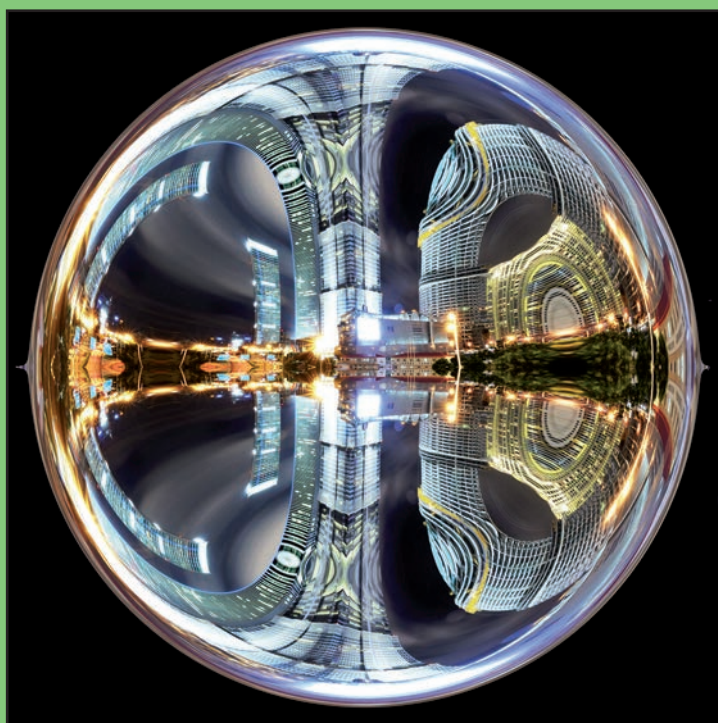


SOCIETÀ SOSTENIBILI E PROCESSI TRASFORMATIVI

a cura di
Paolo Piccari



FRANCOANGELI *il punto*

Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



———— Collana *il punto* ————

SOCIETÀ SOSTENIBILI E PROCESSI TRASFORMATIVI

a cura di
Paolo Piccari

FRANCOANGELI

Il volume è pubblicato con il contributo dell'Università di Siena - Dipartimento di Scienze della formazione, Scienze umane e della Comunicazione interculturale.

Copyright © 2017 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

Indice

Prefazione, di <i>Paolo Piccari</i>	pag.	7
Il problema energetico e lo sviluppo sostenibile di <i>Riccardo Basosi</i>	»	11
Ecologia urbana: sostenibilità e compatibilità ecoantropica di <i>Mariano Bianca</i>	»	27
Dalla responsabilità del consumatore al consumo responsabile di <i>Simone Borghesi e Sebastiano Cupertino</i>	»	43
Apprendimenti trasformativi per una società sostenibile di <i>Loretta Fabbri</i>	»	69
Felicità sostenibile, sostenibilità felice. Compiti per la formazione di <i>Bruno Rossi</i>	»	85
Sostenibilità, <i>Human Grids</i> e formazione responsabile di <i>Alessandra Vischi</i>	»	99
Stati e società sostenibili nell'era globale di <i>Paolo Piccari</i>	»	113
Gli Autori	»	127

Prefazione

di *Paolo Piccari*

Nel suo *Saggio sul principio della popolazione e i suoi effetti sullo sviluppo futuro della società* del 1798 Thomas Malthus sosteneva che una crescita geometrica del numero degli esseri umani superiore alla crescita aritmetica delle risorse alimentari avrebbe provocato guerre, carestie ed epidemie in seguito alle quali la popolazione sul pianeta avrebbe raggiunto una sorta di “equilibrio naturale”. Nei due secoli successivi il capitalismo, coniugando crescita economica e progresso sociale, assicurò uno sviluppo costante, smentendo così le catastrofiche previsioni di Malthus. Inoltre, dopo un periodo di transizione demografica, il tasso di crescita della popolazione nei paesi maggiormente sviluppati si stabilizzò in virtù della riduzione del tasso di fecondità. Tuttavia il malthusianesimo sembrò risorgere nella seconda metà del secolo scorso, quando il *Club di Roma* pubblicò nel 1972 il *Rapporto sui limiti dello sviluppo*, nel quale asseriva che la crescita economica non potesse continuare indefinitamente a causa della limitata disponibilità di risorse naturali e della ridotta capacità di assorbimento degli agenti inquinanti da parte del pianeta: molte delle istituzioni politiche europee ne approfittarono per convincere i cittadini ad accettare come ineluttabili le nuove regole imposte dal mercato, che comportavano la riduzione dei posti di lavoro e la stagnazione dei salari.

Il malthusianesimo economico si accompagna inevitabilmente al malthusianesimo demografico: da oltre quarant’anni, infatti, i popoli europei sono stati privati della speranza in un futuro migliore per i propri figli, avviandosi verso un lento declino demografico nella pressoché generale indifferenza delle *élites* politiche. Qualora non si verificasse un’inversione di tale tendenza, sarebbe pressoché ineluttabile un vero e proprio disastro collettivo che metterebbe in discussione l’intero assetto politico-istituzionale dell’Unione Europea.

Sono trascorsi trent’anni dalla pubblicazione del rapporto intitolato *Our Common Future*, meglio noto come Rapporto Brundtland, dal nome dell’allora presidente della Commissione mondiale sull’ambiente e lo sviluppo delle Nazioni Unite, il primo ministro norvegese Gro Harlem Brundtland. In tale do-

cumento è contenuta la prima definizione di sviluppo sostenibile: *lo sviluppo è sostenibile se soddisfa i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere le possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni*. Con tale Rapporto la Commissione Brundtland indicava i problemi su cui intervenire per rendere “sostenibile” lo sviluppo: la limitatezza delle risorse energetiche non rinnovabili, l’inquinamento ambientale, l’insufficienza di cibo per tutti gli abitanti del pianeta, l’erosione dei suoli, la crisi dell’istituto familiare, i radicali cambiamenti negli stili di vita. Eppure tali problemi non sono stati presi seriamente in considerazione, tanto che nessuno dei paesi maggiormente responsabili dell’inquinamento globale si è impegnato seriamente per affrontarli.

I saggi raccolti in questo volume, nell’intenzione del curatore e degli autori, vogliono essere un contributo alla discussione sullo sviluppo sostenibile e riguardano la gestione delle risorse naturali, la crescente urbanizzazione, la responsabilità dei consumatori, i processi formativi e trasformativi, l’esperienza educativa e i nuovi assetti politico-istituzionali derivanti dalla globalizzazione

Nel suo saggio, *Il problema energetico e lo sviluppo sostenibile*, Riccardo Basosi sostiene che l’energia pulita non esiste, perché l’unica energia pulita è quella risparmiata. Secondo Basosi, le scelte sulle fonti energetiche devono quindi essere compiute in termini di analisi costi/benefici e orientate alla minimizzazione dell’impatto ambientale. A fondamento di tali affermazioni, egli pone i principi della termodinamica: infatti, lo scorrere unidirezionale del tempo, implicito nelle leggi termodinamiche, permette di collegare tra loro mondi apparentemente distanti come quello dell’ordine, della probabilità e dell’informazione. Il contenuto di informazione delle fonti energetiche fossili non è illimitato in natura: ciò suggerisce l’uso razionale ed efficiente dell’energia (comunemente detto risparmio energetico) come prima gamba della sostenibilità ambientale. La seconda ugualmente necessaria consiste nell’utilizzo, compatibile con le loro caratteristiche, delle fonti energetiche rinnovabili, tutte direttamente o indirettamente connesse all’attività solare. Basosi mostra alcuni esempi concreti di risparmio termodinamico tratti dall’esperienza quotidiana, proponendo una panoramica sugli sviluppi recenti delle fonti rinnovabili in Italia e nel mondo.

Alla nozione di compatibilità ecoantropica, che include e supera quella di sostenibilità, è dedicato il contributo di Mariano Bianca, *Ecologia urbana: sostenibilità e compatibilità ecoantropica*. Bianca ritiene che tale compatibilità non sia riferibile unicamente al rapporto tra energia disponibile ed energia impiegata, ma anche ad altre aree fattoriali: l’area antropica, l’area ecosistemica e l’area etologica. I fattori di queste aree richiedono di essere trasformati perché possano presentarsi come variabili quantificabili e quindi matematicamente computabili allo scopo di essere inseriti in un modello ma-

tematico complesso che l'A. chiama modello multifattoriale di compatibilità ecoantropica. Il modello proposto da Bianca è multidisciplinare in quanto non solo utilizza analisi proprie di diversi approcci come quello sistemico, ecosistemico, complesso, termodinamico e dissipativo, ma perché necessita anche dell'apporto di dati provenienti da diverse discipline come l'ecologia urbana, le teorie demografiche, l'economia, le teorie antropologiche ed etologiche, la sociologia e la sociobiologia urbana, la psicologia sociale.

Nel loro saggio, *Dalla responsabilità del consumatore al consumatore responsabile*, Simone Borghesi e Sebastiano Cupertino analizzano il ruolo del consumo e quindi del consumatore nella sostenibilità dello sviluppo economico. In particolare, partendo dalla definizione di sviluppo sostenibile, Borghesi e Cupertino esaminano la responsabilità (o la corresponsabilità) socio-ambientale del consumatore. A tale scopo, approfondiscono lo stretto legame che intercorre tra produzione e consumo, focalizzando l'attenzione sulle relazioni esistenti tra responsabilità sociale aziendale e responsabilità del consumatore. Adottando un approccio analitico macroeconomico, essi propongono una possibile soluzione di politica economica utile per misurare la responsabilità del consumatore con l'obiettivo di indirizzare scelte ed atti di consumo sempre più responsabili dal punto di vista sociale ed ambientale. Infine, osservando il recente processo di sviluppo dell'internazionalizzazione del commercio equo e solidale (*fair trade*), esempio di mercato che promuove consumi responsabili, Borghesi e Cupertino individuano alcune sintonie e potenziali sinergie tra produttore e consumatore che possono indirizzare il mercato globale verso una maggiore sostenibilità.

Nel suo saggio, *Apprendimenti trasformativi per una società sostenibile*, Loretta Fabbri sostiene che la sostenibilità è interpretabile come esito di un processo di apprendimento collettivo, perché costituisce un compito evolutivo della formazione adulta e delle culture organizzative, nonché delle teorie economiche. Secondo Fabbri, senza una trasformazione delle prospettive e dei sistemi di significati che conducano a sistemi di azione di tipo emancipativo, vi è il concreto rischio di accumulare un repertorio di saperi specialistici sui pericoli, sui perché, sulle conseguenze, senza che tutto ciò comporti alcun cambiamento significativo nei confronti del mondo, della natura e delle relazioni interpersonali. Alla luce della teoria dell'apprendimento trasformativo – una prospettiva di ricerca sull'educazione degli adulti che ha approfondito i contenuti e le dinamiche di un apprendimento in grado di valorizzare la concreta esperienza degli individui, capace di realizzare condizioni di positiva e significativa trasformazione personale e collettiva – l'A. considera la sostenibilità come un processo di apprendimento che dev'essere sostenuto e facilitato al fine di sviluppare pratiche emancipative.

Il contributo di Bruno Rossi, *Felicità, sostenibilità, formazione*, è dedicato al rapporto tra felicità e sostenibilità e, in particolare, al contributo che

l'intelligenza ecologica è in grado di dare al ben-esistere: abitare con saggezza il pianeta è una virtù preziosa per esercitare l'arte di vivere felici. Rossi ritiene vi sia una correlazione tra il possesso della coscienza ecologica e la possibilità di vivere una vita piena. Il principio operativo della sostenibilità richiama un mutamento culturale che sfida il discorso pedagogico e interpella i luoghi e i responsabili dell'educazione: entrambi sono coinvolti nell'impresa di elaborazione/apprendimento di una differente cultura, di un diverso sapere, che è al tempo stesso un saper agire e un saper convivere. L'A. ritiene che l'esperienza educativa possa offrire un apporto considerevole in direzione del conseguimento di competenze ecologiche e della realizzazione di una conversione ecologica e dunque della transizione dal sopravvivere al vivere meglio.

In *Sostenibilità, Human Grids e formazione responsabile*, Alessandra Vischi sottolinea che la cultura della sostenibilità implica una *governance* responsabile da parte delle imprese e richiede di coniugare ricerca scientifica e tecnologica, formazione delle risorse umane e valori per conseguire risultati durevoli in ambito economico e ambientale. Convinta che la pedagogia possa individuare possibilità e vincoli, contribuire all'aumento di nuove competenze, in uno scenario connotato da processi globali orientati al *green*, Vischi ritiene che i saperi e le competenze "verdi" siano elementi chiave per delineare nuove professionalità e innovazione nei processi organizzativi. Secondo l'A. realtà profit e no profit, pubbliche amministrazioni, cittadini sono chiamati, tutti e ciascuno, a dar vita a *Human grids*, alleanze sul piano della progettazione educativa che integrano mobilità, economia, ambiente, partecipazione e stili di vita. In questa prospettiva la formazione, quale occasione di condivisione di esperienze e implementazione di competenze, costituisce l'orizzonte per prendersi cura, con rispetto, di sé e degli altri, del territorio, per la sostenibilità dello sviluppo.

Infine, nel suo saggio, *Stati e società e sostenibili nell'epoca globale*, Paolo Piccari affronta il tema della trasformazione delle forme statuali nel mondo occidentale anche in relazione ai sistemi di welfare. Secondo Piccari, la globalizzazione mette a nudo l'inconsistenza di ogni forma di particolarismo politico, sottraendo ampi spazi di sovranità ai singoli stati nazionali ed eliminando quelle condizioni che avevano reso possibile il "compromesso dello stato sociale". Per tale ragione, l'A. ritiene sia necessaria una "svolta cosmopolitica", che superi la contrapposizione nazionale/internazionale.

Desidero ringraziare il Forum ANIA-Consumatori per il sostegno fornito alla pubblicazione di questo volume.

Il problema energetico e lo sviluppo sostenibile

di *Riccardo Basosi*

La crisi dei tre sistemi ambiente, sistema produttivo e sistema economico non sembra risolvibile intervenendo su di loro separatamente. La possibile soluzione coinvolge complesse interazioni tra i tre sistemi in cui si sviluppa l'attività umana. Infatti il sistema economico vive sui beni forniti dal sistema produttivo che si fonda sulle risorse dell'ecosistema. Se tutto funzionasse secondo un ideale razionale il sistema economico dovrebbe adattarsi alle necessità dell'ecosistema, ma nella realtà essendo il sistema economico basato sulla massimizzazione del profitto tenderà ad imporre al sistema produttivo una organizzazione che di fatto porta a scaricare diseconomie sull'ambiente e quindi a degradare l'ecosistema. In questo sistema complesso il legame tra i tre sottosistemi fondamentali è espresso dall'Energia. Essa, se si escludono le nicchie dell'energia nucleare, geotermica e gravitazionale, è virtualmente tutta irradiata dal sole e muove i grandi cicli ecologici. Accumulata dalla natura nei fossili e da loro estratta come combustibile, muove i processi produttivi, infine il suo uso è alla base della efficienza e della produttività economica. Lo strumento per penetrare i segreti dell'Energia è offerto dalla Termodinamica, la scienza che ne studia l'uso e le trasformazioni.

Termodinamica e unidirezionalità del tempo

Il primo Principio della Termodinamica dice che l'Energia dell'Universo è costante. Il secondo Principio dice che l'Entropia dell'Universo aumenta sempre. Insieme ci dicono che la scala termodinamica della qualità dell'Energia è una scala molto facile da discendere e molto difficile da risalire. Infatti se pur è vero che l'Energia è un concetto astratto che si esplica in forme molto diverse, tali forme non sono equivalenti e possiedono qualità pratiche ed anche economiche molto diverse. Tali qualità più o meno nobili sono ben espresse da una scala di valori di Temperatura in cui il grado di

nobiltà massimo va attribuito alla forma di Energia a Temperatura più elevata. Per esempio, l'Energia Elettrica è energia di qualità elevata, facilmente spostabile e grazie ai motori elettrici trasformabile con perdite limitate in energia meccanica, assimilabile ad una T° di oltre $1000C^\circ$. L'energia termica ha un valore minore in funzione della T° del fluido che la possiede.

La Termodinamica è molto diversa dalle altre discipline fisico/sperimentali. In primo luogo perché la maggior parte delle leggi della fisica è stata stabilita allo scopo di spiegare processi che accadono spontaneamente in natura (per es. una mela che cade sulla sua testa suggerisce a Newton l'esistenza della legge di gravitazione universale, il pendolo di Galileo ecc.). Le leggi della Termodinamica sono nate in modo opposto essendo basate sul fatto sperimentale che qualcosa concepibile dagli esseri umani non può verificarsi in natura e che un concetto eminentemente umano come il moto perpetuo non può essere realizzato effettivamente. Come dice il grande Feynman, la Termodinamica razionalizza l'insuccesso umano: è quindi più umana delle altre scienze, inoltre è più facile da usare che da capire. L'altra questione che rende la Termodinamica diversa dalle altre scienze è il fatto che in essa è implicita la distinzione tra passato e futuro. Questo aspetto che sembra molto distante da qualsiasi quotidiana pratica energetica è invece intimamente connesso con essa. Consideriamo per esempio una brocca che cade da una certa altezza e si rompe. Al momento della rottura succede qualcosa di non molto visibile, ma di importanza cosmica: la cessione al pavimento e ai pezzi rotti di una infinitesima quantità di calore che non è più recuperabile. È proprio questa dissipazione di una infinitesima quantità di calore che impedisce che il fenomeno (della brocca che cade) sia reversibile. Infatti se proiettiamo il film della brocca che cade all'incontrario, e vediamo i pezzetti della brocca rimettersi insieme da soli e poi la brocca saltare di nuovo sul tavolo da cui è caduta, si ride. Con le torte trucchi del genere hanno aiutato la penetrazione del cinema nella società ai tempi del muto. Ridendo infatti, esprimiamo la consapevolezza generale che quel fatto reso possibile dalla tecnica cinematografica nella vita reale non succede mai. Nella vita reale le brocche cadono e si rompono. Non capita mai che si ricompongano da sole e saltino sui tavoli. Se facciamo la stessa esperienza con una palla da biliardo che batte contro una sponda e proiettiamo il film prima in un modo e poi al contrario non sapremo mai quando dobbiamo ridere, perché i due eventi sono ugualmente possibili (data l'incidenza piccola e non evidente dell'attrito). Tutto ciò ci dice che la meccanica è approssimativamente simmetrica rispetto al tempo mentre la Termodinamica no. Quest'ultima contiene in sé la percezione universale dello scorrere del tempo in un'unica direzione.

Ora, immaginiamo un tavolo da biliardo diviso in due parti da una barriera mobile e supponiamo che da una parte vi sia un certo numero di palle rosse

e dall'altra un egual numero di palle bianche. Supponiamo inoltre che il piano sia del tutto privo di attrito in modo che le palle possano muoversi, saltellare, urtarsi ed andare qua e là proprio come le molecole d'acqua. All'interno di ciascun gruppo di palle, il moto è del tutto casuale, ma ciascuna parte del tavolo è dotata di un certo ordine, dato che le palle rosse restano da una parte della barriera e quelle bianche dall'altra. Rimuoviamo ora la barriera. Se l'agitazione delle palle continua, le palle rosse e quelle bianche gradualmente si mescoleranno fino a che entrambi i tipi saranno, in media, ugualmente distribuiti su tutta l'estensione del tavolo. Il mescolamento, la scomparsa dell'ordinata separazione delle palle è un processo inevitabile, spontaneo ed unidirezionale. Filmando l'intero processo e proiettando la pellicola al contrario si potrebbe infatti assistere al fenomeno paradossale in cui un raggruppamento casuale di palle rosse e bianche gradualmente si riordina fino a separarsi in due gruppi, uno di sole palle rosse ed uno di sole palle bianche. Questo esperimento ideale che suggerisce come il processo reale sia spontaneo ed irreversibile, è una delle molte possibili dimostrazioni dell'unidirezionalità del tempo. Un evento naturale crea di per sé disordine *se avviene all'interno di un sistema che sia inizialmente ordinato.*

Si sono finora usati i termini di *ordine* e *disordine* secondo il loro normale uso nel linguaggio comune; poiché il concetto che regola la definizione termodinamica di ordine avrà un ruolo cruciale nel valore pratico delle leggi energetiche, a questo punto è utile stabilire cosa significa ordine nel senso più restrittivo. In ciascuno dei casi precedenti il disordine è rappresentato da una situazione in cui l'apparenza esterna dell'oggetto è consistente con un gran numero di possibili disposizioni interne diverse, mentre l'ordine aumenta quando l'apparenza esterna ne permette un numero minore. Così, vari mucchi di legname possono avere lo stesso aspetto esteriore pur avendo al loro interno le singole tavole disposte in molti modi diversi. Però, se le stesse tavole di legno devono avere l'apparenza esteriore di una capanna, il numero delle possibili disposizioni interne è molto ridotto. In altri termini, la struttura complessiva di una capanna consente un numero di disposizioni interne nelle tavole minore di quello consentito dalla struttura di un mucchio di legna. *Così, in senso termodinamico, l'ordine è una misura del livello al quale le proprietà complessive di un sistema fisico determinano la selezione di una particolare disposizione interna delle parti costituenti.* L'ordine esprime la relazione tra le proprietà dell'interno e le proprietà delle sue parti; ordine significa che il totale non è una semplice somma delle proprietà delle parti, ma che è fortemente influenzato dalle relazioni fra di esse, in particolare dal modo in cui queste relazioni sono limitate o costrette. Il totale, l'intero costituisce quindi un *sistema* il cui comportamento è notevolmente influenzato

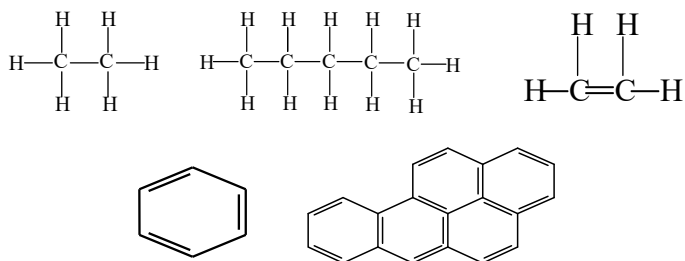
dalla sua struttura interna. Come si è detto prima, i processi spontanei ed irreversibili sono gli eventi che materializzano il trascorrere unidirezionale del tempo e il sistema che ne partecipa, termina con un grado di ordine inferiore a quello che aveva all'inizio. È l'esistenza di un ordine precedente che ci fornisce un modo per valutare il passare del tempo. Sono queste le basi del secondo principio della termodinamica che, assieme al primo principio, regola il rendimento di un processo energetico. Il secondo principio afferma un solo fatto, ma di importanza cosmica: *l'Universo diventa costantemente ed irreversibilmente meno ordinato di quello che era.* Il II° Principio secondo Feynman si esprimeva dicendo che nell'Universo l'Entropia aumenta sempre. Quindi l'aumento dell'Entropia misura l'aumento del disordine in un sistema naturale isolato. L'Universo d'altra parte è l'unico sistema isolato esistente. Tutti gli altri sono pure astrazioni mentali.

Questo comportamento dell'Universo spiega l'unidirezionalità degli eventi e l'irrimediabile passare del tempo. Anche la probabilità entra nel quadro poiché è fondamentalmente connessa con la presenza dell'ordine nel mondo. *La probabilità è una dichiarazione circa la verosimiglianza del manifestarsi di un certo particolare evento fra tutti i possibili eventi che possono manifestarsi in un dato sistema.* Le combinazioni di 4 numeri sono date da $4!$ (4 fattoriale = $4 \times 3 \times 2 \times 1$) e cioè 24 possibilità. La disposizione ordinata è una o al massimo due su 24. Con 52 carte la disposizione ordinata è di una su $52!$ (cioè 1 seguito da 46 zeri!). Quando si lancia una moneta si hanno in totale due soli possibili risultati e la probabilità di ciascuno di essi è $\frac{1}{2}$, analogamente la probabilità che nel lancio di un dado esca un numero è $\frac{1}{6}$. Così se il numero di possibili alternative è piccolo, la probabilità di ciascuna è alta. La relazione fra probabilità e ordine è quindi evidente: una bassa probabilità corrisponde ad una scelta particolare fra molte possibilità ed è equivalente all'ordine, corrispondente al fatto che le parti di un sistema possono assumere solo relativamente poche tra le molte possibili disposizioni interne. Poiché sappiamo che con il passare del tempo una disposizione ordinata diventerà spontaneamente meno ordinata, ne segue che una situazione improbabile tenderà con il passare del tempo a trasformarsi in una situazione più probabile. Questo è un altro modo di enunciare il secondo principio della termodinamica: *ogni sistema lasciato a se stesso tenderà in media a raggiungere lo stato con una probabilità massima.* Si noti che il secondo principio non sostiene che il sistema passerà necessariamente in una configurazione più probabile, ma solo che questo accadrà in *media*, cioè qualche particolare cambiamento potrà andare in un altro senso, ma con bassa probabilità.

D'altra parte la probabilità è strettamente connessa con l'informazione. In termini molto generali, *l'informazione consiste nell'esclusione di alcune tra le possibili disposizioni alternative di un sistema*. La teoria dell'informazione è un aspetto relativamente nuovo della scienza che ha recentemente assunto una notevole importanza pratica a causa delle sue implicazioni nel campo della progettazione dei calcolatori. Un calcolatore genera informazioni che selezionano una certa configurazione di scelte in una serie di alternative possibili; una scelta è normalmente determinata dalla posizione chiusa o aperta di un interruttore. La scelta di una delle due possibili posizioni dell'interruttore rappresenta una unità di informazione cioè il *bit*. Il programma del calcolatore specifica la posizione che deve essere assunta da ciascuno di una serie di interruttori interconnessi, e la quantità totale di informazione interessata è la somma dei bit che rappresentano le scelte fatte a tutti gli interruttori. Un altro esempio che mostra la connessione fra informazione e probabilità è quello delle lettere dell'alfabeto. Una lettera poco probabile (come nella lingua italiana la "z" o la "q") ha un alto contenuto di informazione rispetto ad una lettera più probabile (come alcune vocali), quindi l'individuazione di una lettera poco probabile dà informazioni maggiori nella risoluzione di problemi enigmistici come le crittografie e le parole crociate. Questo dato è interiorizzato anche nei valori delle lettere del gioco scarabeo (*scrabble*).

L'informazione è quindi analoga ad una diminuzione di probabilità e ad un aumento di ordine, per cui il secondo principio può anche essere enunciato così: *ogni processo spontaneo ed irreversibile che si realizza in un sistema isolato dà come risultato una diminuzione di informazione*. Le formule chimiche delle strutture mostrate nella Figura 1 rappresentano situazioni molto ordinate, estremamente improbabili e ad alto contenuto di informazione.

Fig. 1 - *Formule chimiche di idrocarburi con crescente ordine strutturale*



Questa informazione è stata accumulata negli idrocarburi che noi usiamo come combustibili fossili dalla natura nel corso di milioni di anni e noi bruciandoli li trasformiamo in anidride carbonica e vapor acqueo con un notevole aumento dell'entropia (disordine, probabilità e perdita di informazione) e gravi rischi climatici. Il contenuto di informazione perso è una perdita irreversibile e non recuperabile.

La struttura del secondo principio della Termodinamica collega quindi un corpo di conoscenze molto importanti e relative alla spontaneità e all'irreversibilità dei fenomeni naturali, al grado di ordine e di disordine dell'universo e al significato della probabilità e dell'informazione. L'affermazione chiave del secondo principio è quella che i fenomeni spontanei che costituiscono gli eventi reali del mondo in cui viviamo portano sempre a stati che sono meno ordinati e più probabili e che contengono meno informazione rispetto agli stati da cui hanno preso l'avvio. Questo significa che ogni processo irreversibile spontaneo diminuisce l'ordine dell'universo e lo porta verso uno stato più probabile che contiene meno informazione di prima: qualunque cosa accade nel mondo porta nella direzione di questo baratro. Il secondo principio dice che anche processi naturali di questo tipo possono essere invertiti mediante applicazione di energia, ma ciò può essere fatto solo a spese di un ulteriore decadimento dell'ordine complessivo del mondo e cioè con un aumento dell'Entropia.

Il Problema Energetico

Le tessere del mosaico che la realtà ci offre quotidianamente lasciano intravedere che la crisi di risorse energetiche è ormai in atto: i consumi occidentali e, soprattutto, dei paesi in via di sviluppo (India e Cina) crescono malgrado la congiuntura economica non favorevole. L'economia basata sui combustibili fossili (petrolio, carbone e gas) e nucleare deve fare i conti con la limitatezza delle risorse esauribile in tempi ravvicinati con la sola eccezione del carbone che però è il meno pulito. Le ultime stime dicono che a trend invariati il Petrolio basterebbe per 40-55 anni, il gas da 55 a 70, il Carbone da 110 a 235 e l'Uranio da 40 a 45 mostrando così di non essere, con le tecnologie attuali, il sostituto plausibile (vedi Figura 2).

I singoli eventi rivelano chiaramente questa situazione di sofferenza:

- guerre in aree geografiche di produzione petrolifera, una vera e propria corsa alle ultime risorse (vedi Figura 3);
- raddoppio e imprevedibilità, in pochi anni, del prezzo del petrolio;

- tentativo di sviluppo di programmi nucleari, tecnologia che di fatto non si è mai totalmente affermata : anche a causa delle questioni legate alla sicurezza ed all'ambiente, con particolare riferimento all'irrisolto problema del confinamento delle scorie. Anch'essa poi si basa su risorse minerali esauribili e geograficamente meno distribuite del petrolio e dei combustibili fossili in generale.

In Paesi, come l'Italia, che dipendono in maniera pressoché totale dalle forniture energetiche esterne, sono sempre più frequenti le occasioni che mostrano questa debolezza strategica. D'altra parte i vincoli di natura ambientale imposti dall'applicazione del protocollo di Kyoto e dell'accordo internazionale di COP 21 possono trasformarsi in una grande opportunità di sviluppo tecnologico ed economico se le politiche energetiche cammineranno sulle due gambe rappresentate dall'uso razionale ed efficiente dell'energia e sullo sviluppo delle fonti rinnovabili.

Fig. 2 – *Disponibilità sulla Terra delle varie forme di energia in rapporto ai consumi annui mondiali (Fonte: Hessen-Nanotech 2012)*

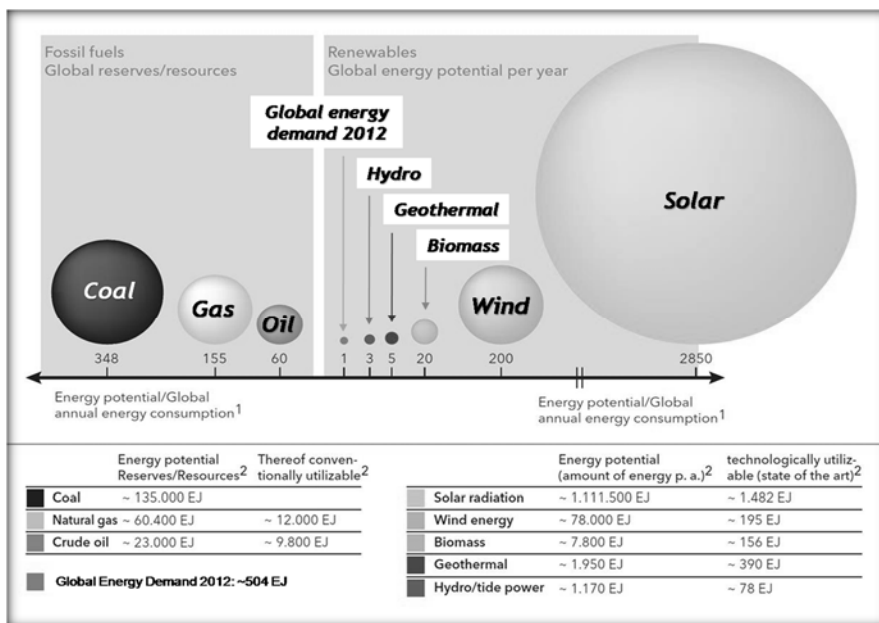
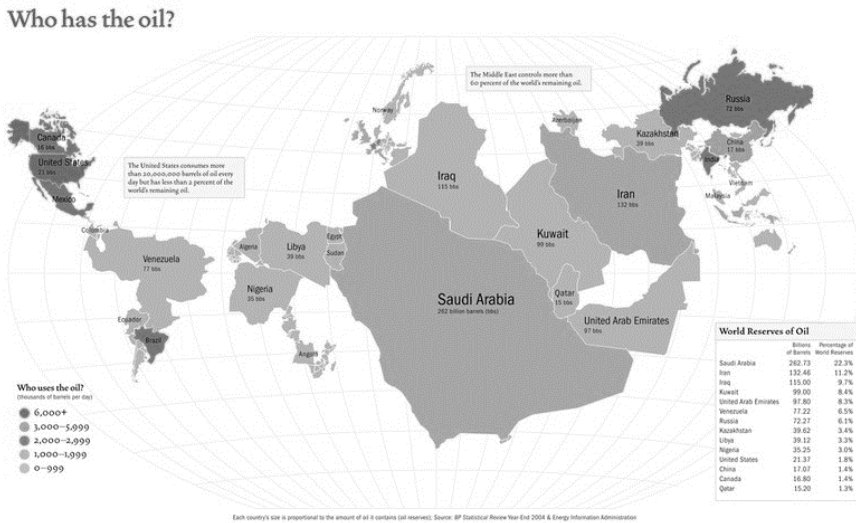


Fig. 3 – *Petrolio: dimensioni dei paesi basate sulle riserve* (Fonte: elaborazione dell'autore)

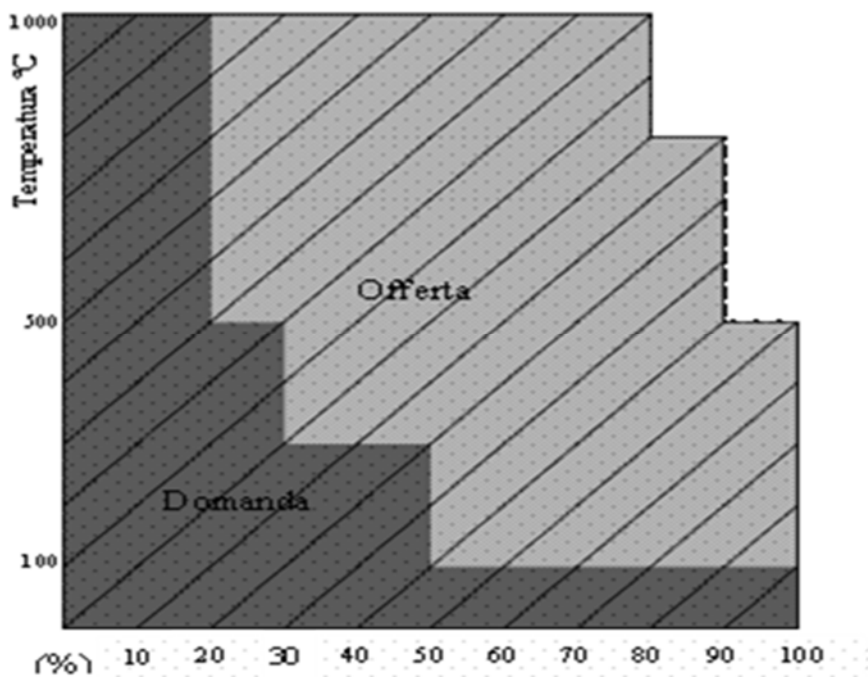


Per quanto riguarda la prima gamba è bene ricordare che l'unica energia pulita è quella che non si usa (o che non c'è bisogno di usare, quindi risparmiata). Nel passato la questione energetica è stata tradizionalmente affrontata a partire da una logica di offerta, in particolare energia elettrica, sulla base del consumo presunto e con un approccio di natura settoriale, non in grado di tenere conto delle interdipendenze e delle retroazioni esistenti tra il settore energetico e gli altri settori economici, e all'interno del sistema energetico stesso. È evidente l'inadeguatezza di una programmazione energetica disattenta alla dinamica effettiva del fabbisogno energetico in base agli usi finali a partire dalla qualità effettiva della domanda. Quest'ultima infatti è caratterizzata da una forte differenziazione qualitativa che possiamo schematizzare in: elettrica, termica ad alta temperatura, termica a media o bassa temperatura, meccanica (combustibili tal quali per autotrazione ecc. il cui contenuto informativo è paragonabile a quello di energia ad alta temperatura).

A questa forte differenziazione della domanda reale si è risposto spesso con un'offerta energetica sostanzialmente indifferenziata basata quasi esclusivamente su energia elettrica e gas metano, entrambe forme di energia di alto pregio e ad alto contenuto calorico. La mancata correlazione della qualità dell'uso finale dell'energia ad un'offerta altrettanto diversifi-

cata ed appropriata è alla base dell'inefficienza dei sistemi energetici e anche di quello Italiano, ed è la causa prima dello spreco delle risorse. La Figura 4 mostra sinteticamente la Distribuzione della Domanda e dell'Offerta dell'Energia in funzione della qualità (contenuto di informazione posseduto) nel sistema Italia.

Fig. 4 – Distribuzione della domanda e dell'offerta dell'energia in funzione della qualità nel sistema Italia (Fonte: elaborazione dell'autore)



La zona più scura rappresenta la domanda di energia negli usi finali in funzione della qualità dell'energia espressa convenzionalmente in funzione della temperatura (l'energia elettrica è associata a $T > 1000$ °C); la maggior parte della domanda è rappresentata da energia a bassa temperatura (tra 100 e 250 °C). La zona più chiara rappresenta invece l'offerta di energia la cui qualità è indifferenziata rispetto alle esigenze della domanda (Fonte: elaborazione dell'autore su dati GSE 2012).

Particolare attenzione deve essere posta nei confronti dell'energia elettrica e dei suoi usi finali, in virtù dell'alto contenuto d'informazione di