



di Sergio Carrà
Politecnico di Milano

I PERICOLI DI UN PIANETA INQUIETO

Sull'orlo del baratro

Una nutrita schiera di ricercatori ha partecipato nel 2008 ad Oxford alla "Catastrophic Risk Conference", assegnando all'Umanità il 19% di probabilità di sopravvivere oltre il 2100. Anche se questo atteggiamento è in contrasto con le evidenze fossili in base alle quali la vita media dei mammiferi ammonta a circa un milione di anni, dei quali la specie umana ne ha consumato solo 200.000, l'episodio è uno fra i molti che riflettono la diffusa convinzione che il nostro pianeta, soggetto alle intemperanze umane, sia minacciato da terribili catastrofi. Tanto da indurre i geologi a sovvertire le consuetudini battezzando, con anticipo ed indiscutibile efficacia mediatica *antropocene* l'era geologica in cui viviamo [1].

In realtà si tratta di una convinzione remota che si è imposta con particolare evidenza dal momento in cui l'industrializzazione ha avviato uno spiccato depauperamento delle risorse naturali. Tale da far ritenere che il successo dell'Umanità nell'appropriarsi dei beni della Terra contenga il germe del suo collasso.

I timori sulla carenza delle risorse naturali, affiorato alla fine del Settecento con gli scritti di Thomas Malthus, è stato affrontato nella

seconda metà del secolo scorso mediante un ambizioso modello matematico commissionato dal "Global Think Tank" chiamato Club di Roma a Jay Wright Forrester, esperto di dinamica dei sistemi. I risultati ottenuti hanno suscitato scalpore poiché indicavano che lo sfruttamento delle risorse naturali avrebbe avuto conseguenze nefaste, sia aumentando il grado di inquinamento del pianeta sia portando la popolazione umana verso un collasso dovuto alla mancanza di cibo

e al crollo delle attività produttive [2].

Poiché questi eventi avrebbero dovuto aver luogo prima del 2000, con sollievo possiamo constatare che la previsione non si è verificata, anche se da parte di alcuni si sostiene che il collasso è solo rimandato, per cui ritengono che sia maturato il tempo di rispolverare il modello per ottenere risposte più affidabili sulla data del suo inizio, partendo dalla constatazione che quando è stata condotta la simulazione le informazioni accessibili erano povere ed incorrette e venivano gestite da calcolatori vetusti rispetto a quelli di cui oggi disponiamo. A dire il vero non si può fare a meno di osservare che tale modello incorpora la presenza di un giorno del giudizio, con l'unica libertà di determinarne la data, sia pure con incertezze,



senza offrire scappatoie [3]. Le menzionate analisi prevedono infatti un depauperamento delle risorse naturali che segue una curva in rapida discesa. L'analisi è stata applicata alle risorse di petrolio, in primo luogo statunitensi e successivamente mondiali, grazie ai lavori del geologo King Hubbert, preconizzando che già prima della fine del secolo scorso venisse superato il consumo della metà delle risorse esistenti [4].

In sostanza si stava diffondendo l'opinione che l'Umanità si trovi ad affrontare un momento critico della sua storia conseguente da *"una perpetratazione delle ineguaglianze all'interno e tra le nazioni, un insprimento della povertà, della fame, della malattia e dell'analfabetismo, e il continuo deterioramento dell'ecosistema dal quale dipende il nostro benessere"*. Così veniva sancito nell'incipit dell'Agenda della Conferenza delle Nazioni Unite di Rio de Janeiro del 1992, seguita da un documento illustrativo lungo ben 600 pagine.

Non si può che rimanere profondamente sconvolti da tali massicce, ma autorevoli, dichiarazioni cui è seguito ed è tuttora in corso un coro di adesioni da parte di molteplici opinionisti ed intellettuali. In controcorrente vorrei invece prendere ispirazione da una dichiarazione di Godfrey H. Hardy [5], il grande matematico di Cambridge, il quale sosteneva che non vale mai la pena che un uomo di prim'ordine sprechi il suo tempo a difendere l'opinione della maggioranza. Per definizione già tanti altri se ne fanno carico. Accettando la sfida tenterò di trarre ispirazione da queste affermazioni per esplorare quanto siano giustificati i menzionati timori che risuonano come l'angosciante *requiem* della nostra società.

Una società in evoluzione

Il modello del Club di Roma è stato in realtà criticato per diversi motivi. Anzitutto perché basato su equazioni che prevedono risposte lineari alle sollecitazioni a differenza di quanto ci si può aspettare per i sistemi complessi. Inoltre ignora sia la presenza di meccanismi di adattamento sia i cambiamenti tecnologici riguardanti il miglioramento dei processi estrattivi, la dematerializzazione degli impianti per la miniaturizzazione dei processi e l'impiego di metodi di progettazione sempre più evoluti e sofisticati. Infatti a partire dall'inizio dell'Ottocento si sono affermate molteplici innovazioni tecnologiche che stanno alla base di un indiscutibile stato di benessere dei popoli ricchi e stanno trainando anche quelli in fase di sviluppo o sottosviluppati.

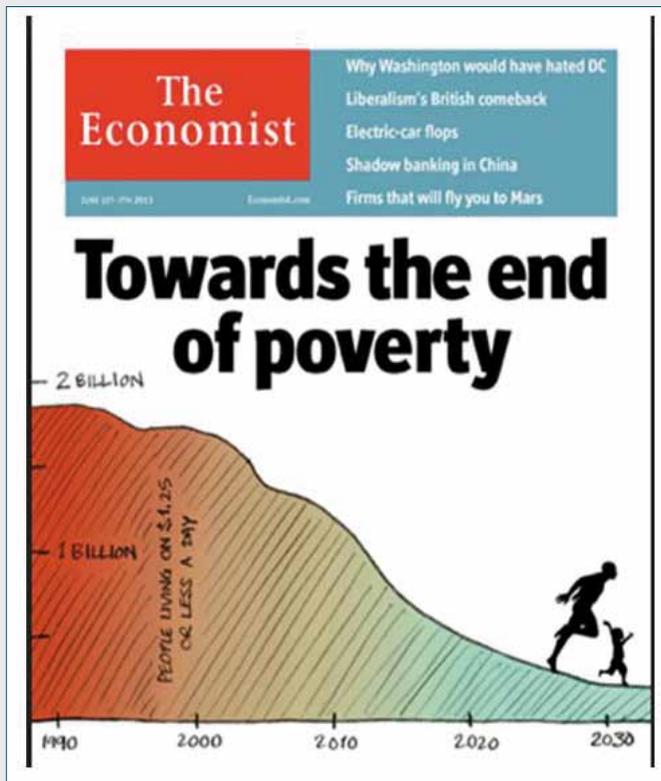
"Towards the end of poverty", recitava una copertina di *The Economist* (June 1st 2013) nel cui numero veniva illustrato come negli ultimi vent'anni un miliardo circa di persone sono state sottratte dallo stato di estrema povertà.

Ciò grazie a contributi umanitari, ma soprattutto grazie alla liberalizzazione dei mercati in virtù dei quali viene concesso ai popoli poveri di diventare più ricchi, agevolando gli scambi commerciali fra i Paesi sia nel loro interno che al loro esterno. La fruizione dei benefici derivanti dagli scambi di conoscenze e dei mezzi materiali costituisce una ricetta che dovrebbe essere estesa ai Paesi, quali l'Africa, nei quali domina ancora la povertà estrema, soprattutto per la presenza di pratiche restrittive dovute ad un insufficiente livello culturale ed a diffusi vincoli politici dittatoriali.

L'intensità con la quale vengono coltivate nel mondo le ricerche scientifiche che stanno alla base di realizzazioni tecnologiche innovative procedono con un ritmo accelerato che riserva quotidianamente stupefacenti sorprese. In particolare quelle del settore chimico hanno contribuito ad arginare la carestia alimentare e hanno riscattato il depauperamento di alcune materie prime mentre il progresso nel settore farmaceutico ha affrancato l'Umanità dall'incubo di gravi malattie. A partire dalla seconda metà del secolo scorso sono emerse le nuove tecnologie riguardanti l'informatica, la microelettronica e le nanotecnologie, la cui applicazione ha accentuato un processo in virtù del quale diminuisce la quantità di materiale impiegato negli impianti produttivi. Tutto ciò attraverso la produzione di dispositivi sempre più complessi ed efficienti, orientati verso l'utilizzo dell'energia elettrica, più qualificata di quella termica [6]. La trasmissione delle informazioni e delle immagini a livello globale, grazie al web, si sta conseguentemente sviluppando in modo vertiginoso contribuendo alla diffusione della cultura e creando, come menzionato, i presupposti per l'emancipazione dalla povertà dei Paesi sottosviluppati.

L'energia costituisce una risorsa essenziale per lo sviluppo di ogni attività umana ed una sua adeguata disponibilità permette anche di affrontare problemi emergenti riguardanti la scarsità di acqua che a sua volta condiziona lo sviluppo agricolo e le cure per la salute.

Attualmente viene essenzialmente ottenuta da fonti fossili, in particolare idrocarburi, la cui produzione, anche se ne viene paventato l'esaurimento che porterebbe ad una grave crisi economica [7], continua ad aumentare in seguito al miglioramento dei



processi di trivellazione che ha portato alla scoperta dello *shale gas* [8]. Inoltre si stanno aprendo concrete prospettive di utilizzare le immense risorse di gas metano intrappolato sotto forma di clatrati nei sedimenti marini ai margini dei ripiani continentali delle regioni artiche [9]. Resta comunque aperto il problema di avvicinare l'impiego dei carburanti fossili con fonti alternative, possibilmente rinnovabili con un bilancio nullo dell'anidride carbonica, perché a quella prodotta dalla combustione degli idrocarburi viene attribuita la responsabilità dei mutamenti climatici. Tale energia *carbon free* può essere ottenuta in parte mediante la fissione nucleare, sviluppando tecnologie basate su reattori di piccole dimensioni, e quindi più sicuri, aperti a particolari applicazioni, quali la desalinizzazione dell'acqua marina, il riscaldamento e il trasporto.

Ovviamente l'attenzione viene posta anche all'energia proveniente dal sole, malgrado la creazione di adeguate infrastrutture per poterla sfruttare su una scala confrontabile con i consumi primari di energia non sia a portata di mano, soprattutto perché la sua periodicità richiede particolari accorgimenti per la difficoltà di immagazzinare l'energia elettrica così prodotta [10]. L'impiego delle biomasse nella forma tradizionale sino ad ora utilizzata viene scoraggiato perché tende a compromettere la filiera agricola.

Si stanno inoltre affacciando prospettive quanto mai interessanti, poiché sotto le etichette "*Synthetic Biology*" e "*Metabolic Engineering*", stanno emergendo settori il cui successo potrebbe rivoluzionare la produzione di molti prodotti chimici [11]. Tutto ciò esplorando le complicate reti dei cammini metabolici degli organismi monocellulari procariotici con l'intento di isolarne i passaggi rilevanti connettendoli fra di loro in modo da orientarne l'azione catalitica nella produzione di prodotti chimici, farmaci e carburanti. Si agisce sul loro GRN (*Gene Regulatory Network*) mediante le tecniche del DNA ricombinante con l'intento di progettare cellule che agiscano quali catalizzatori per definiti processi chimici. Le prospettive sono sicuramente interessanti anche se affiorano critiche sul piano etico da parte di chi teme che venga violata l'integrità della natura.

Questi sviluppi potrebbero fornire un'apprezzabile quantità di combustibili da materiale cellulosico, la cui produzione non comprometterebbe l'impiego di terreni nella produzione di cibo. Si tratta di un'ipotesi innovativa intesa a sfruttare il flusso di energia libera che proviene copiosa dal sole, specificamente indirizzata alla sintesi di idrocarburi o alcoli superiori partendo dall'anidride carbonica presente nell'aria [12]. Promettenti successi in questa direzione sono in corso, fruendo, in particolare, di coltivazioni in acqua marina di alghe [13].

Il ritmo accelerato con il quale evolvono le tecnologie è confermato dalla nota legge di Gordon Moore, successivamente ampliata da Ray Kurzweil, in base alla quale le capacità di effettuare calcoli aumentano esponenzialmente nel tempo.

Tutto ciò a partire dall'inizio del secolo scorso, indipendentemente da guerre, depressioni, recessioni e soprattutto dalle tecniche impiegate, poiché si percorre un tragitto che comprende i dispositivi elettromeccanici, i tubi a vuoto e i circuiti integrati. Una sua ragione-

vole estrapolazione lascia prevedere che fra pochi anni la potenza di calcolo a disposizione dell'umanità supererà nettamente quelle del cervello dell'uomo, il quale quindi potrà disporre di un formidabile strumento per progettare e gestire sistemi molto complessi. I nuovi calcolatori potranno anche suggerire come progettare risorse sintetiche in grado di surrogare quelle attualmente impiegate.

In questo quadro pertanto la ricerca scientifica e la tecnologia non costituiscono, come viene paventato da alcuni, una minaccia per la società umana, ma l'ancora di salvezza poiché potranno tutelarla da minacce che potrebbero venire anche da fattori antropologici e socio-politici.

Nel futuro la scienza e la tecnologia dovranno impegnarsi anche sulle trasformazioni cui è soggetto il nostro pianeta in seguito all'insorgenza di situazioni critiche che ne compromettono la stabilità rendendolo l'oggetto di catastrofi naturali.

Tutto ciò partendo dalla consapevolezza che le tecnologie offrono nel contempo la possibilità di acquisire un numero sempre più elevato di informazioni sperimentali riguardanti sia i sistemi naturali che quelli creati dall'uomo e di elaborarli mediante calcolatori sempre più potenti, grazie all'impiego di opportuni modelli.

Anche se permangono incertezze sull'affidabilità delle previsioni sull'evoluzione dell'ambiente effettuate su tempi lunghi e su sistemi di ampie dimensioni, le indagini e le esplorazioni non possono prescindere dall'utilizzo di modelli che comunque offrono un adeguato strumento per organizzare le osservazioni sperimentali ed offrirne un'interpretazione che, nella consapevolezza dei loro limiti, sono di indiscutibile utilità.

L'incubo dell'affollamento

La notizia diffusa dalle Nazioni Unite il 31 ottobre del 2011 che il numero di abitanti del pianeta aveva raggiunto i 7 miliardi, ha fatto emergere l'immagine di paesaggi gremiti di esseri umani, tali da suscitare nel contempo euforia e sgomento. L'affollamento del pianeta, secondo alcuni opinionisti, costituisce infatti una seria minaccia, tanto da confrontare la crescita della popolazione agli effetti di una vera e propria bomba biologica [14].



Questo quadro inquietante viene però ridimensionato da un semplice calcolo, in base al quale risulta che tutta la popolazione mondiale, lasciando a disposizione per ogni persona uno spazio paragonabile a quello che si gode in una tipica abitazione americana, occuperebbe circa l'1% della superficie terrestre [15].

Oppure, come sosteneva Jaquelin Kasun, potrebbe essere ospitata nel Texas, lasciando il terreno restante libero. Non si può quindi fare a meno di prendere atto della potenziale ricettività del nostro pianeta nei riguardi di un'umanità ancora in crescita.

In realtà sono però manifesti i sintomi della diminuzione della velocità della crescita per cui si ritiene, da parte dell'ONU, che intorno al 2050 circa, raggiunti i 10 miliardi di abitanti, la popolazione passi per un massimo per iniziare a decrescere. E ciò non per mancanza di risorse ma per ragioni sociali e culturali dovute sostanzialmente all'emancipazione femminile.

Uno sguardo al futuro

Già all'inizio del Settecento il grande filosofo napoletano Giambattista Vico aveva evidenziato che la storia procede attraverso corsi e ricorsi nei quali si alternano fasi di progresso e di decadenza [16]. L'archeologia testimonia la presenza in diverse parti del mondo delle tracce di civiltà scomparse, ricche di contenuti culturali. Il destino di una civiltà ed il suo eventuale collasso sono dovuti a diversi fattori di natura esogena, quali i disastri naturali, o endogena, quali la mancanza di flessibilità nell'adeguarsi ai cambiamenti ideologici e politici. Poiché la storia non procede linearmente non è facile trarne insegnamenti per l'evoluzione della società attuale, anche per le sue peculiari differenze dalle precedenti, dovute al suo respiro planetario e alla forte accelerazione imposta allo sfruttamento delle risorse.

Nel 1931 in una visione ottimistica John Maynard Keynes [17] evidenziava la possibilità che nell'arco di un secolo si sarebbe raggiunta una situazione nella quale tre ore di lavoro al giorno sarebbero state sufficienti per soddisfare le necessità umane in modo adeguato. E ciò grazie alla capacità di controllare l'aumento della popolazione, di evitare guerre e tensioni sociali, di saper affidare alla scienza il compito dello sviluppo tecnologico ed infine di fissare il tasso di accumulo del

capitale nel margine fra produzione e consumo. Per quanto concerne l'ultimo punto si deve osservare che lo sviluppo economico di un Paese deriva da un bilancio dinamico delle sue diverse attività, come viene compendiato nello Schema 1, nel quale il flusso di spese pubbliche include quelle richieste per la protezione dell'ambiente.

Si può osservare come in tale quadro nella definizione di $Y(t)$, che si identifica con la produzione totale di un Paese, gioca un ruolo fondamentale il fattore $A(t)$ che dipende dal livello tecnologico e dal costo dell'energia.

Il fatto precedente riveste importanza cruciale per il nostro Paese che negli ultimi anni ha smarrito le capacità di competere nel settore tecnologico e che, per ragioni in gran parte politiche, produce energia ad un costo molto elevato.

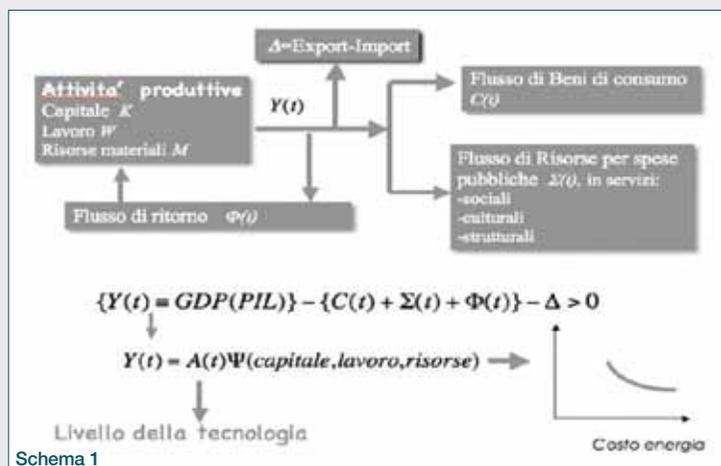
Questa situazione si riferisce ai settori industriali nei quali aveva acquisito nel dopoguerra un'importante posizione, in particolare in chimica, farmaceutica, metallurgia, energia, trasporto, aeronautica, elettronica, elettromeccanica, tutte giunte ad un alto livello tecnologico. I costi economici e sociali sono stati e sono tuttora enormi tanto da far sorgere il pericolo che l'Italia divenga una colonia dei Paesi che hanno saputo conservare le competenze in tali settori. Ripercorrere il cammino di questo processo involutivo, che ha ragioni politiche e culturali, è ovviamente doloroso anche se necessario per poter intraprendere un percorso alternativo che attivi una politica economica orientata verso uno sviluppo ad elevata intensità di lavoro e di conoscenza.

In particolare è indispensabile recuperare un'adeguata e diffusa padronanza delle conoscenze scientifiche e tecnologiche che sono state profondamente mortificate a livello istituzionale per l'esiguità dei finanziamenti devoluti e per l'egemonia dell'ipotesi che la cultura umanistica costituisca una risorsa sufficiente per il progresso economico e civile di un Paese perché più adeguata per educare al pensiero critico. Su questa scia è stato incongruamente conferito un ruolo eccessivo agli aspetti gestionali e di controllo la cui esasperazione ha favorito una diffusa burocrazia che è sfociata nella paralisi delle iniziative intese allo sviluppo per il timore che possano recare danno alla società e all'ambiente.

Si è così persa la capacità di accettare le sfide che stanno alla base di ogni progresso perché in grado di sviluppare le tecnologie più adeguate per migliorare il benessere, pur tutelando l'ambiente stesso. Paradossalmente siamo così diventati il Paese occidentale in cui sono presenti i maggiori vincoli per operare sul territorio pur avendo l'ambiente più deturpato.

In generale comunque dopo quasi un secolo appare che l'obiettivo di Keynes possa essere raggiunto se si riuscirà ad eludere le insidie e gli ostacoli allo sviluppo della attuale società identificabili nei seguenti punti:

- depauperamento delle risorse naturali;
- effetto serra dovuto all'anidride carbonica con tutte le conseguenze climatiche e idrologiche;
- eliminazione e riciclo dei rifiuti;



ATTUALITÀ

- ostacoli dovuti a fatti sociali eversivi associati alla violenza umana;
- difficoltà di raggiungere una intesa politica globale.

Il primo di essi è già stato considerato, mettendo in evidenza che il timore della scomparsa delle risorse è in realtà il frutto di un atteggiamento in cui si pensa al futuro con le idee attualmente dominanti. Per quanto concerne il ruolo dell'anidride carbonica sui cambiamenti climatici si deve osservare che è l'oggetto di un ampio dibattito che si protrae da diversi anni raggiungendo punte di emotiva tensione. Dopo aver diviso il mondo della scienza e l'opinione pubblica sembra avere raggiunto una fase interlocutoria nella quale viene sollecitata la raccolta di dati ed informazioni che possano conferire maggiore oggettività a scelte sino ad ora essenzialmente basate sui risultati di modelli matematici troppo complessi per risultare del tutto affidabili [18]. Inoltre sta emergendo che le iniziative proposte non appaiono del tutto efficaci tanto che, secondo alcuni, sono così costose da rischiare di trasformare un non ben definito pericolo in un sicuro disastro economico [19].

Risultano infatti incompatibili con il ritmo dello sviluppo in corso nel mondo, in particolare nei Paesi emergenti che aspirano legittimamente a convergere verso il modello di *welfare* dei Paesi sviluppati. Tanto da rendere il tema del riscaldamento globale un motivo di imbarazzo per alcuni politici.

Comunque appare curiosa la diffusa idiosincrasia verso la CO₂, battezzata dagli ambientalisti estremisti come la più grande minaccia mai incontrata, dimenticando che in realtà è protagonista della fotosintesi che alimenta il mondo intero. Pertanto senza di essa il pianeta diventerebbe arido perché diminuirebbe la produzione di vegetali con pericolo di estinzione di ogni forma di vita. L'atmosfera nel passato ha raggiunto livelli molto elevati dell'anidride carbonica senza provocare catastrofi planetarie. L'epoca in cui stiamo vivendo è la più povera

di CO₂ della storia del pianeta, per cui si manifestano gli indizi che l'aumento in corso stia favorendo un incremento della vegetazione mondiale. Sotto questo aspetto si potrebbe provocatoriamente sostenere che tale aumento risulti benefico.

L'eliminazione e il riciclo dei rifiuti costituisce un problema spinoso di grande importanza, perché la sua incidenza è fatalmente associata all'aumento della popolazione e all'aumento del benessere, cosa ovviamente auspicabile. Pur essendo incompetente in materia, mi azzardo ad affermare che si può risolvere con tre ingredienti: l'organizzazione, l'educazione e la fiducia nella tecnologia che ci offre utili strumenti, quali i termovalorizzatori, da alcuni osteggiati sia per mancanza di un'adeguata educazione sia per il rifiuto di accedere ad uno stile di vita organizzato.

In realtà questi atteggiamenti colgono un paradosso del nostro mondo, poiché gran parte delle persone manifestano odio verso il cambiamento tecnologico pur abbracciandolo, talora con entusiasmo, nella consuetudine delle attività quotidiane.

In realtà il ritenere che il nostro pianeta non sia mai cambiato costituisce un pregiudizio, fortunatamente inesatto non solo per ragioni geologiche, ma anche per la tendenza del genere umano ad evolvere, eventualmente emancipandosi da pratiche strettamente dipendenti dai fenomeni naturali. In accordo a quanto affermava Bob Dylan *"I am against nature. I don't dig nature at all. I think nature is very unnatural"*.

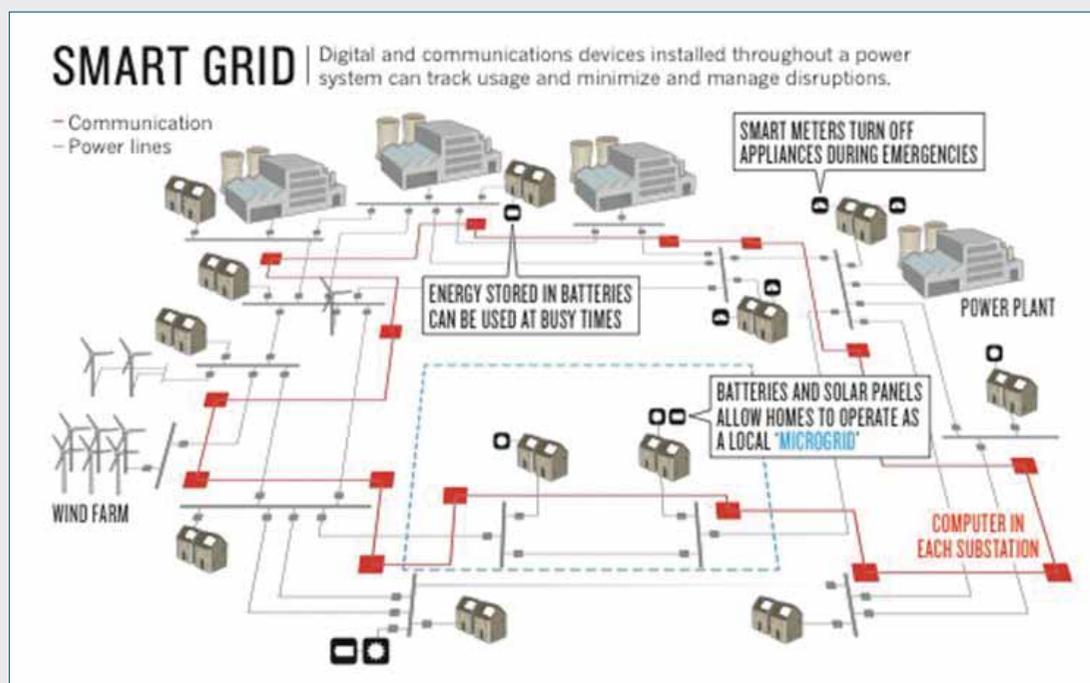
Non si tratta neanche di un pianeta del tutto fragile se si tiene conto delle vicissitudini attraverso le quali è passato dovute ad enormi sbalzi di temperatura e cambiamenti della composizione dell'atmosfera [20]. La tendenza che sta emergendo è quella di adattarsi alle variazioni ambientali con un nuovo atteggiamento che coinvolga sia il comportamento umano sia l'intensificazione di ricerche in grado di favorire adeguati sviluppi tecnologici innovativi, nei quali si migliori

l'efficienza dei processi, si faccia ampio uso dell'energia elettrica e venga dato ulteriore sviluppo alle comunicazioni, intensificando la rete informatica.

Nel contempo le competenze nel settore informatico e l'accessibilità di potenti calcolatori potrà guidare l'impiego di reti intelligenti (*smart grid*) in grado di ottimizzare le attività produttive.

Si tratta di una trasformazione epocale che richiederà tempo, un'adeguata educazione ed una consapevole maturità politica.

Un grave ostacolo è dovuto alla presenza di fattori sociali eversivi, quali la violenza, il fanatismo socio-politico e il terrorismo. Queste preoccupazioni trovano però sol-



lievo dalla lettura del recente volume di Stefan Pinker: *“Better Angels of our nature: why violence is declined”*, nel quale, con ricca documentazione, viene messo in evidenza che la violenza umana è diminuita nei millenni, per cui stiamo vivendo il periodo più pacifico della storia [21].

In realtà l’aspetto più inquietante riguarda i risvolti politici e sociali concernenti un mondo che, pur essendo globalizzato per quanto riguarda le comunicazioni, i trasporti e molti scambi commerciali, schematicamente risulta ancora diviso in tre tipologie [22]: esse si riferiscono rispettivamente ai Paesi occidentali, detti sviluppati, aventi un livello medio di benessere relativamente elevato; i Paesi in via di sviluppo che convergono verso tale stato, rapidamente poiché possono fruire della gratuità di accesso alle tecnologie che costituiscono il retaggio del precedente sviluppo dei Paesi avanzati; ed infine quelli di povertà estrema che strutturalmente appaiono estranei a questo processo, ma che, come abbiamo visto, ne stanno uscendo grazie soprattutto al ruolo esercitato dalle comunicazioni sull’innalzamento del loro livello culturale.

La situazione che si è creata nel mondo occidentale è dominata da una crisi economica devastante che perdura da anni, le cui ragioni per diversi aspetti sfuggono alle più sottili analisi, ma sulla cui evoluzione grava un pesante debito pubblico accumulato in diversa misura nei vari Paesi.

In questo quadro, quale destino si può ipotiz-

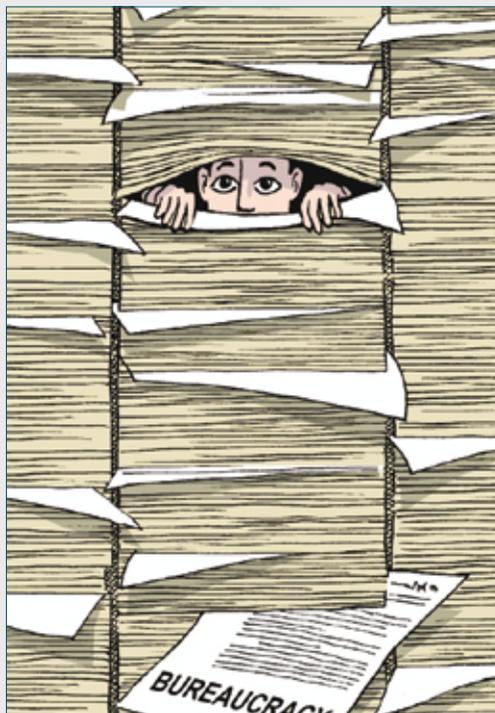
zare per l’occidente che nei secoli scorsi ha costituito la forza motrice dello sviluppo? È legittimo ritenere che il “tecno-ottimismo”, fedele all’ideologia sovvertitrice dell’illuminismo, possa sostenere un ritmo di sviluppo come quello che si è manifestato sino ai nostri giorni? La prospettiva che si verifichi fra breve tempo una svolta tecnologica simile a quelle che si sono manifestate nella precedente era industriale e in quella attuale dell’informazione appare improbabile, anche se la comunità scientifica è diventata molto numerosa e fruisce nell’insieme di generosi finanziamenti [23]. Al contrario nel settore della ricerca

e sviluppo si stanno manifestando i sintomi di una crisi incipiente dovuta ad un’eccessiva burocratizzazione e ad una mancanza di controllo delle attività svolte.

D’altro canto le sollecitazioni sociali invocano un ripiegamento verso uno stato di benessere massificato che vagheggia lo stato stazionario preconizzato da Adam Smith.

Tutto ciò fruendo di un sistema generalizzato di controllo che si manifesti attraverso un’efficiente regolamentazione, dimenticando che tale evoluzione contiene il pericolo latente di un infragilimento del sistema [24]. Infatti i politici e i funzionari di diversa natura che in una società dinamica possono essere rivoluzionari promuovendo il progresso, in una società statica diventano parassiti, soffocando così ogni slancio e minacciando la stabilità del menzionato stato stazionario.

Con pericolo di declino, come preconizzato dal grande Vico.



Bibliografia

- [1] P.J. Crutzen, *Nature*, 2002, **415**, Jan., 23.
- [2] D.H. Meadows *et al.*, *Limit to growth*, New American Library, 1977.
- [3] B. Hayes, *American Scientist*, 2012, **100**(May-June), 192.
- [4] K. Hubbert, *Nuclear Energy and the fossil fuels*, API, 1956.
- [5] G.H. Hardy, *Apologia di un matematico*, Garzanti, 2007.
- [6] G. Moore, *Electronic Magazine*, 1965, **11**, 4.
- [7] S. Carrà, *Il percorso dello sviluppo: ruolo costruttivo dell’energia*, FEEM, 2013.
- [8] M. Brooks, *NewScientist*, 2013, **219**, 36.
- [9] Are the “fire ice”, methane hydrate the new fracking, *NewScientist*, 28 August, 2013.
- [10] V. Smil, *American Scientist*, 2011, **99**, 212.
- [11] R.H. Carlson, *Biology is Technology*, Harvard University Press, 2010.
- [12] S. Atsumi *et al.*, *Nature*, 2008, **451**, 86.
- [13] A.J. Wargacki *et al.*, *Science*, 2012, **335**, Jan., 208.
- [14] P.R. Erlich, *The population bomb*, The Buccaneer Books, 1968.
- [15] L. Weinstein, J. Adam, *Guesstimation*, Princeton University Press, 2008.
- [16] G. Vico, *Principi di scienza nuova*, Mondadori, 2011.
- [17] J.M. Keynes, *Il Saggiatore*, 1968.
- [18] *Improving Knowledge of Greenhouse Gases*, G-Science Statement, Washington, 2012.
- [19] R.R. Mc Kittrick, *Economic analysis of environmental policy*, University of Toronto Press, 2010.
- [20] N. Lane, *Oxygen*, Oxford University Press, 2002.
- [21] S. Pinker, *The better angels of our nature, why violence declined*, Viking, 2011.
- [22] J.D. Sachs, *Il bene comune*, Mondadori, 2008.
- [23] S. Carrà, *Ricerca scientifica e tecnologia: l’incerta alleanza*, il Mulino, 2013.
- [24] N. Ferguson, *Il grande declino*, Mondadori, 2013.