

## La candela

Nel 1971 usciva il libro di Roberto Vacca intitolato *Il medioevo prossimo venturo*. La tesi del libro è esposta nell'introduzione:

*La mia ipotesi è che i grandi sistemi organizzativi, tecnologici, associativi, continuino a crescere disordinatamente fino a raggiungere dimensioni critiche e instabili. A questo punto la crisi di un solo sistema non sarebbe sufficiente a bloccare le grandi concentrazioni metropolitane, ma una concomitanza casuale di congestioni in molti sistemi nella stessa area potrebbe innescare un processo catastrofico, che paralizzerebbe il funzionamento delle società più sviluppate conducendo alla morte milioni di persone.*

Nella nota retrospettiva aggiunta nell'edizione on-line del 2000 (<http://www.printandread.com/medioevo.html>) l'autore si corregge, ma solo parzialmente:

*Io sbagliai a ritenere che l'esplosione della popolazione sarebbe stata bloccata da una catastrofe tecnologica. Sbagliai anche a stimare che un nuovo Medioevo sarebbe cominciato prima che finisse il millennio.*

*Il rischio di un blocco tecnologico globale ancora esiste: si sta presentando in forme nuove che descriverò nelle Note Retrospettive riportate in fondo a ogni capitolo.*

Non sappiamo cosa scriverebbe oggi... Detta in soldoni, la tesi di Vacca è che abbiamo messo insieme un mondo tecnologico troppo complicato per essere in grado di tenerne sotto controllo il funzionamento. Come vedrete, ci sono dei punti di contatto tra questa tesi e il mio punto di vista sui problemi che sono in discussione in questi giorni, circa l'opportunità di far ripartire in Italia la costruzione di centrali nucleari, e sulle conseguenze di ciò che è avvenuto in Giappone a partire dal tragico 11 marzo scorso.

\* \* \*

Su quello che è successo in Giappone non debbo certo aggiungere informazioni alla grande quantità che è stata diffusa con tutti i mezzi possibili. Caso mai, quello che può essere utile è distinguere diversi aspetti, nelle cause e nelle conseguenze.

Sappiamo tutti che l'evento iniziale è stato un terremoto, di magnitudo di momento pari a 9.0 (il quarto come intensità tra quelli su cui si hanno dati) con epicentro a 130 km dalla costa. Ho usato il termine "magnitudo di momento," traducendo l'inglese "moment magnitude" che è la grandezza oggi usata dai sismologi al posto della vecchia scala Richter. Non mi addentro a spiegare le definizioni, sia perché sono complicate, sia perché non sono sicuro che saprei

darle correttamente. Quello che è certo è che questa magnitudo intende misurare, su scala logaritmica, l'energia totale liberata durante l'evento sismico. Come molti sanno, quella scala logaritmica è tale che un aumento di due magnitudini corrisponde a un fattore 1000 in energia.

Per confronto il terremoto dell'Aquila di due anni fa era di magnitudo 6.2, quindi di energia circa 16 000 volte inferiore. Può stupire a prima vista che i danni prodotti in Giappone *dal solo terremoto* siano stati relativamente modesti, e così pure il numero delle vittime. Ci sono per questo diverse spiegazioni concorrenti:

- In primo luogo, l'epicentro del terremoto giapponese era in mare, a circa 130 km dalla costa; quello dell'Aquila era a pochi km dalla città.
- L'ipocentro giapponese era più profondo: 32 km contro i 9 km dell'Aquila.
- All'Aquila gli effetti del terremoto sono stati aggravati dalle caratteristiche del terreno.
- Sembra quindi più significativo confrontare le accelerazioni al suolo: dai dati che ho trovato mi sembra di poter dire che il terremoto giapponese abbia prodotto un'accelerazione soltanto doppia di quello aquilano.
- Infine la cosa più nota: a causa della grande frequenza di terremoti, in Giappone le costruzioni sono realizzate con criteri rigorosamente antisismici. All'Aquila molti edifici sono antichi e tutt'altro che antisismici; ma anche costruzioni moderne, come la tristemente famosa Casa dello Studente, o l'ospedale, sono stati costruiti con metodi inadeguati, sebbene anche l'Appennino centrale sia ben noto come zona sismica.

\* \* \*

Posso anche ritenere come un fatto acquisito che i danni più gravi, addirittura disastrosi, non sono stati prodotti dal terremoto in sé, ma dal maremoto (tsunami) che vi ha fatto seguito.

Una piccola parentesi linguistica: evito accuratamente, qui e nel seguito, di usare la parola oggi più di moda, che troviamo ovunque, in politica, in economia, e non solo dove è più opportuna, come nel caso dell'evento giapponese. Avrete capito che mi riferisco al participio/aggettivo "devastante." Al mio carattere di bastian contrario, queste parole di moda provocano un vero disgusto. Fino a poco tempo fa il primato spettava a "obsoleto," ma ora "devastante" vince a man bassa: si è perfino infilata nel messaggio del Presidente Napolitano all'imperatore Akihito. . .

Dicevo dello tsunami: in realtà, passati i primi giorni, ho l'impressione che a distanza, come siamo noi, si sia un po' perso di vista l'effetto tremendo che esso ha avuto e avrà per anni sulla vita dei giapponesi. Non solo per le perdite umane, ma per la distruzione di un'intero tessuto sociale: case, strade, scuole, reti elettriche, mezzi di comunicazione, coltivazioni, industrie, attività produttive varie. . .

La riflessione (forse ovvia?) che mi viene di fare è che eventi del genere sono per fortuna rari, ma non tanto (ricordate New Orleans? sono passati solo sei anni da Katrina). E quando avvengono, producono effetti di lunga durata: New Orleans non ha ancora recuperato, per certi aspetti; per esempio, nell'ambiente si teme che il danno prodotto da Katrina sarà irreversibile. È difficile proteggersi preventivamente, in parte perché spesso è impossibile fare previsioni attendibili, in parte per il costo di protezioni veramente efficaci.

Raramente i politici sono disposti a richiedere ai cittadini uno sforzo economico per qualcosa che potrebbe avvenire, ma chissà quando (forse mai). Questo succede perfino nei casi in cui una ragionevole previsione è possibile: a proposito di Katrina, ve ne parlai alla fine della 49-ma puntata, uscita nel n. 3 del 2005. Questa osservazione, basata su esperienze reali, su fatti già accaduti, andrebbe tenuta presente quando si ragiona su progetti come le centrali nucleari: ci tornerò più avanti.

\* \* \*

Come tutti sappiamo, almeno nei nostri Paesi (Europa e forse altrove) l'attenzione si è concentrata su ciò che è accaduto alla centrale nucleare Fukushima I. Confesso che da principio questo spostamento di attenzione mi era sembrato ingiustificato di fronte al quadro generale del disastro; ora la vedo diversamente, dato che le notizie sull'evento nucleare hanno continuato ad aggravarsi.

Ma riassumiamo brevemente la successione degli eventi. Al momento del terremoto, 3 dei 6 reattori che costituiscono la centrale erano spenti, mentre gli altri erano in funzione. Appena il terremoto fu rilevato dai sensori, i reattori vennero spenti automaticamente, sebbene non ci fosse stato alcun danno significativo in tutto l'impianto. Va però ricordato che un reattore nucleare spento abbisogna comunque di un raffreddamento efficiente, perché i prodotti di fissione, nuclidi a vita più o meno breve, continuano a liberare energia: attorno al 6% della potenza nominale della centrale subito dopo l'arresto, e progressivamente decrescente man mano che i nuclidi a vita più breve decadono. Questo dura per alcuni giorni.

Il terremoto aveva però interrotto la rete elettrica che alimentava la centrale, per cui entrarono immediatamente in funzione i generatori d'emergenza. Un quarto d'ora dopo l'onda dello tsunami investiva la centrale: il muro di protezione era alto 6 metri, ma l'onda raggiunse i 14 metri e allagò i locali sotterranei dove si trovavano i generatori, che quindi cessarono di funzionare. Meno chiara mi è la sequenza degli eventi successivi (la mia fonte principale è

[http://en.wikipedia.org/wiki/Fukushima\\_I\\_nuclear\\_accidents](http://en.wikipedia.org/wiki/Fukushima_I_nuclear_accidents)

che è un resoconto piuttosto dettagliato). Sta di fatto che venendo a mancare il raffreddamento, iniziava l'ebollizione dell'acqua che circondava le barre d'uranio, si produceva idrogeno (sembra a causa della reazione con la lega di zirconio che rivestiva le barre combustibili) che poco dopo esplodeva. Intanto le barre subivano una parziale fusione, liberando i prodotti di fissione altamente radioattivi.

Non mi soffermo sui tentativi, infruttuosi o almeno insufficienti, di arrestare questa catena di eventi. Ricordo solo che un buon numero di operatori hanno rischiato la vita in questi tentativi; in particolare alcuni hanno assorbito dosi di almeno 2 sievert essendo rimasti immersi fino alle caviglie in acqua radioattiva. Sappiamo che l'area evacuata attorno alla centrale, inizialmente con raggio di 20 km, è poi stata estesa a 30 km, e che l'incidente è stato lentamente portato fino al livello 7, il massimo della scala internazionale. Al momento in cui scrivo, 40 giorni dopo l'evento, non sembra che si sia ancora riusciti a mettere sotto controllo i reattori, e continua il rilascio di materiale radioattivo nell'aria e nell'acqua dell'oceano. Si parla di alcuni mesi perché cessi l'emissione.

Riassumendo, l'evento giapponese non si conforma alle visioni apocalittiche di Vacca, ma ne presenta già alcuni aspetti. Vacca prefigurava una crisi causata non da grandi incidenti o catastrofici eventi naturali, ma da incidenti relativamente modesti, i cui effetti sarebbero stati amplificati dall'intrinseca instabilità del sistema complessivo; fino ad arrivare a una paralisi globale di quasi tutte le strutture tecnologiche che caratterizzano la nostra civiltà e riportarci a un "medioevo." L'evento giapponese sembra assai più circoscritto, e non si sarebbe prodotto senza una causa scatenante di per sé assai importante. Anche se costerà molto caro all'economia e al benessere del Giappone, possiamo ragionevolmente ritenere che i danni verranno riparati, e nel giro di anni resteranno delle cicatrici, ma non certo il medioevo; inoltre non sembra che ci si possano aspettare delle ricadute in altri Paesi.

Però la parte forse più grave, quella nucleare, mostra alcune caratteristiche preoccupanti. Il terremoto c'è entrato poco: ha solo prodotto un'interruzione di energia elettrica (paradossalmente, in una centrale che produce energia elettrica!). Lo tsunami ha messo fuori servizio i generatori ausiliari; la difficoltà a intervenire dall'esterno, a causa dei danni infrastrutturali prodotti da terremoto e tsunami, hanno fatto il resto, fino alla completa distruzione dei reattori e alla conseguente diffusione di sostanze radioattive, di cui non sappiamo ancora misurare l'effettiva entità e gli effetti sulla salute della popolazione.

Abbiamo dunque una concatenazione di cause-effetti, in cui un evento di per sé grave se ne porta dietro degli altri forse peggiori, a causa dell'intima interconnessione di tutte le strutture tecnologiche. Se non è l'instabilità di cui parlava Vacca, non ne siamo molto lontani. . .

\* \* \*

In Italia abbiamo assistito al solito spettacolo: un'orgia d'informazione scendente, pagine riempite di "colore" per non ammettere che non si avevano notizie certe, allarmismo ingiustificato. . .

TV e giornali hanno abbondato di parole impressionanti, come per es. "contaminati," che non si sa che cosa significa ma evoca scenari paurosi, che riecheggiano la peste di manzoniana memoria. Mancavano solo gli untori. Quando poi

è arrivata la “nube radioattiva” non ci sono stati più freni. E di conseguenza i cittadini frastornati e impauriti hanno cominciato a dare i numeri. . .

Volete un esempio? Giovedì 31-3 “Repubblica” in cronaca di Firenze titolava a tutta pagina: “I milliBecquerel sono 0.2,” riportando una comunicazione dell’ARPAT; pochi giorni dopo i famigerati “milliBecquerel” sono diventati 0.6: si salvi chi può! Sempre dalla stessa fonte apprendiamo che delle maestre hanno telefonato per chiedere se potevano portar fuori i bambini, addirittura se potevano aprire le finestre dell’aula.

Poco importa che nessuno di costoro avesse la minima idea di che cos’è un becquerel (che si scrive con l’iniziale minuscola) e i relativi mBq (che poi andavano intesi per metro cubo di aria). Vale la pena di fare un piccolo calcolo, partendo dal fatto che 1 Bq è una misura di attività, ed è definito come una disintegrazione al secondo. Per cui 0.2 mBq/m<sup>3</sup> stava a dire che in un metro cubo di aria si contava una disintegrazione (di iodio 131) ogni 5000 secondi. Considerato il tempo di dimezzamento di <sup>131</sup>I, pari a circa 8 giorni, ne risulta una concentrazione di iodio 131 pari a circa 200 atomi/m<sup>3</sup>.

Certo, questo dice poco, se non abbiamo un’idea degli effetti che può fare ogni singolo decadimento. Ma possiamo confrontare l’attività misurata con quella già presente nell’aria per cause del tutto naturali. Per es. il solo radon 222 contribuisce in modo molto variabile da luogo a luogo, ma sempre almeno qualche centinaio di volte superiore in Italia allo iodio 131 di Fukushima. Va da sé che questo nessuno l’ha detto, perché è un dato sconosciuto alla totalità dei fattori di giornali e TV, e costoro non sono abituati a consultare degli esperti, o semplicemente internet, prima di sparare titoli impressionanti.

A questo punto chi mi sta leggendo si sarà chiesto: ma insomma ti dobbiamo annoverare tra i filo- o tra gli antinucleari? Rispondo subito.

\* \* \*

Come tutti sanno, per il prossimo 12 giugno è indetto un gruppo di referendum, uno dei quali riguardava la decisione del Governo (decreto-legge del 2008) di riprendere in Italia la costruzione di centrali nucleari. Ho usato l’imperfetto, perché proprio mentre stavo scrivendo questo pezzo ho appreso la notizia che il Governo intende modificare quel decreto-legge rinviando il progetto nucleare di almeno un anno, o forse affossandolo definitivamente. Di conseguenza il referendum “nucleare” molto probabilmente non si potrà tenere, essendo stata sostanzialmente modificata la legge sottoposta a referendum.

La decisione governativa mi ha bruciato in gran parte quello che ho scritto e ancor più quello che stavo per scrivere. Ne deduco che è molto più tranquillo occuparsi di relatività generale: non si rischia di vedersi ridurre il proprio lavoro a chiacchiere inutili. . . Ma dato che il lavoro di preparazione era ormai in gran parte fatto, ho deciso di andare avanti, nella speranza che quello che dirò possa servire, magari per il futuro.

Comincerei informandovi che nel 1987, quando fu proposto un referendum su tema analogo, il cui esito portò, sia pure in modo obliquo, alla chiusura dell'esperienza nucleare in Italia, io votai "no," ossia ero favorevole a continuare la produzione di energia nucleare. Non interessano molto le mie ragioni di allora, mentre è forse più interessante che oggi ho cambiato opinione: se il referendum si fosse tenuto, avrei votato "sì."

Non so se qualcuno ricorderà le due puntate che dedicai, dieci anni fa, a diversi problemi tra i quali l'uso dell'uranio impoverito in Kosovo. Avevo allora inventato un dialogo con mia nipote Sofia, che però aveva soltanto nove anni. Pensando a lei e al suo fratellino, riflettevo sulla responsabilità di chi ha una competenza scientifica, sul suo dovere di far conoscere il proprio punto di vista su questioni che toccano la vita dei suoi concittadini. Scrivevo:

*... fra qualche anno potrebbero chiedermi: "Nonno, mentre succedeva tutto questo, tu dov'eri? che facevi? non dicevi niente?" Che cosa risponderò a Sofia e ad Alberto?*

e alla fine del mio ragionamento concludevo, rivolgendomi a Sofia:

*Capisci meglio ora perché uno scienziato serio non ha voglia di occuparsi di queste cose? Sono importanti, è vero, ma non si riesce a ottenere conclusioni scientificamente attendibili, e neanche lo si può dire. Non resta che sospirare "purtroppo così va il mondo," e cercare di dedicare le proprie energie a qualcosa di più produttivo.*

Come dicevo, sono passati dieci anni; Sofia è maggiorenne e potrà votare (Alberto ancora no, per un paio di mesi). Inoltre la questione come si pone oggi mi pare più grave, e non si può stare in silenzio. Può darsi che di energia nucleare in Italia non si parli più, ma non è detto: per ora la questione è soltanto rinviata (i maligni dicono per evitare un referendum che rischiava di riuscire pericoloso per il Governo). Perciò vi esporrò ora sommariamente le ragioni per cui ritengo meglio che il nostro Paese rinunci per sempre a questa strada per affrontare il problema dell'energia.

Ci sono diversi aspetti, che vanno esaminati con un certo ordine:

- 1) politico nazionale
- 2) economico
- 3) geopolitico
- 4) energetico
- 5) sicurezza.

Parlando di politica nazionale, esprimo la mia completa sfiducia nella classe politica (tutta, non solo l'attuale maggioranza) per la generale ignoranza e incapacità di affrontare temi così complessi.

Quanto al Governo, dopo Fukushima ho sentito due ministri (uno coi capelli d'argento e accento milanese; una bionda con accento siracusano) assicurare della

necessità e convenienza dell'energia nucleare; entrambi asserivano che il Governo non avrebbe fatto marcia indietro sotto l'onda dell'emozione. Pochi giorni dopo c'è stato il ripensamento, con la "moratoria" di un anno. Più di recente lo stesso "capelli d'argento" ha spiegato al Senato che occorre un riesame approfondito di tutti gli aspetti, in accordo con le decisioni europee, ecc. ecc.: di qui l'abrogazione delle decisioni iniziali e il rinvio a un piano energetico, da preparare entro un anno. Scopriamo così quello che in realtà si sapeva: il Governo aveva preso la decisione sul nucleare senza aver fatto un approfondito esame del problema energetico; l'Italia a tutt'oggi non ha un piano energetico, che consideri tutte le opzioni, valuti i costi e i diversi aspetti di cui parlerò fra poco.

Ma l'opposizione non si è comportata meglio: era divisa tra sostenitori del nucleare (UDC, parte del PD) e decisi avversari. Anche il sostegno al referendum è stato all'inizio molto parziale, ed è ormai inutile. È abbastanza chiaro, almeno a me, che in realtà l'intera classe politica è impreparata di fronte a problemi di così elevato contenuto tecnico/scientifico, e si muove sotto la spinta d'interessi settoriali o di pregiudizi ideologici.

Anche i mass media sono responsabili del disorientamento, che è diffuso in tutta la cittadinanza: non può bastare che si dia la parola (pochi secondi in TV, poche righe in un giornale) in modo "imparziale" a uno pro e uno contro. Senza contare che gli "esperti" che vengono ascoltati di rado meritano questo titolo. . .

All'impreparazione della classe politica e al disorientamento dei cittadini, si aggiunge un aspetto che posso definire "di sistema": questo Paese non è capace di affrontare problemi complessi, anche molto meno impegnativi di un piano nucleare. Bastano pochi esempi:

- Il modo come è stato gestito il dopo-terremoto all'Aquila è semplicemente scandaloso. *Due anni dopo*, il centro della città è ancora pieno di macerie, la ricostruzione è di là da venire, le attività economiche, commerciali, culturali, sociali in senso lato sono bloccate od ostacolate nel loro tentativo di ripresa. Una città antica, capoluogo di regione, rischia di morire di asfissia.
- Mentre si è avviata una privatizzazione dell'acqua pubblica, abbiamo una rete idrica in condizioni pietose: le stime sulle perdite dalle prese ai rubinetti dei cittadini sono variamente stimate fra il 30 e il 40%, ma sono comunque ingenti. Tutto il sistema degli acquedotti avrebbe bisogno di un pesante intervento di manutenzione e di restauro, per il quale non ci sono e forse non ci saranno mai le risorse. Di sicuro il passaggio della rete al privato non aiuterà in questo senso: servirà solo ad aumentare il prezzo finale dell'acqua, ma nessun privato vorrà impegnarsi in un'impresa che richiederebbe investimenti ingenti, ammortizzabili solo a lungo termine. Intanto abbiamo un assurdo ricorso alle cosiddette "acque minerali," costosissimo per i cittadini e fonte di sicuro profitto per i concessionari delle sorgenti.
- Il terzo esempio è così evidente che richiede solo poche parole: lo smaltimento dell'immondizia a Napoli è in crisi cronica, e tocca la responsabilità

di diversi Enti pubblici, dal Governo al Comune, passando per Province e Regioni. Coinvolge quindi senza eccezioni tutti i principali partiti politici. Ma non è affatto detto che la crisi resti circoscritta a quella città: si sono già avuti segnali negativi a Palermo, e resta da vedere se la situazione non peggiorerà anche in altri luoghi.

Perciò concludo: prima d'impegnarsi in un'impresa costosa e complessa come il piano nucleare, come cittadino pretendo che i politici dimostrino di saper risolvere questi problemi (e non sono i soli ...).

\* \* \*

L'aspetto economico è connesso con quello politico. Le stime sui costi di realizzazione delle centrali quanto sono affidabili? Non sono certo un esperto in materia, ma c'è un'obiezione alla quale non ho mai visto risposte convincenti. Ci sono almeno due elementi di costo che si tende a sottostimare o a trascurare del tutto. In primo luogo lo smaltimento delle scorie, che anche in altri Paesi viene risolto a fatica, e che tra l'altro comporta di nuovo problemi politici: far accettare alla popolazione di una zona che questa ospiti un deposito *a lungo termine* che molti temono possa diventare assai pericoloso a scadenza indefinita, se i modi di conservazione dovessero rivelarsi in qualche misura difettosi. È evidente la connessione col più generale problema della sicurezza, di cui parlerò più avanti. Il secondo fattore di costo è lo smantellamento di una centrale a fine vita (il cosiddetto "decommissioning") che si sa costosissimo — c'è chi sostiene che possa costare anche più della costruzione — e finirebbe per diventare un peso economico posto a carico delle generazioni future.

Quanto ho appena detto incide sulla valutazione che viene fatta del costo d'esercizio, in quanto questo dovrebbe includere, come ammortamento, i costi *una tantum* (costruzione, smantellamento) e la gestione delle scorie. D'altra parte il confronto coi costi attuali dell'energia viene fatto pensando ai combustibili fossili, che sono destinati a esaurirsi e comunque ad aumentare di prezzo. Le altre possibili fonti (biomasse, eolico, solare) sono generalmente considerate non competitive, il che può essere vero oggi, ma potrebbe rivelarsi errato in futuro, specialmente se si spostasse in quella direzione l'impegno di ricerca e d'investimenti che oggi (soprattutto in Italia) va in altre direzioni.

Ultima considerazione sull'aspetto economico: nessuna impresa di grandi dimensioni, di qualunque genere, riesce di regola a rispettare le stime iniziali di costo. Questo non accade soltanto in Italia: per fare un unico esempio, mi è capitato di leggere di recente che il progetto di un cacciabombardiere europeo (Eurofighter 2000) al quale l'Italia partecipa, nel 1986 era stato stimato in 16 000 miliardi di lire, più 3000 miliardi di costi di progettazione; oggi, a progetto non ancora concluso, la stima del costo si aggira sui 18 miliardi di euro, ossia non lontano dal doppio, anche tenendo conto dell'inflazione. Per le opere pubbliche italiane, come tutti sanno, le cose vanno molto peggio; quindi non abbiamo

nessuna garanzia che a centrali realizzate il costo del kWh potrebbe essere quello che si dice oggi: più probabilmente sarebbe almeno il doppio.

\* \* \*

Un terzo argomento è quello che ho chiamato “geopolitico.” I fautori dell’energia nucleare sostengono che questa servirebbe a ridurre la nostra dipendenza da petrolio e gas, per i quali siamo soggetti a fornitori non sicuri o politicamente instabili: Russia, Paesi del Nord Africa e del Medio Oriente. La preoccupazione è fondata, e sicuramente differenziare le fonti di rifornimento sarebbe un vantaggio.

Ma purtroppo l’energia nucleare può incidere solo sui consumi elettrici, e non sui consumi per il trasporto su gomma, che pesano per circa il 30% sul fabbisogno nazionale di energia (a meno di non immaginare un’inverosimile sviluppo di veicoli elettrici in tempi ragionevoli). Un’altra parte notevole della richiesta di energia non elettrica sta negli usi per riscaldamento domestico, e un’altra ancora nei consumi industriali.

Non ho trovato dati su tutto questo, se non parziali e difficilmente interpretabili (colpa mia: se avessi studiato da tempo il problema probabilmente sarei meglio informato). Provo a buttar lì che solo il 50% del consumo energetico sia di tipo elettrico. Il piano nucleare prevedeva di contribuire per il 10% del consumo elettrico entro il 2020, quindi per il 5% del totale: è evidente che il piano nucleare non potrà risolvere il problema geopolitico, per i prossimi 10 anni e prevedibilmente anche per un tempo molto più lungo.

\* \* \*

Sull’aspetto più strettamente energetico ho già detto qualcosa, com’era inevitabile date le strette connessioni tra i diversi aspetti del nostro problema. In termini più generali, si tratta di valutare se e quanto un programma nucleare potrebbe incidere sul fabbisogno di energia nazionale a medio-lungo termine (escludo il breve termine, sia perché per costruire le centrali ci vogliono parecchi anni, sia perché la loro vita va prevista in qualche decina di anni). Allo stesso tempo però bisognerebbe esaminare quale sarà il prevedibile sviluppo dei consumi, quali alternative esistono, con quali costi... Vasto programma, che non posso certo affrontare qui, e che del resto non sono preparato ad affrontare. Come ho già fatto notare, neppure il Governo, che ha l’obbligo istituzionale di occuparsene, al momento risulta in grado di dire qualcosa di serio, e tanto meno di delineare un piano energetico globale. Sono quindi giustificato se mi limito a buttar lì alcune impressioni, che non pretendono di avere alcun fondamento scientifico, tecnico, economico.

Non posso però fare a meno di osservare che la stessa cautela non viene osservata da persone che avrebbero il dovere di essere competenti e attente nei giudizi, non foss’altro per la carica che occupano. Prendiamo ad es. Umberto Veronesi, attuale presidente dell’Agenzia per la sicurezza nucleare: in un articolo su “Repubblica” il 19 marzo scorso, ha scritto:

*Se è vero — ed è scientificamente vero — che senza l'energia nucleare il nostro pianeta, con tutti i suoi abitanti, non sopravviverà, non dobbiamo fare marcia indietro, ma andare avanti, ancora più in là, con la conoscenza e il pensiero scientifico. Dobbiamo pensare al futuro tenendo conto che petrolio, carbone e gas hanno i decenni contati e che sono nelle mani di pochissimi Paesi, che possono fare delle fonti di energia strumento di ricatto economico e politico; che stiamo avvicinandoci ai 7 miliardi di persone sulla Terra, con consumi sempre maggiori di energia; che le altre fonti di energia, le rinnovabili, hanno grandi potenzialità, ma per alcune non abbiamo le tecnologie che rendano accessibili i costi di trasformazione e globalmente non sono sfruttabili in modo tale da assicurare la copertura del fabbisogno. La scelta dell'energia nucleare è dunque inevitabile e il nostro compito è ora quello di garantirne al massimo la sicurezza per l'uomo e per l'ambiente.*

Debbo dire che di questo brano mi ha colpito più di tutto l'attacco: secondo Veronesi è *scientificamente vero* che senza l'energia nucleare il nostro pianeta, con tutti i suoi abitanti, non sopravviverà. A parte l'evidente sciocchezza di legare la sopravvivenza *del pianeta* a una o a un'altra fonte di energia, mi domando dove Veronesi abbia trovato il fondamento *scientifico* di ciò che afferma. A mio giudizio non esiste (e non può esistere) una prova scientifica, trattandosi di un problema complesso di economia, tecnica e politica, che per sua natura *non ammette una trattazione scientifica*.

A me pare evidente che siamo in presenza di un abuso di autorità: Veronesi si avvale di un'autorevolezza che gli viene largamente riconosciuta *in un campo specifico*, quello della cura dei tumori, per dar forza a un'argomentazione che non ha niente a che fare con le sue competenze, e dove il suo parere non vale più del mio o di molti altri. E con tutta franchezza aggiungo che non mi sento di nutrire fiducia, per lo svolgimento della sua funzione, verso una persona che ricorre a simili metodi per far valere le sue ragioni.

Come ho già accennato, non vedo l'energia nucleare come un fattore risolutivo del problema energetico nazionale: neppure per i consumi elettrici, a meno di non varare un piano molto più ambizioso di quello per ora prospettato, e che però andrebbe incontro a gravi difficoltà di altro tipo, concernenti soprattutto la sicurezza: dove collocare centrali capaci di produrre un parte importante degli oltre 50 GW di potenza elettrica richiesta nei momenti di punta? (Ricordo che una centrale nucleare tipica ha una potenza che si aggira attorno al GW.)

Mi vado sempre più convincendo che la strada per il problema energetico sia prima di tutto quella di ridurre i consumi inutili: penso anzitutto agli sprechi per il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici, che potrebbero essere ridotti migliorando l'isolamento. Penso poi al consumo (non elettrico) dei trasporti di persone e merci su gomma, che va distinto nel settore urbano e in quello interurbano.

Quanto al primo, si tratta di modificare abitudini perverse quanto diffuse, che spingono a usare l'auto anche in piccoli centri e per piccole distanze, senza vera necessità; dal lato della politica, sarebbe necessaria una scelta veramente seria e convinta in favore del trasporto pubblico, disincentivando anche duramente l'uso cittadino dell'auto. Ma siccome in partenza sarebbe una politica impopolare, sarà necessaria un'opera di educazione "a monte," nella quale ci si dovrebbe impegnare in tutte le occasioni, a cominciare dalle scuole; ma gli enti locali dovrebbero incoraggiare questo lavoro educativo con iniziative e contributi.

Per il trasporto interurbano la cosa è più difficile, visto che le caratteristiche orografiche dell'Italia non favoriscono (esclusa la pianura padana e poche altre zone) una diffusione del sistema ferroviario. Ma comunque si dovrebbe invertire la tendenza degli ultimi anni, che è stata di tagliare i "rami secchi" e di concentrare lo sviluppo su poche linee; al punto che (qui parlo come persona interessata, in quanto pisano) perfino la linea tirrenica (Torino-Roma) è oggi servita molto peggio che 20 anni fa. Soprattutto andrebbe invertita la tendenza, ormai invalsa da tempo, a concentrare il trasporto merci, anche per le grandi distanze, sulla rete autostradale. Non so perché questo debba accadere in Italia a differenza di altri Paesi di dimensioni confrontabili come Francia o Germania.

E qui mi fermo, perché — come ho già detto — le mie sono poco più che parole in libertà.

\* \* \*

Quanto alla produzione, ho già accennato che vedrei con favore lo sviluppo delle fonti cosiddette "rinnovabili," anche se alcune cautele sono d'obbligo. Bisogna infatti evitare distorsioni com'è stata per es. negli Stati Uniti la conversione di parecchia superficie agricola a mais per produrre bioetanolo, al punto di ridurre la disponibilità per usi alimentari. Oppure l'eccesso del fotovoltaico su terra, di nuovo a scapito dell'uso agricolo; eccesso stimolato dagli incentivi che lo hanno fatto diventare un affare. (Come sapete la questione degli incentivi per le energie alternative è oggetto di accesa discussione in questi giorni.) A mio parere sarebbe invece da incoraggiare *seriamente* lo sviluppo delle celle solari (termiche e fotovoltaiche) sui tetti degli edifici, dove non rubano spazio ad altri utilizzi e presentano un vantaggio di cui dirò tra poco. Sono meno convinto dell'energia eolica, soprattutto perché non mi sembra che in Italia ci siano molti siti che si prestano bene (e tralascio le obiezioni di carattere estetico, ecologico, ambientale in genere).

Energia solare ed eolica hanno — come sappiamo — un grosso handicap, ed è l'intermittenza e poca prevedibilità della produzione. Necessitano perciò di essere affiancate o da centrali tradizionali, che assumano il carico nei periodi di scarsa produzione, oppure da "serbatoi di energia," per i quali sono state prospettate varie soluzioni. La più ovvia, che del resto è già in uso, sono i bacini idroelettrici, dove l'acqua viene pompata nei periodi di poca richiesta

e utilizzata nei periodi di punta. Sono anche stati proposti depositi di aria compressa, in cavità naturali o artificiali, e ho notizia anche di altre idee.

Per es. Rifkin, di cui parlerò più avanti, è convinto che la soluzione sia nell'idrogeno: usare l'energia elettrica in eccesso per ricavare idrogeno dell'elettrolisi dell'acqua, e poi distribuirlo per l'uso nei motori a combustione interna (auto-veicoli) o per rigenerare energia elettrica in centrali termiche. Non sono in grado di valutare la fattibilità economica di questa soluzione.

Un vantaggio non secondario di molte forme di energia rinnovabili è il loro carattere *diffuso*, che si pone in opposizione ai grandi impianti come sono le centrali termiche tradizionali o quelle nucleari. Una centrale termica o nucleare deve essere grande, perché solo così realizza l'economia di scala che rende accettabile il costo dell'energia prodotta. Però un grande impianto presenta degli inconvenienti:

- Per ragioni di sicurezza e di comodità costruttiva avrà sede lontano da centri abitati importanti, e l'energia prodotta deve essere instradata su linee di trasmissione di potenza, il che comporta ulteriori costi e perdite.
- In caso d'interruzione del funzionamento per qualsiasi ragione, viene a mancare una parte importante della produzione complessiva.
- Per proteggere la centrale da pericoli esterni (per es. attacchi terroristici) è necessario circondarla da protezioni fisiche, da un apparato di sorveglianza, facendone quindi un qualcosa di chiuso rispetto alla cittadinanza.
- La manutenzione è complessa e delicata; richiede tecnici di alta qualificazione e senso di responsabilità (ricordate Chernobyl!).

Primo, terzo e quarto punto sono particolarmente sentiti nel caso delle centrali nucleari.

Al contrario gli impianti solari e parzialmente quelli eolici:

- Possono essere realizzati su scala domestica e sono sotto il diretto controllo degli utenti.
- L'eventuale sovrapproduzione di energia può essere riversata in rete, conteggiando in modo automatico il credito così realizzato.
- La manutenzione è semplice e può essere affidata a piccole imprese, senza esigenze di sicurezza e di protezione.
- Eventuali guasti producono un danno estremamente localizzato.

La battaglia in favore della produzione diffusa di energia è sostenuta ad es. da Jeremy Rifkin, che ci vede da un lato vantaggi tecnici ed economici, dall'altro un importante valore democratico.

Questo punto va spiegato meglio. Come ho appena detto, i grandi impianti di produzione di energia sono per necessità centralizzati, sottratti al controllo dei cittadini, tanto al momento decisionale (investimenti, proprietà, attribuzione dei costi) quanto a quello della gestione, funzionamento, distribuzione dell'energia.

Perfino gli organi statali risultano di fatto impotenti in occasione di gravi incidenti, come abbiamo visto in Giappone, dove il Governo si è trovato a dipendere da un'impresa privata per le informazioni, per le scelte tecniche relative a come uscire dall'incidente...

Al contrario, Rifkin prospetta una "terza rivoluzione industriale," in cui la produzione di energia, basata su fonti rinnovabili, è diffusa e interconnessa come oggi è Internet, in modo che surplus e deficit di produzione possano essere compensati mediante una rete di connessioni (che lui vede a scala europea). Certamente la realizzazione di una simile struttura non può essere immediata, ma giustamente Rifkin osserva che solo 20 anni fa nessuno avrebbe potuto prevedere l'attuale sviluppo di Internet, la diffusione non solo di posta elettronica, ma di messaggi voce, musica, filmati, da persona a persona su tutto il pianeta. (Una nota personale: mi ha sempre colpito come la fantascienza di 30, 40, 50 anni fa, anche da parte dei più grandi, non avesse mai previsto niente del genere, pur essendosi lanciata nelle più varie fantasie sul futuro dell'umanità.)

È dunque un problema politico, su scala sovranazionale, far sì che le scelte di oggi non compromettano, ma anzi facilitino, un tale possibile futuro. In questo senso, il nostro "programma nucleare" si muove nella direzione opposta, che corrisponde a una visione del tutto inadeguata delle possibilità future.

Potete trovare maggiori notizie sulle idee di Rifkin in

[http://www.euractiv.com/en/energy/  
jeremy-rifkin-europe-lead-third-industrial-revolution/  
article-170005](http://www.euractiv.com/en/energy/jeremy-rifkin-europe-lead-third-industrial-revolution/article-170005)

(in inglese) e in italiano per es. in

<http://www.educambiente.tv/Rifkin-nucleare.html>

\* \* \*

Resta l'ultimo punto, ossia la sicurezza. In realtà l'ho già toccato più volte, com'era inevitabile dato che tutti gli aspetti del problema energetico sono fitti di rapporti intrecciati. Il che contribuisce a renderlo un problema complicato: non solo per la sua soluzione, ma anche per una chiara visione del tutto.

Sappiamo qual è il tallone d'Achille degli impianti nucleari, sul quale concordano un po' tutti: il fatto che gli incidenti — anche se molto rari, come mostra l'esperienza accumulata — possono assumere facilmente proporzioni catastrofiche. Le divergenze cominciano appena si prova a confrontare i pro e i contro: per es. i sostenitori del nucleare sottolineano la rarità degli incidenti gravi, dovuta tra l'altro al fatto che le centrali nucleari sono complessi di altissima qualificazione tecnologica, gestiti in modo assai sofisticato e con molti livelli di protezione. Osservano inoltre che incidenti gravi possono avvenire in altri impianti industriali, segnatamente quelli chimici, e gli esempi sono ben noti. Ci sono poi pericoli più subdoli, apprezzabili solo a lungo termine (l'esempio

più noto è l'amianto) ed effetti d'inquinamento e di danni alla salute che spesso vengono trascurati: come esempi posso citare cementifici, raffinerie, imprese siderurgiche. . . Perché dunque demonizzare proprio le centrali nucleari?

Qualche possibile risposta. La prima è che i danni delle industrie chimiche e di altro genere sono in buona misura fatti del passato, ai quali si è posto progressivamente rimedio (anche se molto resta ancora da fare). La seconda è che l'immagine di superiorità tecnologica delle centrali nucleari ha subito un grave colpo proprio da Fukushima, dove abbiamo visto in crisi un Paese di cui avevamo un'idea di efficienza, rispetto delle regole, attenzione al lavoro ben fatto, ecc. La terza è che l'esistenza di altre gravi situazioni di rischio non è un buon argomento per aggiungerne di nuove, quando se mai si deve lavorare con impegno per abbassare i pericoli già esistenti.

Ma qui voglio aggiungere delle considerazioni personali, relative alla situazione italiana. Ho già detto che a mio parere *come società*, nel suo insieme, non siamo in grado di sostenere un'impresa complessa e ad alto rischio come quella nucleare. Non per difetto di competenze tecnico-scientifiche, ma per cause che ho definito "sistemiche." Dell'incompetenza e scarsa serietà a livello politico ho già detto e non voglio ripetermi. Ma c'è un altro elemento non secondario da considerare. Dubito molto che i tecnici potrebbero svolgere il loro lavoro al meglio, senza essere condizionati pesantemente dalla pressione di vari interessi: è ovvio per es. che molte soluzioni rilevanti per la sicurezza risulterebbero costose, e gli investitori sarebbero tentati di far adottare scelte più economiche. A impedirlo dovrebbero provvedere gli organi di controllo, ma sappiamo bene quanto poco siano efficienti i controlli pubblici anche in campi meno impegnativi di questo. Senza contare l'intervento di mazzette per ammorbidire i controllori. . . Infine: non possiamo trascurare che un'impresa di questa mole, con un giro d'affari assai cospicuo, attirerebbe l'interesse della criminalità organizzata, che come sappiamo ha già mani in pasta in parecchi campi, un po' in tutto il Paese (e non solo nel Sud, come si tende a pensare).

Anche sui mass-media, sui commentatori, sui formatori dell'opinione pubblica ho già espresso il mio giudizio tutt'altro che positivo: l'ho scritto poche pagine indietro e anche in altre occasioni. Sulla capacità dei cittadini di affrontare un'eventuale situazione di crisi ho serissimi dubbi, e credo che molti saranno d'accordo con me: provate a immaginare una Fukushima in Italia, e quale sarebbe il comportamento dell'italiano medio. . . Ma anche in condizioni meno drammatiche, addirittura solo nella prospettiva di prendere decisioni impegnative, si vedono fin d'ora i segni di una diffusa paura e sfiducia; mi domando per es. come il Governo pensasse di affrontare il problema della collocazione delle costruende centrali, quando fin dai primi passi si sentiva un coro di "d'accordo ma non qui," anche da parte dei Presidenti di regione del partito di governo.

Insomma, per dirla in tre parole: non mi fido.

\* \* \*

E con questo ho finito. Anche se ho cercato di essere breve, e ho rinunciato a chiarire e sviluppare diversi punti, questa puntata batte il record di lunghezza, che resisteva da quasi nove anni. Mi scuso di ciò, ma non mi è sembrato ragionevole dividerla in due.

Spero di poter promettere che la prossima sarà su un tema più semplice e tranquillo; forse concluderò il discorso sulla relatività generale, che è rimasto troppo a lungo in attesa. Sempre che non intervengano imprevisti. . .