necessari per area. Gli scambi organizzati in questo modo realizzano diversi risparmi di ingresso-uscita su base “*trade-by-trade*”, piuttosto che di continuo¹⁸⁹.

- All'interno di una struttura, azienda o organizzazione (Tipo 2);

Alcuni tipi di scambio materiale possono verificarsi principalmente all'interno dei confini di una organizzazione piuttosto che con una collezione di terzi. Le grandi organizzazioni spesso si comportano come se fossero entità separate e possono approssimare un approccio plurimandatario di simbiosi industriale. Guadagni significativi possono essere fatti all'interno di un'organizzazione, considerando l'intero ciclo di vita dei prodotti, processi e servizi, comprese le operazioni a monte come gli acquisti e la progettazione del prodotto¹⁹⁰.

- Tra le imprese co-ubicate in un parco eco-industriale definito (Tipo 3);

In questo approccio, le imprese e le altre organizzazioni situate nell'equivalente di un parco industriale sono in grado di scambiare energia, acqua e materiali e possono fare di più per condividere informazioni e servizi come l'ottenimento di permessi, trasporto e commercializzazione, ma è possibile coinvolgere altri partner 'oltre il recinto'¹⁹¹.

- Tra imprese locali che non sono nella stessa ubicazione (Tipo 4);

Questo tipo di scambio prende come punto di partenza ciò che è già in atto in una zona, che collega le imprese esistenti insieme con la possibilità di inserire

¹⁸⁹ Ehrenfeld J. R & Chertow R. M., (2002), “Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg”, Part.4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp. 334-350, in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton, Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc.

¹⁹⁰ *Ibidem*

¹⁹¹ *Ibidem*

qualche nuovo elemento Un esempio classico di questo di tipo di simbiosi è proprio Kalundborg, in cui i partner primari non sono contigui, ma sono all'interno di un raggio di due miglia. Anche se in questa zona non era previsto un parco industriale, la vicinanza delle aziende ha permesso loro di usufruire di materiali, flussi idrici ed energetici già esistenti ma che dovevano essere convertiti.

- Tra imprese organizzate “virtualmente” in una regione più ampia (Tipo 5) Dato l'alto costo di movimento e di altre variabili critiche che entrano nelle decisioni circa la location aziendale, molto poche sono le imprese che si trasferiranno solo per essere parte di una simbiosi industriale. In riconoscimento di questo, il modello di tipo 5 scambi dipende da collegamenti virtuali piuttosto che di collocazione nello stesso loco.. Mentre parchi eco-industriali virtuali sono imprese basate “place-based”, questo tipo di scambi consentono benefici fino a comprendere una comunità economica regionale in cui il potenziale per l'identificazione di sottoprodotti e scambi è notevolmente aumentato grazie semplicemente al numero di imprese che possono essere impegnate. Un'ulteriore caratteristica interessante è la possibilità di includere le piccole imprese agricole periferiche, i cui scambi possono avvenire o a mezzo di condutture, come in Kalundborg, o in camion, per quelli più lontano. Si potrebbe sostenere che i gruppi auto-organizzati, come la rete di rottami metallici, rivenditori di impianti che alimentano particolari mulini o sottosistemi, come l'auto-riciclaggio potrebbero rientrare in questo tipo di categoria¹⁹².

I tipi di scambio di materiale come il 3°, 4° e 5° hanno molte caratteristiche in comune con la nozione più generale di rete di produzione di sviluppo industriale presentato da Piore e Sabel (1984) nella loro analisi sul successo dell'economia artigianale nella regione Emiliano- Romagnola¹⁹³. Associazioni

¹⁹² Frosch R. et al. (1997), “The industrial ecology of metals: A reconnaissance ” ,*Philosophical Transactionof the Royal Society of London*, Vol.355, pp. 1335–1347

¹⁹³ Piore, M. J. & Sabel C. F., (1984),”*The Second Industrial*”, Divide, New York: Basic Books.

di categoria attive, servizi condivisi, come gli acquisti e la garanzia della qualità, legami familiari e comunitari sono tra i fattori che contribuiscono al successo di tali distretti industriali.

3.10 Il Network come base per una nuova economia

Come abbiamo visto in breve il nuovo campo emergente di ecologia industriale sfida l'idea tradizione del “ *trade off*” tra economia e prestazione ambientali introducendo nuove prospettive nell'organizzazione dell'attività industriale tradizionale concentrandosi sul miglioramento dell'efficienza delle risorse e dell'energia del sistema industriale nel suo complesso attraverso lo scambio di materiali e flussi di energia in tutto il sistema. Industriale.

L'ecologia industriale, in tal modo si propone una nuova organizzazione, nuove attività e un nuovo funzionamento che rispecchia quello dei sistemi naturali in cui i rifiuti e sottoprodotti sono successivamente riutilizzati. All'interno di questo settore, come abbiamo osservato precedentemente parlando dei collegamenti tra imprese, questi riguardano l'aspetto principale del flusso di risorse attraverso le reti delle imprese. Come ho sottolineato prima le chiavi per una buona simbiosi industriale sono: la collaborazione, la sinergia tra imprese, e le possibilità offerte dalla vicinanza geografica. Al di là della fattibilità tecnica degli scambi, anche gli elementi sociali svolgono anche un ruolo fondamentale nello sviluppo di un network¹⁹⁴, pertanto è interessante carpirne gli elementi essenziali per un ulteriore sviluppo.

Nel processo di simbiosi industriale sviluppato a Kaledoburg per più di quattro decenni le aziende del settore hanno sviluppato una complessa rete di materiale e scambi energetici tra loro che hanno permesso di ridurre l'impatto

¹⁹⁴ Domenech T. & Davies M., (2009), “The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks”, *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp. 68-99.

ambientale del settore industriale stabilendo flussi di rifiuti da utilizzare come materie prime e di produzione di energia a cascata.

Questo ecosistema industriale, ha portato ad una significativa riduzione del volume di rifiuti prodotti ma anche ad importanti risparmi economici, come indicato nelle tabelle 3.2 e 3.3.

Tab. 3.2 I benefici annuali del network di Simbiosi Industriale a Kalundborg

RISORSE/flusso di emissione	RISPARMIO all'anno
Acque sotterranee	2,9 mill m3
Acque disuperficie *	1,0 mill m3
Zolfo liquido	20.000 Tn
Biomassa	319.000 m3
Biomassa (lievito slurry)	42.500 Tn
Le emissioni di CO2 **	64, 460 Tn
Emissioni di SO2 ***	53 Tn
Emissioni di NOx ***	89 Tn
Acque reflue ****	200.000 m3
Gesso	170,000 Tn

Fonte: Domenech T. & Davies M., (2009), "The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks", *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp. 68-99-, in Christensen , 2006, (comunicazione personale)¹⁹⁵

¹⁹⁵ Christensen, comunicazione personale 2006; Jacobsen, 2006; Chertow, 2001; Novo Nordisk contabilità verde; Statoil rapporto ambientale; contabilità verde Novozymes; Dong rapporto ambientale; Intervista dati.¹⁹⁵

I dati si basano su diversi anni, ma principalmente si basano su calcoli effettuati da Christensen nel 1998 (comunicazione personale); tuttavia, il risparmio idrico incorpora ulteriori risparmi realizzati dopo il 2004 per la sostituzione delle acque sotterranee da acque di superficie trattata dalla Novozymes. * Acque superficiali sostituito da acqua di mare a Asnaes ** Le riduzioni delle emissioni sono calcolate come una stima della riduzione di olio combustibile pesante derivato dalla produzione di calore ed energia combinati (20.000 tn combustibile pesante fattore petrolio * 3.223 conversione CO 2). *** SO2 e NOx si basano su dati del 2002, Jabobsen (2006). Questi valori dovrebbero essere inferiore, poiché l'unità 5 da Asnaes non viene più alimentato con oriemulsion; l'emissioni di CO2

Tab.3.3 Parametri Economici del network di Simbiosi Industriale

Investimenti / Importo risparmio	IMPORTO
Investimenti	US\$ 78.5 mill.
risparmio annuo	US\$ 15 mill.
risparmi accumulati	US\$ 310 mill

Fonte: Domenech T. & Davies M., (2009), “The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks”, *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp. 68-99-, in Christensen , 2006, (comunicazione personale)

Anche se le prime esperienze di cooperazione sono datate negli anni '60 e i collegamenti limitati alla disponibilità delle risorse idriche della zona, il numero dei progetti, come abbiamo visto, (Fig.3.6), con il passare degli anni è cresciuto fino a 22 progetti, che consistono nello scambio e il riutilizzo di diversi tipi di flussi di rifiuti¹⁹⁶.

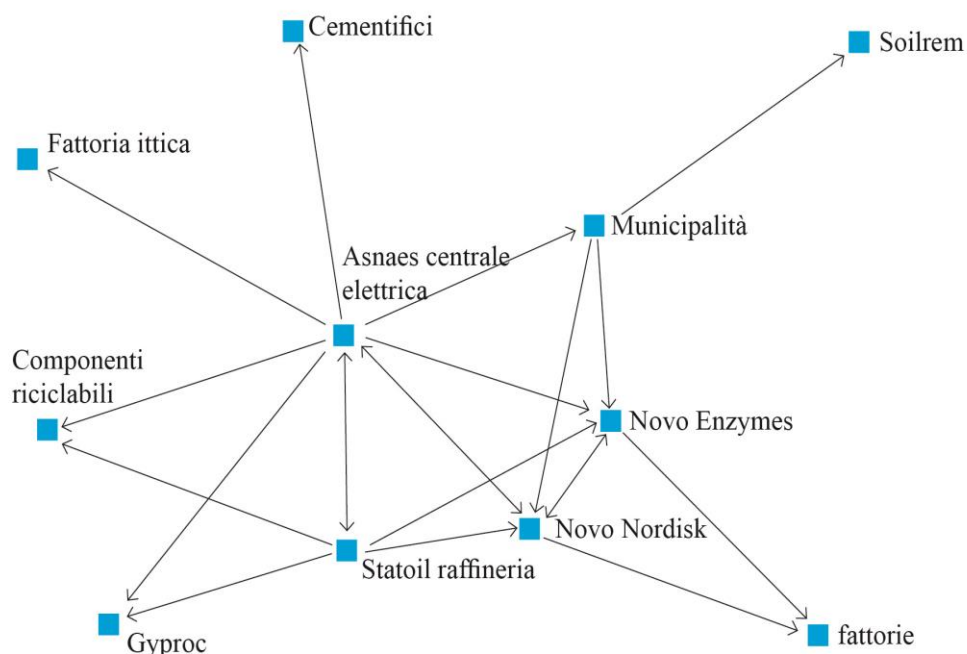
L'istituzionalizzazione della rete ha avuto luogo solo nel 1996, quando le aziende hanno deciso di creare l'Istituto Simbiosi¹⁹⁷ come piattaforma per diffondere la loro esperienza e anche per contribuire alla individuazione di nuove potenziali aree di cooperazione.

può, al contrario, possono essere maggiori, a seguito della sostituzione del combustibile (carbone per oriemulsion); **** Questo valore è calcolato come una stima di ricircolo delle acque reflue a Asnaes

¹⁹⁶ *Ibidem.*

¹⁹⁷ Istituto Simbosi: <http://www.symbiosis.dk/en/akademia>

Fig.3.7 Rappresentazione grafica del network di simbiosi industriale a Kalundborg



Fonte: Domenech T. & Davies M., (2009), “The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks”, *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp. 68-99, in Frosch A R., “Industrial ecology: A Philosophical introduction”, *Proc. National Academy of Sciences USA*, Vol. 89, pp. 800-803.

La Figura Fig.3.7 mostra la rappresentazione grafica della rete. Si tratta di un grafico orientato, e quindi costituito da archi diretti, che indicano la direzione del collegamento.

Il grafico, come rappresentazione della struttura della rete, già fa luce sulle sue proprietà, offrendo una certa approssimazione all'idea di centralità e di densità.¹⁹⁸

¹⁹⁸ *Ibidem*

Come già accennato, Kalundborg è una piccola rete, costituita da sei nodi principali e un numero di nodi secondari, che agiscono come destinatari di alcune degli scambi generati nella rete. La dimensione della rete è un elemento critico nel determinare la struttura della stessa, in quanto ha un impatto, senza scordare gli aspetti come la densità e la connettività. Nelle reti più piccole, come quella qui sotto studio, gli attori hanno maggiori probabilità di essere collegati. Un altro tipo di nodi di rete rilevanti per la nostra analisi sono i nodi di alto grado (cioè, i nodi che sono collegati a un gran numero di altri nodi e i nodi ponte (cioè, i nodi che collegano due reti separate)¹⁹⁹

Nelle reti più piccole, come quella qui sotto studio, gli attori hanno maggiori probabilità di essere collegati.

L'analisi della struttura nucleo periferia della rete definisce due appartenenze: nucleo / periferia (classe 1 e 2).

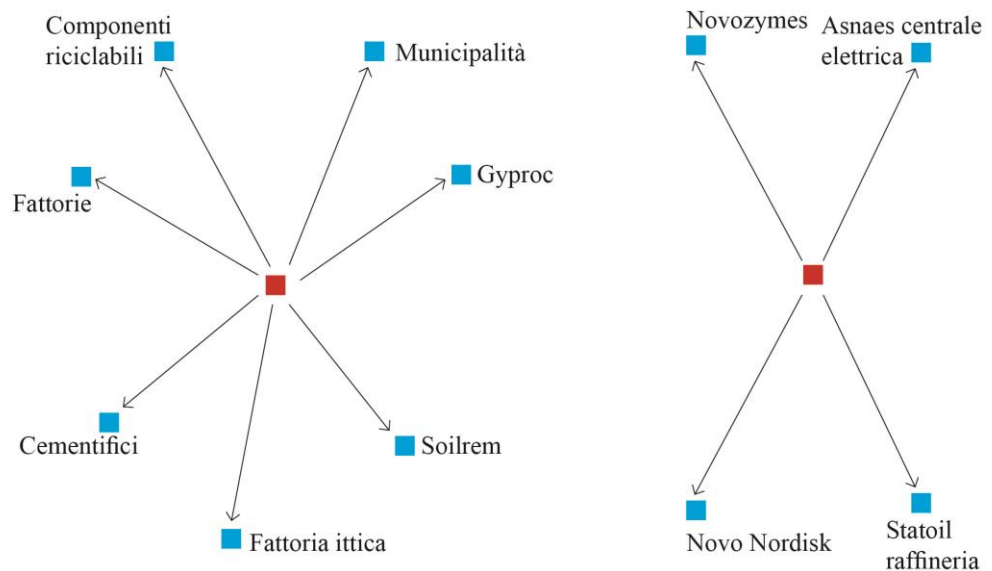
La classe 1 indica il centro della rete, mentre 2 è composto dai nodi della periferia:

1: Centrale elettrica, Novo Nordisk, Novozymes, Asnaes, raffineria Statoil

2: Gyproc, Soilrem, Comune, piscicoltori, Cement, fattorie, riciclatori, componenti.

¹⁹⁹ Sillari, G, "Training on Social Norms Report", Università *LUISS Guido Carli*, https://www.academia.edu/4080908/Social_Norms_Training_Report

Fig. 3.8. Rappresentazione del nucleo/periferia del network di simbiosi industriale a Kalundborg



Fonte: Domenech T. & Davies M., (2009), “The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks”, *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp. 68-99, in Frosch A R., “Industrial ecology: A Philosophical introduction”, *Proc. National Academy of Sciences USA*, Vol. 89, pp. 800-803.

Il calcolo per identificare, lungo la rete la maggior presenza di connessioni, richiede la disponibilità di algoritmi matematici che in questa sede provocherebbe un dilungare della trattazione, ma possiamo spiegare che la maggiore densità di connessioni avviene con due diverse modalità: i) i nodi del nucleo hanno frequente comunicazione formale e informale; ii) erano i primi membri della rete e quindi hanno una storia più lunga di interazione e cooperazione, che ha contribuito allo sviluppo di protocolli formali e informali di comunicazione e di legami sociali e affettivi tra gli attori iii) la cooperazione negli anni ha contribuito a livelli elevati di reciproca fiducia e iv) in molti casi, le aziende sono collegate da più di una borsa che scorre su base continua.

D'altra parte, alcuni elementi comuni che caratterizzano i nodi nella periferia sono: una comunicazione meno frequente tra i nodi periferici il nucleo²⁰⁰; ii) lo scambio di informazioni è generalmente collegato solo ai progetti concreti o agli scambi; iii) in molti casi agiscono proprio come destinatari di flussi di rifiuti, e le loro relazioni sono principalmente regolati da meccanismi di mercato che non lasciano spazio per le relazioni integrate e per lo sviluppo. Quando si analizza la struttura centro-periferia della rete simbiotica di Kalundborg per i diversi contenuti transazionali, si evince che solo i cambiamenti significativi possono essere apprezzati quando si considerano i flussi immateriali. Nel caso della “rete di conoscenze”, il nucleo è più popolato perché esso è composto da sei soggetti appartenenti formalmente alla rete istituzionalizzata. Ciò può essere spiegato dal fatto che l’Istituto di Simbiosi ha contribuito a formalizzare lo scambio di informazioni e conoscenze tra gli attori, aumentando in questo modo la densità della rete.

A causa delle piccole dimensioni della rete, i ponti locali potrebbero essere utili per il collegamento ad altre potenziali reti attraverso gli attori periferici, aumentando così le possibilità di creazione di nuovi collegamenti. Tuttavia, in questo caso, non sono stati identificati ponti locali. Questo può effettivamente compromettere la capacità della rete per connettersi ad altri nodi e, quindi, possono limitare le opportunità di innovazione esogena.

Nonostante questi pochi limiti Kalundborg dimostra che esiste un enorme potenziale di miglioramento ambientale attraverso la simbiosi industriale.

Alcuni confronti con altri siti dimostrano Kalundborg come un fenomeno storico singolare, le cui condizioni particolari fanno sì che sia improbabile riprodurle. Prima di tutto, ci sono le solite ragioni di business per cui tali progetti potrebbero non essere attraenti, sulla base di barriere che ogni impresa

²⁰⁰ Sillari, G, “Sustaining Safe Sanitation and Hygiene Practices through Enhanced Behavior Change Communication Models. Training on Social Norms Report”, Università *LUISS Guido Carli*, con il support di SNV e UNICEF. p. 15

deve affrontare: il rischio, la finanza, la mobilità dei capitali o la disponibilità di maggiori opzioni *pay-back*, questi motivi da solo non possono provocare la formazione di parchi, ci deve essere una quantità sufficiente di materiali per fare scambi, né si può essere concentrati su quando la simbiosi ha senso, dal momento che, ad esempio, che l'acqua dolce potrebbe essere scarsa in un sito e abbondante in un altro. Come per tutti i progetti ambientali, le indicazioni sono *site-specific* in quanto la geografia del luogo è presupposto fondamentale, altri presupposti è il ruolo della regolamentazione, sia per promuovere che per ostacolare il progresso, queste sono due elementi che devono essere attentamente considerati in questi progetti di sviluppo non tradizionali.

3.11 Non Sprecare il capitale naturale

Ogni giorno i plessi industriali di tutto il mondo come un metabolismo biologico mantengono la propria produzione con enormi quantità di flussi materiali. L'industria ingurgita energia, metalli, minerali, acqua, foreste, prodotti agricoli, ed elimina rifiuti solidi e liquidi ed emettono gas che costituiscono la "spazzatura" in forma molecolare. Gli scarti solidi prendono la strada delle discariche, dei depositi, degli impianti di riciclaggio e dell'oceano. I rifiuti in forma molecolare finiscono nell'atmosfera, negli oceani, nei fiumi, nei ruscelli, nelle falde acquifere, nel terreno, nelle piante e nell'uomo.

Come il flusso del sangue nel sistema circolatorio anche i flussi dei materiali industriali sono del tutto o in buona parte invisibili. Li diamo per scontati allo stesso modo dei processi fisiologici del nostro corpo. Anche se ciò che ci è più evidente di tale metabolismo è costituito dai beni di consumo che la gente acquista o utilizza ogni giorno questi rappresentano solo una piccola quota dei materiali indispensabili a mantenere lo standard di vita cui siamo abituati. Il flusso quotidiano dei materiali di scarto, i residui delle attività edilizie e minerarie, ceneri volatili malta, detriti, sedimenti. Una differenza

fondamentale tra i processi industriali e i processi biologici è nella natura della produzione. I sistemi viventi sono regolati da fattori limitanti quali le stagioni, il clima, l'irraggiamento solare, le caratteristiche del suolo, la temperatura, tutti fenomeni governati da processi di feedback che in natura operano in modo continuo. Elementi come il carbonio, lo zolfo, l'azoto vengono costantemente riciclati. I sistemi industriali, invece, ricevono il loro feedback dalla società sotto forma di andamenti di Borsa, dirigenti, impiegati, strumenti di monitoraggio e hanno largamente ignorato le retroazioni ambientali. Il ciclo dei materiali attinge a un capitale naturale di alto valore e restituisce rifiuti.

Nel 1996 due studiosi del MIT, Womack James e Daniel Jones nel loro libro *Lean Thinking* descrivono il metabolismo industriale viene tracciato seguendo il percorso di una lattina di Cola inglese a partire dalla sua nascita. Il percorso inizia con l'estrazione di una tonnellata di bauxite dalle miniere australiane proseguendo in uno stabilimento chimico che con un procedimento di mezz'ora la riduce in mezza tonnellata di ossido di alluminio. Quando è stata accumulata la quantità sufficiente di compost essa viene caricata in un enorme container per essere spedita in Svezia e Norvegia dove le centrali idroelettriche forniscono energia a basso costo per poi restare un paio di mesi in una fonderia che con un altro procedimento di due ore per ogni mezza tonnellata di ossido di alluminio viene trasformata in un quarto di tonnellata di alluminio. Dopo circa due settimane questi vengono trasportati agli stabilimenti di laminazione in Svezia o Germania dove qui saranno modellate per prendere la forma desiderata. Rispedite per lo stabilimento di imbottigliamento dove vengono nuovamente lavate e riempite con la bevanda fatta di acqua, sciroppo aromatizzato, fosfato, caffeina e anidride carbonica. Lo zucchero proviene dalle coltivazioni di barbabietola della Francia ed anch'esso sottoposto a trasferimenti e a varie fasi di lavorazione. Le lattine piene vengono sigillate con lamine di alluminio al ritmo di 1.500 al minuto, confezionati in cartoni stampati con gli stessi colori e decorazioni. Cartoni fatti con polpa di legno fornita dagli alberi di un bosco svedese o siberiano, o dalle foreste vergini della Columbia Britannica, abitate da orsi, lontre e aquile. Dopo essere state

risistemate sui pellet le lattine partono verso i distributori locali e dopo breve tempo verso i supermercati dove solitamente nel giro di tre giorni viene acquistata²⁰¹.

Ogni prodotto comune nasconde una storia simile, un analogo inventario non registrato di materiali, di risorse e di impatti; nonché una analoga quota di rifiuti derivati dal consumo. In Germania tutto ciò viene definito “zaino” ecologico. Il quantitativo di scarti generati dalla fabbricazione di un chip supera centomila volte il suo peso, quello prodotto da un computer portatile è di quasi quattromila volte il suo peso²⁰². Un’impronta ecologica si calcola sommando i flussi di materiali e di energia indispensabili per sostenere un’economia o un settore economico. Tali flussi vengono poi convertiti in misure standard che esprimono la capacità di produrre risorse richiesta agli ambienti terrestri e acquatici. La superficie di territorio complessivamente necessaria per supportare una data attività o produzione è la sua impronta ecologica.

Dal 1900 a oggi, a livello globale, l’area produttiva disponibile pro capite diminuita da 5 ettari e mezzo a un ettaro e mezzo, di cui meno di mezzo ettaro è coltivabile, d’altro canto, la superficie necessaria per sostenere la popolazione nei paesi industrializzati è aumentata da un ettaro pro capite del 1900 alla media di quattro ettari e mezzo del 1900 all’attuale deficit di quasi tre ettari. Per consentire agli abitanti del pianeta di vivere come un americano o un canadese ci vorrebbero altre due Terre, e ovviamente altre tre nel caso la popolazione dovesse raddoppiare e complessivamente dodici pianeti come il nostro standard di vita mondiale dovessero migliorare tanto da raddoppiare il proprio “peso” nei prossimi quarant’anni²⁰³.

²⁰¹ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, pp. 40-41.

²⁰² Anderson R.C. (1998), *Mid-Course Correction*, Peregrinzilla Press, Interface Corp, Atlanta (GA) in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p. 41.

²⁰³ Wackernagel M. E Rees W., (1995), *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society Publishers, Gabriola Island (BC), Canada (trad Italiana *L'impronta ecologica, Come ridurre l'impatto dell'uomo sulla terra*, Edizioni Ambiente

L'industria smaltisce più di 1.800 tonnellate di materiali allo scopo di offrire alle famiglie ciò di cui ha bisogno ma sebbene queste cifre siano americane è anche vero che i paesi in via di sviluppo generalmente aspirano a un'economia simile a quella americana, ma molti di essi stanno crescendo e si stanno industrializzando ben più rapidamente di quanto non si avvenuto nei paesi oggi più ricchi. Come abbiamo potuto osservare nel 2° capitolo, in Inghilterra c'è voluto oltre un secolo, all'epoca della rivoluzione industriale, per raggiungere il raddoppio dei redditi; la Corea ha impiegato meno di venticinque anni, gli Stati Uniti hanno raggiunto il medesimo obiettivo a cinquant'anni dall'inizio del processo d'industrializzazione; la Cina ci ha messo solo nove anni. Lo sconcertante ritmo di produzione di rifiuti degli Stati Uniti potrebbe dunque essere presto sorpassato dal resto del mondo che ha complessivamente una popolazione ventun volte superiore. A causa della natura dell'attuale sistema industriale, il mondo si trova ora ad affrontare tre diverse crisi che minacciano la civiltà del ventunesimo secolo:

1. deterioramento dell'ambiente naturale,
2. il progressivo degrado sociale in termini di illegalità,
3. la mancanza di impegno nel gestire la sofferenza umana e il benessere sociale

Tutti e tre questi fenomeni hanno una causa in comune: lo spreco; la soluzione in comune deve essere quella di imparare ad affrontare responsabilmente questo problema . l'utilizzo di troppe risorse per rendere più produttivi troppi pochi individui è una formula che potremmo definire ormai un cimelio del passato di nessuna utilità per il presente e il futuro. La perdita dei servizi forniti dal capitale naturale sta già imponendo costi severi: nonostante le

1996, II ed. 2000) in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p. 41.

contorte teorie economiche e i sistemi contabili ideati per persuaderci che non si tratta di un problema rilevante, questi sono percepibili e innegabili.

Se la crescita del capitale prodotto dall'uomo, inoltre, viene davvero influenzata dalla perdita di capitale naturale, si dovrebbero trovare indicatori economici e sociali di questo fenomeno, proporre parametri identificabili e riconoscibili sia dagli imprenditori che dai politici. Quando gli indici economici convenzionali si discostano a tal punto dalla realtà significa che stiamo assistendo all'agonia di un sistema di valori condivisi che diviene sempre più debole proprio mentre gli esperti ci rassicurano su come solo questo tipo di crescita sia in grado di risolvere i problemi che essa produce²⁰⁴.

Nel suo articolo Jonathan Rowe afferma che il “ *prodotto interno lordo non è che una misura approssimativa dell'attività del mercato e dei movimenti di denaro [...] soprattutto se si focalizza soltanto su quella fetta della realtà che gli economisti hanno scelto di considerare, cioè quella delle transazioni monetarie*”²⁰⁵. Che il Pil non venga apprezzato da molti non è una sorpresa oggi molti economisti si ricredono sull'effettivo valore di questo indice già nel 1972 William Nordhaus e James Tobin denunciavano che la massimizzazione del PIL non è un obiettivo politico appropriato e che un metodo di valutazione con quale viene calcolato fa sì che un paese potrebbe esaurire le proprie risorse²⁰⁶.

E' di fondamentale importanza che le aziende controllino il metabolismo del settore industriale al quale appartengono e incomincino a mutarne il corso. Le aziende che arriveranno per prime ad adottare questa prospettiva e a mettersi in gioco con lungimiranza saranno le prime a dimostrare come sia possibile fornire ciò di cui le persone hanno bisogno, pur riducendo drasticamente i flussi di materiale.

²⁰⁴ Rowe J., (1996), “ Major Growing Pains”, *U.S. New & World Report*, (21 ottobre).

²⁰⁵ *Ibidem*.

²⁰⁶ Abramovitz J.N., (1998) “Putting a Value on Nature's “Free” Service”, *WorldWatch* 11 (1), *Times*, (29 Aprile) in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p. 41.

Stiamo distruggendo i sistemi più produttivi della Terra, mentre con la statistica impediamo a noi stessi di vedere il problema. L'economia non può essere una guida affidabile fino a quando il capitale naturale non verrà incluso nei bilanci delle aziende, dei paesi, del mondo. Allo stato attuale il sistema capitalistico si fonda su criteri di contabilità che potrebbero portare al fallimento qualsiasi azienda. Un'economia sana ha bisogno di comportarsi come se al capitale naturale e a quello umano fosse riconosciuto un valore adeguato. Quando si smetterà di trattare il capitale naturale come un bene gratuito, illimitato e di interesse trascurabile e lo andremo a considerare una parte integrante e indispensabile dei processi produttivi, l'intero sistema di contabilità subirà una trasformazione così come il valore delle cose.

Conclusioni

L'industria costruisce le cose, prende materiali e li trasforma secondo le forme desiderate, questi oggetti vengono distribuiti, venduti, usati, scartati e poi ributtati sul o sotto il suolo. Poiché l'utilizzo economico non crea e non distrugge la materia ma ne cambia la dislocazione, la forma e il valore in pratica gli stessi quantitativi vengono poi restituiti sotto forma di rifiuti e inquinamento.

Ci vorrebbero molte altre pagine per descrivere tutte le possibilità di risparmio energetico e di materiali nei vari campi, data la diversità e la complessità delle attività produttive penso che per incrementare la produttività energetica e dei materiali si possono classificare sei categorie che spesso si rinforzano a vicenda già incontrate nel campo della simbiosi industriale di Kaledmburg:

- Progettazione
 - Nuove tecnologie
 - Controlli
 - Cultura aziendale
 - Nuovi processi produttivi
 - Risparmio di materiali²⁰⁷
-
- Progettazione

Con tale categoria si vuole intendere tutti i tipi di apparecchiature che oggi sono in uso e sono stati progettati con criteri sbagliati. Ciò porterebbe prima di tutto a grandi risparmi nelle apparecchiature “base”, come valvole, ventilatori, scambiatori di calore, isolamenti e praticamente in tutti gli elementi progettati tecnicamente per i sistemi che utilizzano energia, in tutte le applicazioni in

²⁰⁷ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente,p.50.

tutti i settori. Questo tipo di efficienza non si basa su nuove tecnologie ma su una migliore applicazione di quelle esistenti già dai tempi della Regina Vittoria²⁰⁸.

- Nuove Tecnologie

Sono molte le rivoluzioni che serpeggiano nei vari campi della scienza e della tecnica nuovi materiali, nuove tecniche di fabbricazioni, nuovi approcci progettuali, molte possono fondersi in modelli produttivi inaspettati, cioè in tecnologie molto più potenti della somma delle loro parti. L'innovazione non sembra essere prossima all'esaurimento: le tecnologie oggi disponibili possono far risparmiare anche il doppio dell'elettricità rispetto a soli cinque anni fa. Il trend di razionalizzazione è stato notevole per tutti gli ultimi 15-20 anni e si è avvalso delle nuove tecnologie in grado di ottenere più lavoro da ogni unità di energia e materiale. Recentemente però sembra aver preso il sopravvento il cambiamento nella mentalità progettuale, cioè la ricerca di come applicare le tecnologie esistenti.

- Controlli

Come già osservato precedentemente nei paragrafi riguardante il sistema di simbiosi industriale a Kaledumburg questa si basa principalmente su un network autorganizzato.

Penso che il prossimo passo della distribuzione dell'intelligenza è quello dei sistemi che si auto-organizzano in ogni campo. I sistemi di controllo gerarchico hanno un capo centralizzato verso le diverse stratificazione dell'autorità. L'intelligenza distribuita, invece usa molti decisori decentrati con pari poteri che interpretano la realtà secondo regole comun, interagiscono

²⁰⁸ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente,p.53.

e imparano l'uno dall'altro, controllano i loro comportamenti collettivi attraverso l'interazione delle diverse decisioni locali, in modo molto simile a quello che accade in un ecosistema. Questo modello di tipo ecosistemico, dove molte piccole parti si uniscono a formare un insieme altamente adattabile, sta prendendo piede, via via che si organizzano sistemi complessi che si adattano in coevoluzione con l'ambiente che li circonda. Così il modo di ciò che viene costruito verrà sempre di più ad assomigliare al modo di ciò che nasce²⁰⁹: i prodotti fabbricati saranno sempre più organizzati e controllati dalla biologia, proprio perché i sistemi biologici evolvendosi hanno già messo a punto soluzioni progettuali vincenti.

Questo fa capire come molti progettisti cominciano ad applicare nell'industria l'esperienza di miliardi di anni di progettazione incorporata nei principi biologici. Un impianto i cui operatori per ottimizzare processi con centinaia di variabili interagenti, si basano sull'intuizione o sulla fortuna, è già perdente rispetto all'impianto che si è affidato a computer dotati di intelligenza artificiale e "algoritmi genetici"²¹⁰ in grado di trovare la soluzione migliore utilizzando versioni matematiche della selezione naturale darwiniana.

Le fabbriche che funzioneranno in modo veramente intelligente non avranno più bisogno di speciali sistemi di controllo. Anche i più complessi processi verranno guidati con l'indifferente facilità con cui le cellule si adattano alla miriade di agenti biochimici e di interazioni ecosistemiche dell'ambiente che li circonda.

²⁰⁹ Wann D. (1990), *Biologic: Environmental Protection by Design*, Johnson Books, Boulder (CO) in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale: La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p.52.

²¹⁰ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p. 55.

- Cultura Aziendale

Una organizzazione in grado di apprendere supererà sempre un'azienda popolata di persone che schiacciano bottoni e controllano quadranti²¹¹. Utilizzando efficaci strumenti di misurazione, simulazione, emulazione e rappresentazione grafica è possibile trasformare la progettazione e i processi produttivi da fenomeni lineari (richiesta-progetto-realizzazione-ripetizione), in fenomeni ciclici (richiesta-progetto-realizzazione-misurazione-analisi-miglioramento-ripetizione). Un business che ignora le misurazioni resterà sempre indietro nell'ottimizzazione dei costi. Molte aziende ogni anno spendono cifre eccessive per circuiti ad aria compressa senza sapere che impianti e sistemi di gestione più efficienti possono far ottenere risparmi fino al 50%, che ripagano i costi iniziali in sei mesi.²¹²

- Nuovi processi

Le innovazioni di processo aiutano a tagliare segmenti, materiali e costi. Raggiungono migliori risultati se gli input si semplificano e sono più convenienti. In tutti i settori dell'industria si cominciano a registrare tentativi in tal senso . Una delle aree dove si fanno passi da gigante (Kaledomburg in questo senso ne è stato un precursore) è quella dei processi ad alta temperatura che vengono sostituiti da modelli di tipo biologico che utilizzano microorganismi ed enzimi. Secondo uno studioso del Biomass Institute di Winnipeg Ernie Robertson ci sono tre modi di trasformare il materiale calcareo in materiale da costruzione, tagliarlo in blocchi, tritularlo e cuocerlo circa a 1.500°C oppure darlo da mangiare a una gallina che dopo poche ore lo trasforma in un guscio d'uovo assai più resistente. Lo stesso Robertson aggiungeva che se fossimo bravi come le galline potremmo copiare questa

²¹¹ *Ibidem*

²¹² Atmospheric Pollution Prevention Division, USEPA, (1997), " Role of Technology Atlas, E. Source Boulder (CO)

elegante tecnologia che si svolge a poco più della temperatura ambiente e diffonderla velocemente su larga scala.²¹³

La natura è un'infinita fonte di informazioni, in natura non si accumula ma ciò che può essere mangiato: i materiali scorrono in cicli che trasformano il rifiuto in cibo (si pensi ad esempio allo scarabeo stercorario , capace di vivere a temperature elevatissime, di mangiare ciò che gli altri animali lasciano dopo la digestione e infine di acquisire i liquidi necessari mettendosi sul dorso e accumulando l'umidità che si fa scorrere così lungo la piccola bocca) e i cicli sono sufficientemente brevi da consentire che effettivamente il rifiuto possa arrivare a essere mangiato. Chi si occupa di nuove tecnologie dovrebbe cercare di fare lo stesso.

Nei prossimi decenni la scarsità di risorse diventerà sempre di più una sfida fondamentale che qualunque sistema produttivo dovrà affrontare nella consapevolezza che essa rappresenta una variabile strategica da tenere in seria considerazione per nuove politiche di sviluppo.

L'efficienza dei materiali è una lezione di progettazione biologica: la bioimitazione può improntare non solo i processi produttivi ma anche la struttura e la funzione dell'intera economia e alla società. Un' economia riprogettata ecologicamente non funzionerà come un ecosistema aggressivo e colonizzatore, ma come un ecosistema maturo, quello che gli ecologi definiscono di "Tipo Tre"²¹⁴, un esempio può essere quello di una foresta stabile di querce, la cui economia sostiene molteplici forme di ricchezza biologica con input modesto. Secondo Benyus "*non abbiamo bisogno di inventare un mondo sostenibile: è già stato fatto*"²¹⁵, aggiungerei che dobbiamo solo imparare a ottenere il massimo di ricchezza dal minimo flusso di materiali.

²¹³ Benyus J. M., (1997) *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, William Morrow, New York (NY) in Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p.55

²¹⁴ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p.59

²¹⁵ Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG), Edizione Ambiente, p.59

- Risparmiare materiali

Ultima ma non meno importante categoria è quella riguardante il risparmio dei materiali. Nell'attuale mondo capitalistico la gioia del consumismo deriva soprattutto dal continuare ad accumulare cose diverse, ma se si applica il ragionamento a gran parte delle produzioni industriali funziona molto meglio. Gli oggetti oggi costruiti, soprattutto quelli di ambito domestico, hanno un'intensità di materiali da dieci a ottanta volte superiori a quelli professionali. Gli oggetti sarebbero molto più economici se fossero progettati con più semplicità, un buon design utilizza meno materiale e crea oggetti più belli e funzionali.

Oggi tale processo è facilitato dall'uso di mezzi computerizzati che calcolano gli stress e il materiale necessario per costruire un oggetto. Un'altra strada verso la valorizzazione del capitale naturale passa, come più volte detto, attraverso l'efficienza con cui le materie vengono convertite nel prodotto finito. Questo dipende maggiormente dal processo produttivo; oggi molti stanno cominciando ad usare processi detti “*net shape*” e “*near net shape*”, ossia processi a forma definita e a forma semi definita i quali fanno sì che praticamente ogni molecola di materiale che entra nel processo ne esca sotto forma di prodotto finito²¹⁶.

Tali tipi di produzioni come ad esempio la *net shape* apre la porta ad un altro risparmio: invece di assemblare molte piccole parti, si può fabbricare un unico pezzo di forma perfetta. I modi per eliminare gli scarti di lavorazione sono estremamente vari: razionalizzare i tagli, migliori combinazione tra materiali, migliore qualità nel processo produttivo o usare solo “accenni di materia che il designer Buckminster Fuller ha definito “effimerizzazione”.²¹⁷ Secondo un

²¹⁶ Womack J. P. & Jones D.T. (1996), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York, riportato in “Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection” Harvard Bus Rev, settembre/ottobre.

²¹⁷ Baldwin J. (1996), *Bucky works Buckminster Fuller's Ideas for Today*, J. Wiley, New York (NY). Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale: La prossima rivoluzione industriale*, Città di Castello (PG), Edizione Ambiente, p. 62.

noto autore J. Baldwin “*meno è la materia usata per una funzione, più il progetto si avvicina al principio puro*”²¹⁸. La sfida che attende nei prossimi anni l’umani è una sfida che si “*combatterà*” sulle materie e sugli scarti. Per rispondere a questa, le organizzazioni internazionali e i governi hanno posto grande enfasi al ruolo della *green economy* e alla sua capacità di generare un ri-orientamento dell’attuale sistema produttivo verso processi e prodotti eco-sostenibili. Ciò, infatti, può determinare un uso più efficiente delle risorse, evitando così un’eccessiva pressione dell’uomo sulla biodiversità, sugli ecosistemi e su servizi che questi forniscono, cioè sul quel capitale naturale che rappresenta un *asset* strategico di vitale importanza per la specie *Hominide*. In questo quadro la possibilità che le imprese hanno di minimizzare nella loro attività lo spreco di risorse e/o di riutilizzare nel proprio processo produttivo i rifiuti generati da aziende vicine, permetterebbe di attivare dei processi di collaborazione di tipo “*win win*”²¹⁹ sia in termini economici che ambientali. In tale direzione, l’ecologia industriale, come paradigma teorico, e la simbiosi industriale, come modello operativo, rappresentano dei validi punti di riferimento per generare un’interazione virtuosa tra impresa e territorio. Il sostegno all’attivazione di simili iniziative appare un efficace strumento di *policy* per favorire un nuovo modello di sviluppo che, attraverso la riconfigurazione in senso circolare dei sistemi produttivi, riesca a salvaguardare il capitale naturale dell’economia; con questo modello, infatti, “*le aziende possono diventare più competitive grazie ad un pianificazione strategica e al miglioramento delle performance economiche e ambientali...[e]...le comunità locali possono convivere con i sistemi industriali e infrastrutturali senza rinunciare alla qualità della vita*”²²⁰.

²¹⁸ *Ibidem*

²¹⁹ La Monica M. & Cutaia L., (2014) “La simbiosi industriale come modello per lo sviluppo sostenibile economici territoriali”, p.152, XXVI Convegno annuale di Sinergie, “*Manifattura: quale futuro?*”, Cassino, Università di Cassino e del Lazio Meridionale

²²⁰ Gessa R. & Conti G., (2010) “Parchi Eco Industriali e simbiosi industriale”, *Ambiente Risorse e Salute*, vol. 4, n. 127, pp. 6-13.

Negli ultimi dieci anni, riconoscendo l'importanza di modellare asimmetrie informative e conseguenze impreviste, gli economisti hanno rivolto la loro attenzione a epistemiche formalizzazioni integrate che escludono dall'analisi la consapevolezza²²¹. Oggi più che mai, infatti, si assiste e si assisterà sempre più a una “corsa” degli Stati nazione nell'acquisizione di informazioni del mercato delle materie prime. Tali “privatizzazioni” da parte dei paesi più ricchi sulle risorse nei “Paesi più Poveri” (un esempio può essere la geopolitica della Cina sul Continente Africano) provocherà sempre più disparità e ineguaglianze tra classi sociali allargando sempre di più tale forbice, provocando così una forte polarizzazione dei conflitti sull'accaparramento delle risorse. Oggi l'uomo si trova davanti un insieme di sfide che vanno al di là di soluzioni individualiste e unidirezionali. Se applicassimo tali soluzioni ai settori nevralgici della nostra società: economici, politici e sociali, ci presteremo a progettare un futuro pieno di incertezze e se in passato i conflitti sono stati circoscritti generalmente all'interno dello stesso paese, “nel prossimo futuro potrebbero assumere dimensioni macroscopiche” in quanto la sola popolazione urbana su scala mondiale entro il 2035 supererà la cifra di 5 miliardi su un totale di più di 8 miliardi”²²² e ciò, a mio avviso richiederà un “costrutto” molto forte del modello di vita della società umana. Un risposta iniziale a tale groviglio di problemi potrebbe essere cercata nella classificazione scientifica del nostro essere Uomini, e precisamente sotto le voci di Genere e Specie. L'umanità si è , infatti, spinta nel suo lungo percorso evolutivo a idealizzare e a progettare il proprio modello più sul primo che sul secondo. Credo che un cambio di paradigma possa iniziare da questo ossia smettere di pensare al Genere e cominciare a pensare da Specie

²²¹ Sillari G., (2008)“Quantified Logic of Awareness and Impossible Possible Worlds,” *Review of Symbolic Logic*, 1(4):1-16

²²² Giordano A. (2010), «Cultura dell'acqua e paesaggi mediterranei», in Giordano A., Micoli P. (a cura), *Paesaggio culturale, sostenibilità e spazio euro-mediterraneo*, Collana Ricerche e Studi della Società Geografica Italiana, n. 21, Roma: Società Geografica Italiana,

Bibliografia

Abramovitz J.N., (1998) “Putting a Value on Nature’s “Free” Service”, *WorldWatch* 11 (1), *Times*, (29 Aprile).

Angela P., (1988), *Quark Economia (Per capire un mondo che cambia)*, Milano: Garzanti Libri.

Atmospheric Pollution Prevention Division, USEPA, (1997), “Role of Technology Atlas”, E. Source Boulder (CO).

Audesirk G. & Audesirk T., (1999), *Biologia, la vita sulla Terra*, Torino: Einaudi scuola

Ayres U.R. & Ayres L.W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton: Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc.

Ayres U. R., (1989), “Industrial Metabolism”, *Technology and Environment*, Washington D.C., *National Academy Press*.

Ayres U. R., (1994), “Industrial metabolism: Theory and Policy”, Ayres U. R., in Simons U. K. (Eds), “Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development”, *United Nations University Press*, Tokyo.

Ayres U. R. & Udo E. S., (1994), “Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development”, New York: *New York University Press*.

Bagliani M., Dansero E., (2012), *Politiche per l’ambiente. Dalla natura al Territorio*, Torino: Utet, Universitaria.

Baines J. & Målek J., (1980), *Atlante dell’antico Egitto*, a cura di Alessandro Roccati, (1985), Novara: De Agostini: p. 35.

Baldwin J. (1996), *Bucky works Buckminster Fuller's Ideas for Today*, J. Wiley, New York (NY).

Banini T., (2011), *Il cerchio e la linea. Alle radici della questione ambientale*, Milano: Edizione Ambiente.

Behringer W., (2013), *Storia culturale del clima: Dall'era glaciale al Riscaldamento globale*, Bologna: Bollati Boringhieri.

Chertow M. R. & Deschenes P. J., (2004) "An Island Approach to Industrial Ecology: Towards Sustainability in the Island Context.", *Journal of Environmental Planning and Management* Vol. 47, No. 2, pp. 201-217.

Chertow M. R. & Lombardi D. M., (2005), "Quantifying economic and environmental benefits of co-located firms", *Environmental Science and Technology*, 39 (17), pp. 6535-6541.

Chertow M. R., (2000), "Industrial symbiosis: literature and taxonomy", *Annual Review Of Energy And The Environment*, vol. 25, n. 1, pp. 313-337.

Chertow M. R., (2004), "Industrial Symbiosis", *Encyclopedia of energy*, vol. 3, *The Massachusetts Institute of Technology and Yale University*, pp. 407-415.

Chertow M. R., (2007), "Uncovering" Industrial Symbiosis", *Journal of Industrial Ecology*, vol. 11, n.1, pp. 11-30.

Cipolla M. C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Universale Peperbacks, Il Mulino: Bologna.

Costanza R., (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature* n. 387, pp. 253-260.

David B., (2006), *The Conquest of Nature, Water, Landscape, and the Making of Modern Germany*, London: Jonathan Cape,

Domenech T. & Davies M., (2009), “The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks”, *Progress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp. 68-99, in Frosch A. R., “Industrial ecology: A Philosophical introduction”, *Proc. National Academy of Sciences USA*, Vol. 89, pp. 800-803.

Ehrenfeld J. R. & Chertow R. M., (2002), “Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg”, Part. 4, *Industrial Ecology at the National /Regional Level*, pp. 334-350 in Ayres U. R. & Ayres L. W. (2002), *Handbook of Industrial Ecology*, Northampton: Massachusetts (USA), Edward Elgar Publishing, Inc.
Frisch M., (2012), *L'uomo nell'Olocene*, Torino, Einaudi.

Frosch R. & Gallopoulos N., (1989), “Strategies for Manufacturing”, *Scientific American*, vol. 266, p. 144-152.

Frosch R., (1991), “Industrial Ecology: A Philosophical introduction”, *National Academy Sciences USA*, vol. 89, pp. 800-803. Paper presentato a un *colloquium* intitolato “Industrial Ecology” organizzato da C. Kumar N. Patel, alla *National Academy of Sciences*, Washington DC., May 20 and 21 1992.

Frosch, R. A., William C. Clark, Crawford J., Sagar A., Tschang F. T. & Weber A. (1997), “The industrial ecology of metals: A reconnaissance”, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol.355, pp. 1335-1347.

Giordano A. (2010), «Cultura dell'acqua e paesaggi mediterranei», in Giordano A., Micoli P. (a cura), *Paesaggio culturale, sostenibilità e spazio*

euro-mediterraneo, Collana Ricerche e Studi della Società Geografica Italiana, n. 21, Roma: Società Geografica Italiana

Giordano A. (2013), «L'insostenibile nesso prezzi agricoli, crisi alimentari e migrazioni», in *Bollettino della Società Geografica Italiana*, numero monografico “Sostenibilità alimentare e prezzi agricoli” a cura di Giordano A., Belluso R., Serie XIII, Vol. VI, Fasc. 1, gennaio-marzo, pagg. 77-99, Roma: Società Geografica Italiana.

Giordano A., Pagano A., (2013), «Bangladesh à risque entre vulnérabilité et migrations climatiques», in *Outre-Terre, Revue Européenne de Géopolitique*, n.35-36, pp.99-110, Paris: Edition Glyphe.

Gerschenkron A., (1962), *Economic backwardness in historical perspective, a book of essays*, Cambridge: Massachusettes: Belknap Press of Harvard University Press, pp. 5-30.

Gessa R. & Conti G., (2010) “Parchi Eco Industriali e simbiosi industriale”, *Ambiente Risorse e Salute*, vol. 4, n. 127, pp. 6-13.

Gribbin J. & Gribbin M., (1992), *Kinder der Eiszeit. Beeinflußt das Klima die Evolution des Menschen?*, Birkäuser, Basel-Berlin.

Haberl H., Erb K.H., Krausmann F, Adensam H, Schulz N.B., (2003), “Land-use change and socio economic metabolism in Austria-Part II: land-use scenarios for 2020”, *Land Use Policy*, vol. 20 (1), pp. 21-39.

Hawken P., Lovins A., Lovins H., (2007), *Capitalismo Naturale: La prossima rivoluzione industriale*, Citta di Castello (PG): Edizione Ambiente.

Hawken P., *The Ecology of Commerce*, (1993), New York; Harper Business, in Cutaia L. & Morabito R., (2012), “Ruolo della Simbiosi industriale per la

green economy. Uno strumento innovativo per la chiusura dei cicli delle risorse”, *EAI, Speciale I*, (<http://www.enea.it>)

Jacobsen N. B., (2006), “Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark”, *Journal of Industrial Ecology*, Massachusetts: Vol. 10, n. 1-2, Massachusetts Institute of Technology and Yale University.

Jered D., (1998), *Armi, Acciaio e Malattie*, Torino: Einaudi.

Kemp T., (1981), *Modelli di industrializzazione*, Bari: Laterza.

La Monica M. & Cutaia L., (2014) “La simbiosi industriale come modello per lo sviluppo sostenibile economici territoriali”, p.152, XXVI Convegno annuale di Sinergie, “*Manifattura: quale futuro?*”, Cassino: Università di Cassino e del Lazio Meridionale.

Leipert C., (1989) “National Income and Economic Growth: The Conceptual Side of Defensive Expenditures”, *Journal of Economic Issues*, Vol.3, pp. 843-856.

Manzi G., (2006), *Homo Sapiens*, Bologna: Il Mulino.

Manzi G., (2007), *L'evoluzione umana*, Bologna: Il Mulino.

Manzi G. & Vienna A., (2009) *Uomini e Ambienti*, Bologna: Il Mulino.

Marzia L., (2009), “Dispense di Geografia”, *Università del Salento*, pp. 60-72.

Nicholson M., (1971), *La Rivoluzione Ambientale*, Milano: Garzanti,

Padula L., (2007), *Dall'industria tradizionale a quella sostenibile*, Cassino: Università degli studi di Cassino.

Pérez E. A., *The First International Conference on Management Resources, Sustainable Development and Ecological Hazard, "Ravage of the Planet"* cit in Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), *La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice*, Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto.

Piore M. J. & Sabel C.F. (1984), *"The Second Industrial"*, Divide, New York: Basic Books.

Pulselli F. M., Bastianoni S., Marchettini N., Tiezzi E., (2007), *La soglia della sostenibilità, ovvero quello che il Pil non dice*, Roma: Donzelli, Saggi Natura e Artefatto.

Rockström J., Wijkman A. (2014), *Natura in bancarotta. Perché rispettare i confini del pianeta. Rapporto al Club di Roma*, Isola di Liri (FR): Edizione Ambiente.

Rose W. & Chesner C., (1990), "Worldwide Dispersal of Ash and Gases From Earth's Largest Known Eruption: Toba, Sumatra, 75ka", *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, n. LXXXIX, pp. 269-273.

Rostow W. W., (1952), *The Process of Economic Growth*.

Rostow W. W., (1950) *Development: The Political Economy of The Marshallian and Long Period*.

Rowe J., (1996), "Major Growing Pains", *U.S. New & World Report*, (21 ottobre).

Schmidt-Bleek F., (1994), *Declaration Clausess*, in Lombardi R. (2011), *Verso una nuova economia. Sostenibilità ambientale, competenze e resilienza d'impresa*, Università e Ricerca, Editore Maggioli.

Sillari G., (2008)“Quantified Logic of Awareness and Impossible Possible Worlds,” *Review of Symbolic Logic*, 1(4):1-16.

Schumpeter J. A., (1954), *Storia dell'analisi economica*, in Sergio Sabetta, (2011), *Lettura della politica giuridica secondo la teoria normativa economica*, Altalex.

Spengler J. J., (1969) “Population problem in search of a solution”, *Science*, n. 166, Dicembre 5, pp. 1234-1238.

Tattersal I., (2013), *I Signori del Pianeta. La ricerca delle origini dell'uomo*, Torino: La biblioteca delle scienze, Codice Edizioni.

Toledo M. V. & González de Molina, (2013), “El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza”, Messico: Universidad Veracruzana, p. 3.

Toledo M. V., (2013), “El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica”, *Relazione* 25, n. 136, pp. 41-71.

<http://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/136/pdf/VictorToledo.pdf>

Wann D., (1990), *Biologic: Environmental Protection by Design*, Boulder (CO): Johnson Books,

Williamson, O. (1979), “Transaction cost economics: The governance of contractual relations”, *Journal of Law and Economics*, Vol.22, pp. 233-262.

Womack J. P. & Jones D.T. (1996), *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York, riportato in “Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection” Harvard Bus Rev, settembre/ottobre.

Sitografia

Nap.edu, (1994), “Industrial Metabolism: Theory and Policy”, The national academy-press, http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=2129&page=23
Academia.edu, (2008), Social Norms Training Reports (https://www.academia.edu/4080908/Social_Norms_Training_Report
Biosphere 2 Mesocosms, (Text and links may be out of date), “Biosphere 2 Mesocosms”, <http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/biosphere/mesocos.htm>. (05/10/2014)

Colmich.edu.mx, (2013), “El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica”, *Relazione* 25, n. 136, pp.41-71, <http://www.colmich.edu.mx/relaciones25/files/revistas/136/pdf/VictorToledo.pdf>, (05/10/2014)

Enea, (2011), “Ruolo della Simbiosi industriale per la green economy. Uno strumento innovativo per la chiusura dei cicli delle risorse”, <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/EAI/anno-2012/verso-la-green-economy/ruolo-della-simbiosi-industriale-per-la-green-economy>

Enea, “Verso la green economy, strategie approcci e opportunità tecnologiche”, <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/pdf-eai/speciale-green-economy/specialegreeneconomy.pdf> (15/10/2014)

Esd.ornl.,(15/051997), “The value of the world's ecosystem service and natural capital”
http://www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf, (25/10/2014)-

Global eco technics, (2014), “Biosphere2”,
<http://www.globalecotechnics.com/projects/biosphere-2/>, (05/10/2014)

Greenreport.it (21 novembre 2013),”L’acacia pusher che schiavizza le formiche: la natura continua a sorprenderci”,
<http://www.greenreport.it/news/aree-protette-e-biodiversita/lacacia-pusher-che-schiavizza-le-formiche-la-natura-continua-a-sorprenderci/#prettyPhoto>.
(05/10/2014)

IUPAC,(1997),”Compendium of Chemical Terminology”, 2nd ed.
<http://goldbook.iupac.org/M03858.html>, (05/10/2014)

Kalundborg symbiosis

Kalundborg symbiosis, (2013), “A circular ecosystem of economy”,
<http://www.symbiosis.dk/en>, (15/10/2014)

Kalundborg symbiosis, (2013), “Create a world of knowledge about industrial symbioses”. <http://www.symbiosis.dk/en/akademia>, (15/10/2014)

Kalundborg symbiosis, (2013), “Kalundborg Symbiosis wasn’t invented, but has developed organically over the course of five decades. (15/10/2014)

Metodo: autore/i, anno di pubblicazione (fra parentesi), titolo (fra virgolette), nome della raccolta (iniziali in maiuscolo), sito internet, data di consultazione (tra parentesi)]

my personaltrainer.it, Rinallo C, “Alghe azzurre”, <http://www.my-personaltrainer.it/benessere/alghe-azzurre.html>, (15/10/2014)

Sisef, (2007), “Multi-temporal analysis of energetic fluxes in the Maremma (Italy) landscape between XIX and XX century”, Development, adaptation, naturality and conservation,
<http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0632-007>, (05/10/2014)

Un-documents.net, (2011) “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future”, <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>, (05/10/2014)

Unisalento, (2001), “Habitat e nicchia ecologica”,
http://www.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=1095829&name=DLFE-144232.pdf. (05/10/2014).

Unisalento (2009), Marzia L., “Dispense di Geografia”, Università del Salento, pp. 60-72.
https://www.formazionescienze sociali.unisalento.it/c/document_library/get_file?folderId=37606114&name=DLFE-129096.pdf. (08/02/2015)

Uv.mx, (2011) “El metabolismo social: las relaciones entre la sociedad y la naturaleza”,
<http://www.uv.mx/personal/fpanico/files/2011/04/Toledo-y-Gonzalez-de-Molina-Metabolismo-social.pdf>. (05/10/2014)

Worldwatch, (1998), “Putting a Value on Nature’s “Free” Services”,
<http://www.worldwatch.org/system/files/EP111B.pdf>, (15/10/2014).

Unito, (21/01/2006), “Storia Economia dell’Europa Pre-Industriale”,
Caratteristiche economiche delle società preindustriali.
www.farcampus.unito.it
http://www.farcampus.unito.it/storia_economia/corso.aspx?mod=1&uni=2&arg=1&pag=5, (05/10/2014)

Altalex, (09.02.2011), “Lettura della politica giuridica secondo la teoria normativa economica”,
<http://www.altalex.com/index.php?idnot=13148>
(15/10/2014)

Accadueosub.it, (01/01/2013), “Simbiosi e Commensalismo”,
<http://www.accadueosub.it/articoli/biologia%20altri%20autori/Simbiosi%20e%20Commensalismo.pdf>, (05/10/2014)

Treccani.it l’enciclopedia Italiana: (01/01/2013) “Alexander-Von-Humboldt”,
www.treccani.it <http://www.treccani.it/enciclopedia/alexander-von-humboldt/>,
(05/10/2014)

Treccani.it l’enciclopedia Italiana: (01/01/2013), “Heinrich Haeckel”,
www.treccani.it/enciclopedia/ernst-heinrich-haeckel/, (05/10/2014)

Nonsoloaria,(2/01/2013),“Diffusione delle piogge acide”
<http://www.nonsoloaria.com/piacdi.htm>.

Scuola.Zanichelli.it, (28/01/2013), “Origine della vita e teorie evolutive”,
<http://ebook.scuola.zanichelli.it/curtisinvitoblu/dagli-organismi-alle-cellule/origine-della-vita-e-teorie-evolutive/section-14#484>, (05/10/2014)

Unibo, (26/09/2013), “La teoria degli stati lineari di sviluppo”,
http://www2.dse.unibo.it/ardeni/ES_2013/Modello-di-Rostow.html,
(05/10/2014)

Skeletonsandflowers, (23/01/2014), “Uomini di scienza #1Lynn Margulis e la teoria endo-simbiontica seriale,
<https://skeletonsandflowers.wordpress.com/2014/01/22/uomini-di-scienza-1-lynn-margulis-e-la-teoria-endosimbiontica-seriale/>, (15/09/2014)

Wikipedia,(28/01/2015),“Adattamento”,<http://it.wikipedia.org/wiki/Adattamento>
(05/10/2014).

Wikipedia,(29/01/2015),“Simbiosi”,http://it.wikipedia.org/wiki/Simbiosi_%28ecologia%29, (15/10/2014).

Wikipedia. (29/01/2015), “Eterotrofia”,
<http://it.wikipedia.org/wiki/Eterotrofia>, (25/10/2014).

Immagini

Capitolo I

Figure

Figura.1.1, *Sinecologia e auto-ecologia, due prospettive per guardare agli stessi fenomeni ecologici*, Fonte, Manzi G. (2006), *Uomini e Ambienti*, Bologna, Il Mulino, p15

Fig.1.2, *Schema riassuntivo di un ecosistema* Fonte:
http://www.risorseditattiche.net/2972-medie_scienze-mappa-concettuale-

ecosistema.php,

Link,

<http://www.risorseditattiche.net/doc/media/scienze/ECOSISTEMA.LUI.jpg>

Fig.1.3, *I servizi degli ecosistemi* , Fonte Millenium Ecosystem Assessment

Fig.1.4, *Le tre prospettive della vita*, Fonte: Capra F.,(2012), *La scienza della vita*, Milano, Bur saggi, Rizzoli,p.123.

Fig.1.5, *La quarta prospettiva della vita*, Fonte: Capra F.,(2012), *La scienza della vita*, Milano, Bur saggi, Rizzoli,p.121

Fig.1.6, *Il centro Biosphere 2 in Arizona*, Fonte:
<http://worldishome.org/tag/sustentabilidade-2/>

Fig.1.7, *Il ciclo dell'acqua in Biosphere 2*, Fonte:
<http://archive.bio.ed.ac.uk/jdeacon/biosphere/mesocos.htm>

Fig.1.8, Rappresentazione della struttura biofisica della società, Fonte: Fonte: Haberl H, Erb KH, Krausmann F, Adensam H, Schulz NB (2003), “*Land-use change and socio economic metabolism in Austria-Part II: land-use scenarios for 2020*”. Land Use Policy 20 (1): 21-39.

Tabelle

Tab.1.1, I servizi ecosistemici individuate da Robert Costanza.

Capitolo II

Figure

Fig.2.1, Le pitture rupestri scoperte a Chauvet in Dordogna. Tali raffigurazioni sono ,secondo alcuni antropologi la prova dell'acquisizione della capacità simbolica da parte dei primi ominidi Fonte: storia-controistoria.org
<http://storia-controistoria.org/paleolitico/homo-sapiens-era-glaciale-europa/>

Fig.2.3, Mappa della nascita dell'agricoltura e della domesticazione delle specie animali nelle varie zone geografiche della terra, Fonte: <http://dizionari piu.zanichelli.it/storiadigitale/p/mappastorica/254/i-primi-centri-di-domesticazione-delle-piante>

Fig.2.4, Raccoglitore di bottiglie di plastica in un paese asiatico. L'immagine è un esempio classico di settore terziario comune sia nella società pre-industriale che nelle odierne società industriali.

Fig.2.5,Un esempio di forme organizzative nella società odierna può essere rappresentato dai supermercati, rappresentanti la grande distribuzione, e i mercati rionali o le piccole botteghe a gestione familiare.Fonte:<https://stiben.wordpress.com/2011/05/25/%E2%80%9Caddio-%E2%80%9D-alle-piccole-botteghe-alimentari-sotto-casa/>

Tabelle

Tabella.2.1,La distribuzione percentuale per professione della popolazione attiva in diverse città europee nei secoli XV e XVII. Fonte: Cipolla M.C., *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, (1980) Universale Peperbacks, Bologna, Il Mulino,p.94.

Tab.2.2, Massimi e minimi di resa per grani sulla proprietà del Vescovato di Winchester nel periodo 1200-1349. Fonte Cipolla M.C., (1980), *Storia economica dell'Europa pre-industriale*, Bologna,Universale Peperbacks, Il Mulino, p.145., Il Mulino,p.143.

Grafici

Capitolo II

Grafico.2.1, Oscillazioni della temperatura in tre diverse regioni del globo ricavate in base alla variazione isotopica dell'ossigeno: la sequenza GRIP (rossa) ottenuta dalle carote di ghiaccio della Groenlandia, mostra l'evento del Dryas recente intorno all' 11.000 BP. Fonte:<http://www.examiner.com/article/new-evidence-shows-younger-dryas-not-caused-by-comet>

Grafico 2.2, Un esempio di piramidi dell'età rappresentanti le quattro fasi della transizione demografica. La società pre-industriale viene rappresentata dallo stage1 della figura, Fonte http://it.wikipedia.org/wiki/Piramide_delle_et%C3%A0#mediaviewer/File:DTM_Pyramids.svg.

Capitolo 3

Figura.,3.1, Un esempio classico di simbiosi mutualistica tra un'*Amphiprioninae* (pesce pagliaccio) e un'*Actinaria*, Questi pesci meglio conosciuti come pesce pagliaccio si rifugiano tra i tentacoli dell'anemone, immuni alle punture urticanti delle sue nematocisti, e oltre a proteggersi dai predatori si nutrono degli avanzi e tengono pulito l'anemone dai parassiti. Fonte <http://www.verdiardesia.com/articoli/simbiosi.asp>.

Fig.3.2, Un esempio complesso di simbiotismo mutualistico tra formiche appartenenti alla specie *Pseudomyrmex ferrugineus* e l'*Acacia cornigera*,
Fonte: <http://bio390parasitology.blogspot.it/2012/03/relationship-advice-acacia-trees-and.html>

Fig.3.3,La diffusione delle piogge acide sulla terra. Come si evince il fenomeno è presente maggiormente nei paesi industrializzati. Fonte:
<http://www.nonsoloaria.com/piacdi.htm..>

Fig.3.4, Un esempio di produzione industriale tradizionale (sopra) dalla quale entrano risorse naturali ed escono prodotti ma anche molti rifiuti da smaltire. Sotto un esempio di simbiosi industriale ove le risorse naturali entrano fuoriuscendo in prodotti ma anche in servizi, energia, acqua per rientrare come risorse naturali per un'altra industria per riuscire in prodotti. Fonte:
<http://www.industrialsymbiosis.it/Simbiosi-Industriale/cosa/la-simbiosi-industriale>.

Fig.3.5, Rappresentazione grafica della Simbiosi Industriale (SI) a Kalundborg.

Fig.3.6, La graduale evoluzione del sistema di simbiosi industriale a Kalundborg

Fig.3.7, Rappresentazione grafica del network di simbiosi industriale a Kalundborg

Fig.3.8, Rappresentazione del nucleo/periferia del network di simbiosi industriale a Kalundborg

Capitolo III

Tablelle

Tabella 3.1, La metafora di Ayres per illustrare la disciplina dell'ecologia industriale. Fonte: Ayres R. U. (1989), "Industrial Metabolism", in *Technology and Environment, Washington D.C., National Academy Press*, pp. 23-49.

Tab.3.2, I benefici annuali del network di Simbiosi Industriale a Kalundborg. Fonte: Domenech T. & Davies M, (2009), The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks, *Proress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp.68-99.

Tab.3.3, Parametri Economici del network di Simbiosi Industriale, Fonte: Domenech T. & Davies M, (2009), The social aspect of industrial symbiosis. The application of social network analysis to industrial symbiosis networks, *Proress in Industrial Ecology, an International Journal*, 6 (1), pp.68-99, in Christensen , 2006, comunicazione personale.

Capitolo 3

Grafici

Grafico 3.1, L'aumento della popolazione mondiale nel corso della storia. Fonte: Fischetti M., (2014) "Saremo sempre di più", *Le Scienze*, vol. 556, p. 96.