
ENERGIA NUCLEARE E SVILUPPO SOSTENIBILE¹

FABIO FINESCHI

Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria civile e industriale

Il viandante

L'uomo non si è mai fermato da quando si è alzato in piedi in una savana in mezzo all'Africa: ha valicato tutte le terre, solcato tutti i mari, anche quando le strade e le rotte non erano state ancora tracciate, sempre tremando di paura tra i mille pericoli imprevedibili che incontrava, ma con un coraggio, una determinazione, una speranza che ci meravigliano e ci sorprendono.

«Chi si ferma è perduto»: nell'intricato groviglio dei problemi naturali, personali, sociali, l'uomo deve avanzare senza posa, tra cadute, ferite, tragedie, per scoprire se stesso, per essere oggi migliore di ieri, verso un futuro che non conosce, ma che deve e vuole affrontare come un'avventura con cui continuamente misurarsi.

Lo chiamano sviluppo durevole, sviluppo sostenibile: una via per non morire.

Sviluppo sostenuto da Chi? Solo da noi, poveri, deboli, ignoranti, violenti?

Pericoli dell'energia nucleare

Abbiamo sperimentato che gravi incidenti nucleari possono verificarsi anche dove l'ingegneria e la struttura sociale sono più avanzate, come in Giappone, anche se l'evento è valutato come poco probabile. I suoi effetti non rimangono circoscritti all'area dell'impianto ma, come accade nei peggiori disastri tecnologici, interessano popolazioni a chilometri di distanza, costringendole all'evacuazione e dunque sconvolgendo la loro vita per tutelarne la salute. Le conseguenze delle emissioni delle sostanze radioattive generate nei reattori nucleari non si risentono solo sulla generazione presente, ma graveranno anche su quelle future.

Anche se in Giappone i feriti e i morti per le conseguenze dell'incidente di Fukushima saranno di gran lunga inferiori a quelli dovuti alle bombe di Hiroshima e Nagasaki e alla furia della natura, anche se i danni derivanti dalla costruzione di città sulle rive di un mare soggetto a tsunami sono stati assai maggiori di quelli dovuti alla presenza sulla battigia di centrali nucleari, eppure pressante è la domanda: *vale la pena* «fare il nucleare»? Il nucleare infatti *porta pena*: sono la sapienza e la saggezza a dircelo, ancor prima della scienza!

Non solo il nucleare usato per la guerra, ma anche quello progettato per la pace!

¹ Lezione tenuta il 26 novembre 2012 all'ITGC "L. Campedelli", Castelnuovo Garfagnana (LU).

Evitare i pericoli

Bisogna fare il possibile per evitare il nucleare. Il nucleare non va considerato un business: la grande abbondanza di energia che assicura può costare salato. È vero che c'è sempre qualcuno nel mondo che rischia la vita più o meno direttamente per noi, ma solo la vita di tutti ci potrebbe far accettare, sia pure nel dolore della tragedia, l'eventualità della morte di qualcuno. Per questo il nucleare, come tutte le imprese rischiose, può essere fatto solo se è davvero indispensabile per evitare che l'umanità paghi prezzi più alti in termini di libertà, giustizia e pace. Ora che temiamo l'esaurimento dei combustibili fossili, ora che sappiamo che il loro uso sta innalzando troppo la concentrazione di gas serra, e con essa la temperatura dell'atmosfera, il problema energetico si propone in tutta la sua urgenza e radicalità.

Per risolverlo si potrà fare a meno del nucleare ricorrendo ad altre fonti energetiche alternative?

Sviluppare fonti energetiche alternative

Il sole fornisce una quantità di energia alla Terra molto al di là delle nostre necessità, direttamente (come radiazione elettromagnetica) o indirettamente (attraverso il vento, il ciclo dell'acqua, la fotosintesi, l'energia termica dell'aria, del mare, della terra). Non sempre è facile trasformarla in forme utilizzabili dall'uomo, ma in genere si riesce a farlo con ridotto impatto ambientale e rischio limitato. Tanto per limitarci alla produzione di energia elettrica, una volta saturate le possibilità di ottenerla nel modo più efficiente e provato con le centrali idroelettriche, possiamo procurarcela direttamente da sole e vento con pannelli fotovoltaici e aerogeneratori.

Sarà necessario impegnarsi nella ricerca, per aumentare l'efficienza di questi dispositivi in modo da ridurre il loro impatto sul territorio e migliorare la loro sostenibilità economica. Bisognerà assistere dal punto di vista culturale, amministrativo e finanziario famiglie, condomini, quartieri, piccole e medie imprese affinché anch'essi possano divenire produttori di energia. Anche la geotermia e le biomasse daranno il loro contributo, che però potrà essere solo marginale, visti i loro limiti intrinseci. Non sarà facile – se fosse stato facile l'avremmo già fatto – riuscire a sfruttare al meglio l'energia che da sempre, indipendentemente dal fatto che l'uomo la utilizzi o no, viene donata alla Terra, ma è un'impresa che possiamo intraprendere senza essere oppressi dalla paura del nucleare.

Limiti tecnologici di un sistema fondato sulle fonti energetiche alternative

Non carichiamo, però, le fonti cosiddette rinnovabili di aspettative eccessive rispetto alla soluzione del problema energetico. Pur di non aver paura e non rinunciare a niente, potremmo cadere nella tentazione di credere che le rinnovabili siano in grado di soddisfare illimitatamente ogni bisogno di energia dell'umanità, mentre, secondo le speranze più ottimistiche, nella seconda metà del secolo le rinnovabili potrebbero arrivare a coprire non oltre il 77% del fabbisogno energetico (IPCC, 2011, p.18).

Infatti l'uomo necessita non solo di *energia* ma anche di *potenza*, e di potenza di

qualità, cioè di un flusso di energia disponibile quando e dove se ne ha bisogno, per tutto il tempo per cui se ne ha bisogno, e con le caratteristiche fisiche (per esempio, tensione e frequenza nella rete elettrica) necessarie per non compromettere il funzionamento sicuro dei motori. Questa potenza di qualità la radiazione solare e il vento non la possono assicurare, perché sono per loro natura intermittenti e perché la erogano in modo saltuario e casuale (IPCC, 2011, p.14). Per garantire la costanza della tensione e della frequenza nella rete, oggi la domanda di energia elettrica va subito soddisfatta dalla produzione perché non esistono possibilità di un suo immagazzinamento in larga scala. Quindi, attualmente, la percentuale di potenza elettrica prodotta direttamente dal sole e dal vento che può essere allacciata in rete non può, perciò, superare il 25% (Coiante, 2008) della potenza delle centrali elettriche sicuramente disponibili ed affidabili (centrali nucleari, a combustibili fossili, idroelettriche), vista la imprevedibile variabilità sia del consumo dell'utenza sia della generazione di energia tipica delle rinnovabili.

Considerando il fattore di capacità medio di questi impianti alternativi (spesso inferiore al 20%), non più del 6-10% dell'energia elettrica potrebbe quindi derivare immediatamente da fotovoltaico ed eolico (le sole fonti rinnovabili che hanno la possibilità di generare grandi quantità di energia adatta a tutti gli usi). Questa rappresenta una percentuale decisamente maggiore rispetto a quanto oggi prodotto in Italia (poco più del 2,2%), ma resta pur sempre una quota drammaticamente insufficiente per rinunciare un domani ai combustibili fossili e al nucleare.

Con nuovi dispositivi di accumulo (idrogeno?), tutti da inventare perché i bacini idroelettrici, anche di pompaggio, hanno raggiunto pressoché la saturazione nei Paesi OCSE, e da integrare in reti elettriche cosiddette "intelligenti", potremo arrivare in futuro ad utilizzare tutte le rinnovabili fino a quella percentuale del 77% del fabbisogno energetico complessivo indicata da IPCC.

Questo complesso sistema potrebbe costare salato, perché non è da escludere che questi nuovi dispositivi presentino notevoli problemi in termini economici, ambientali e di sicurezza.

Pericoli sociali, economici e politici di un sistema fondato esclusivamente sulle fonti energetiche alternative

Affidarci completamente, al 100%, alle rinnovabili significherebbe rinunciare ad avere potenza quando la vogliamo, accettando, invece, di averla solo quando qualcuno ce la concederà.

Già, ma chi sarà quell'autorità, o quel potere, che deciderà chi ne potrà usufruire e che fisserà quando e per quanto tempo potrà essere utilizzata? Quali strumenti istituzionali, prima ancora che ingegneristici, questa autorità dovrà adottare per attuare le sue decisioni? Quale impatto economico si determinerà e quali disuguaglianze sociali si creeranno? In ogni caso, anche se si trovasse la maniera di governare nel migliore dei modi la distribuzione dell'energia elettrica, sicuramente verrebbe meno uno dei pilastri su cui si regge la nostra libertà, ovvero il principio che la richiesta di potenza elettrica

di ciascuno di noi *deve* essere immediatamente soddisfatta per tutto il tempo che si desidera e qualsiasi sia il suo ammontare, purché nei limiti massimi contrattuali accettati da produttore e consumatore.

Risparmio energetico: *necessario*, ma difficile da perseguire, utile per ridurre le quantità, ma inutile per ridurre le percentuali

I limiti prima individuati sono però molto molto lontani. Avanti tutta, allora, con decisione, per sviluppare le rinnovabili: è in questo campo che oggi dobbiamo lavorare di più. C'è tanto da fare, consapevoli della gravità del problema energetico e dei drammatici risvolti che esso potrà avere in termini di giustizia e di pace, a livello locale e globale. Facciamo il possibile, con determinazione, ma dobbiamo essere coscienti che il problema resta: sole e vento da soli non lo possono risolvere.

Per limitare la combustione dei fossili, perché essi durino più a lungo, continuiamo ad alimentare l'industria chimica e immettano meno gas serra nell'atmosfera, non ci rimane altro che «stringere la cintola» e rivoluzionare il sistema economico attuale, basato sui consumi e sulla trasformazione dei materiali: bisogna favorire le attività produttive locali rinunciando all'eccessiva globalizzazione dei mercati, risparmiare territorio occupato da pannelli, mulini a vento, produzione di bio-combustibili, per riservarlo a coltivazioni biologiche utili all'alimentazione, ecc.

Resta da vedere se saremo capaci di fare tutto ciò senza scatenare conflitti sociali ed internazionali spaventosi. Infatti, chi dovrà consumare di meno? Certo i milioni di ricchi; ma non sarà sufficiente. Lo potremo chiedere anche a tutti gli altri? Anche ai miliardi di persone che premono per avere una vita meno precaria in Asia, in Africa, in Sud America? O glielo imporremo, fin con le armi; forse anche per impadronirci delle risorse presenti sotto il suolo che calpestanto?

Se vogliamo far salva la giustizia e con essa la pace a livello mondiale, anche se si riuscisse ad effettuare globalmente un riequilibrio più giusto ed efficiente dei consumi, risparmiando tutto il possibile, il consumo energetico mondiale non sarà inferiore a quello di oggi.

Comunque, in ogni caso, una quota tutt'altro che trascurabile dell'energia necessaria a far vivere dignitosamente una decina di miliardi di uomini dovrà essere fornita da fonti energetiche sempre disponibili, certe ed affidabili. Questa percentuale, che abbiamo visto IPCC stima intorno al 20-25%, resterà sempre, indipendentemente dall'ammontare totale dell'energia che produrremo e consumeremo. Chi la fornirà, se vogliamo rimpiazzare i combustibili fossili?

Dopo il risparmio, dopo le rinnovabili, il nucleare diverrà una necessità per dare una risposta alla questione energetica?

Quando sapremo fare i sacrifici necessari per modificare il modello di sviluppo, per imparare ad utilizzare in modo ottimale il risparmio energetico e le rinnovabili e per costruire una società più consapevole, più preparata, più giusta, più pacifica, allora sa-

premo che l'energia che utilizziamo *vale* davvero perché non la sprechiamo e perché la consumiamo per fare qualcosa che *vale la pena*. Allora, per un'energia ben spesa, potrà davvero *valer la pena* ricorrere al nucleare, un nucleare che sarà però ridotto in questo modo al minimo indispensabile.

Ma dobbiamo aspettare quel tempo per *occuparci* di nucleare? Sicuramente sì, per una sua utilizzazione massiccia da affiancare alle rinnovabili sostituendo i combustibili fossili. Ma, a quel punto, il nucleare dovrà essere più sicuro ed efficiente possibile, in grado, con i cosiddetti reattori di IV generazione a fissione veloce autofertilizzanti, di sfruttare al massimo tutti i potenziali combustibili nucleari presenti sulla Terra (perché possano durare migliaia di anni) e di ridurre a qualche centinaio di anni la vita delle scorie più pericolose. Oggi questo tipo di nucleare non esiste, ma nemmeno esisterà se non ci mettiamo mano da subito. Dato che le conoscenze di base per realizzarlo sono già conosciute, la tecnologia ha ora bisogno di far tesoro delle esperienze acquisite, sperimentare modifiche via via sempre più innovative, verificare le soluzioni trovate costruendo e facendo funzionare impianti di nuova concezione. Di solito il progresso tecnico non fa salti ma procede lentamente, un passo dopo l'altro, accettando di correre dei rischi pur con tutte le precauzioni e cautele del caso. Senza gli impianti di oggi – ma non ne sono necessari tanti – non esisteranno quelli di domani.

Non è agli affari che bisogna pensare, ma alla necessità di mettere a punto una tecnologia difficile e potenzialmente pericolosa in vista dei tempi in cui potrà essere indispensabile. Oggi è ancora il tempo in cui dobbiamo sperimentare questa tecnologia, quindi praticarla con misura per imparare ad applicarla bene, perché è una tecnologia tutt'altro che obsoleta. Il problema caso mai è che, per interesse economico ma anche per la difficoltà di trovare sufficiente consenso popolare, si è preferito sfruttare al di là di quanto preventivato i vecchi impianti piuttosto che investire maggiormente in ricerca per progettare e costruirne di nuovi, più avanzati. Quando si parla di temi da studiare ed approfondire, non si pensi solo agli aspetti tecnologici, ma anche a quelli culturali, politici, sociali, economici, ambientali connessi allo sviluppo del nucleare.

Affrontare i rischi del nucleare

È nostro compito analizzare a 360°, in tutti i loro aspetti, i problemi energetici, così come tutti gli altri problemi, e affrontarli con scienza e sapienza, senza nasconderci il difficile cammino che anche l'uomo di oggi, e non solo quello di ieri, deve percorrere, alla ricerca di una via che non lo faccia morire.

Lo dobbiamo ai Paesi tecnologicamente meno sviluppati, a cui è saggio lasciare le fonti energetiche più facili e più a buon mercato, per riservare quelle più complesse ed economicamente più impegnative ai Paesi tecnicamente più progrediti. Lo dobbiamo alle generazioni future a cui non possiamo lasciare una Terra depauperata delle riserve fossili senza aver preparato per loro tecnologie alternative per la produzione di potenza/energia.

Ci appare chiara la *diversità* dell'energia nucleare rispetto a tutte le altre fonti. La

sua enorme potenza specifica modulabile secondo il desiderio dell'utenza la rende strumento prezioso per l'industrializzazione di un paese, ma anche particolarmente soggetta a spaventose utilizzazioni belliche. La sua capacità di trasformare la materia fino a creare nuclei atomici non esistenti in natura le permette di creare nuovi combustibili nucleari, così da poter garantire il soddisfacimento del fabbisogno energetico per migliaia di anni, ma produce anche elementi radioattivi e fortemente tossici che possono essere rilasciati all'ambiente con grave danno per la salute.

L'energia nucleare può essere necessaria allo sviluppo sostenibile e pacifico del mondo, ma nel contempo dobbiamo prefigurare un suo impiego ridotto al minimo indispensabile, cosicché i rischi ad essa associati risultino accettabili. Per questa diversità essa va progettata, installata, gestita, smantellata con logiche diverse rispetto a quelle impiegate nello sfruttamento delle altre fonti.

In primis, ciò che è *necessario* non può essere semplicemente affidato alla logica del mercato, della concorrenza, dell'interesse privato, ma il «pubblico» deve avere un peso fondamentale in ogni fase della sua utilizzazione. L'efficienza, l'economicità, ma soprattutto la massima sicurezza possibile vanno garantite da un sistema tecnico di produzione altamente qualificato e da un forte e indipendente sistema di controlli, seriamente fondato anche sulla partecipazione responsabile dei cittadini, che funzioni, con il sostegno di esperti, nella massima trasparenza, correttezza e indipendenza.

Riconosciuto una volta per tutte che il nucleare *porta pena*, quale politica fare verso quelle comunità a cui si chiederà di risiedere vicino ad una centrale, vicino ad un impianto di riprocessamento del combustibile o di trattamento delle scorie, perché esse possano trovare ragioni e convenienze per quell'insediamento, nel rispetto di tutti, senza essere etichettate troppo superficialmente sotto il segno della sindrome Nimby? Quanto dovranno contare le comunità locali nelle decisioni sul nucleare? Sicuramente di più di coloro che risiedono a centinaia di chilometri di distanza. Quanta riconoscenza la società dimostrerà loro per il particolare senso di responsabilità con cui in prima persona si caricheranno il peso di sostenere la vita e lo sviluppo di tutti?

Il ruolo dell'Italia e dei suoi cittadini

Ma se questo è il compito del Mondo, è proprio necessario che lo assuma anche l'Italia, quando potrebbe essere sufficiente che se ne occupino gli altri paesi? Questa è la domanda che ciascuno di noi si dovrà porre in coscienza e con responsabilità. Che Italia vogliamo? Che Italiani vogliamo essere? Che ruolo vogliamo occupare nelle relazioni internazionali? Vogliamo essere indipendenti dagli altri paesi? Vogliamo essere inclusi tra i paesi di tecnologia avanzata per scambiare quelle informazioni e conoscenze vitali che ci aiutino a difendere la nostra salute e il nostro ben-essere, a fronte delle scelte pro-nucleari fatte ai nostri confini o ad esempio per scegliere insieme, senza complessi di inferiorità, quali sono i territori più adatti in Europa agli insediamenti nucleari, indipendentemente dai confini e dagli egoismi che separano gli Stati tra loro?

Solo dopo aver risposto a queste domande ha senso affrontare il gravoso problema

di come dovrebbe essere fatto il nucleare in Italia: una nazione ferita dalle mafie e penalizzata dalla corruzione, dalla superficialità e dal pressappochismo.

Date queste condizioni, si dispera di cambiarle e per questo si rinuncia a collaborare allo sviluppo dell'energia nucleare oppure, proprio per rispondere anche alla pressante questione energetica, si devono piuttosto trovare ragioni e forze per «guarire» il nostro Paese?

Ne discende che installare da noi centrali nucleari comprate all'estero ha senso solo se lo si pensa come un primo passo per ricostruire o costruire ex novo il sistema nucleare nazionale, a cui affiancare tutta una serie di iniziative volte a determinare e sostenere in termini giuridici, economici, culturali e tecnologici le strutture indispensabili a reggere la complessità del sistema.

Ma perché questi atti possano ottenere il consenso della popolazione, le massime Istituzioni dello Stato devono dimostrare nei fatti il forte impegno con cui intendono affrontare il problema energetico (sviluppando prima di tutto le rinnovabili), il problema sociale (combattendo mafie e corruzioni), il problema ambientale (risolvendo, per esempio, la questione rifiuti).

Una nazione responsabile non può permettere che prenda vita un programma nucleare se coloro che lo devono guidare non dimostrano di essere pienamente consapevoli dell'importanza di questi temi. Per esempio: quanto saremo disposti ad investire in ricerca e istruzione per preparare il personale capace di correttamente evitare, ma nel caso anche di affrontare con competenza e coraggio le situazioni di emergenza tecnica, sanitaria, ambientale, sociale, culturale, politica che dal nucleare potranno derivare?

Energia nucleare e sviluppo sostenibile

In definitiva, l'umanità deve applicare alla questione energetica la logica che sovrintende a quel modello che l'ONU ha chiamato *sviluppo sostenibile* (Brundtland, 1987): "Uno sviluppo che risponde alle necessità del presente, senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze. Il concetto di sviluppo sostenibile implica dei limiti; non limiti assoluti, ma imposti dal presente stato dell'organizzazione tecnologica e sociale nell'uso delle risorse ambientali e dalla capacità della biosfera di assorbire gli effetti delle attività umane. Un processo nel quale l'uso delle risorse, la direzione degli investimenti, la traiettoria del progresso tecnologico e i cambiamenti istituzionali concorrono tutti ad accrescere le possibilità di rispondere ai bisogni dell'umanità; non solo per l'oggi, ma anche per il futuro, dando la priorità alle necessità dei poveri del mondo".

Rispondere a simili sfide è possibile, ma non è affatto scontato che questo sia il modello vincente applicato in futuro da tutti i paesi, anche se, ad oggi, è l'unico intorno al quale si è trovato nell'ONU un consenso generalizzato. Si dovrà, con un grande sforzo politico e tecnologico internazionale a lungo termine, diversificare e "decarbonizzare" gli approvvigionamenti, ridurre l'intensità energetica e disaccoppiare domanda energetica e crescita economica, perseguire il risparmio energetico, coscienti che questo signi-

fica contemporaneamente incidere in profondità sulle strutture sociali ed economiche, così come su quelle istituzionali, culturali, morali e spirituali, anche perché, fatto ogni sforzo di utilizzare al massimo le fonti rinnovabili, bisogna comunque prepararsi ad affrontare, nella massima sicurezza possibile, il necessario sfruttamento delle fonti energetiche più “difficili”, come il nucleare a fissione veloce autofertilizzante.

Lo sviluppo sostenibile non è un traguardo che si può raggiungere, ma, come la vita, è una via piena di ostacoli e pericoli da percorrere con ansia, sacrificio, disciplina, prudenza, coraggio, ostinazione, determinazione e speranza, nella ricerca incessante di ciò che può essere “più giusto” (o “meno sbagliato”), di una verità che si cela in ogni piega della storia.

La scienza e la tecnica sono in grado di chiarire gli aspetti dei problemi, di fornire informazioni e di realizzare al meglio ciò che è stato deciso, ma la decisione vera e propria rimane tutta politica e morale: gli scienziati e i tecnici devono essere interpellati, ma la responsabilità ultima spetta sempre a tutti noi cittadini, e a chi scegliamo per rappresentarci nelle istituzioni democratiche. Senza soluzioni locali non si possono escogitare soluzioni globali. Senza partecipazione democratica, senza consenso fondato sull'informazione seria e sulla trasparenza delle motivazioni e delle azioni, senza un profondo rinnovamento, anche spirituale, della società e della politica, non è possibile quel cambiamento di prospettive e di metodologie anche tecnologiche ed economiche necessario per l'umanità, specie quando ci misuriamo inevitabilmente con il «dolore» degli uomini - sempre che si voglia costruire il futuro sulla libertà, sulla fiducia, sulla solidarietà, sulla responsabilità, sullo spirito di *cittadinanza*.

Altre strade sono sempre possibili, ma non sono strade di pace. La “non soluzione”, più semplicistica ma più tragica, sarà la sopraffazione dei deboli, la violenza e la prepotenza dei forti, la guerra, la morte.

BIBLIOGRAFIA

- Coiante, D., «Limiti e prospettive delle fonti rinnovabili in Italia», *Economia delle fonti di energia e dell'ambiente*, 60, n. 2/2008.
- IPCC Working Group III, «Summary for Policymakers», *Special Report Renewable Energy Sources*, maggio 2011.
- Brundtland, G. H. (ed), *Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*, Oxford, Oxford University Press (1987).