

L'INSOSTENIBILE VIA DEL NUCLEARE

Gianni Mattioli, Massimo Scalia

*Il nucleare non rappresenta oggi una risposta al problema
dei cambiamenti climatici e dell'energia.*

*Un'altra strategia: efficienza energetica e fonti rinnovabili.
Democrazia, sostenibilità e stili di vita.*

Che cosa significa il termine «democrazia» nella società tecnologica?

La vicenda drammatica del terremoto in Giappone è divenuta nei giorni successivi ancor più drammatica per le conseguenze che essa ha prodotto negli impianti nucleari di Fukushima, nei quali è venuta meno la piena efficienza dei dispositivi di emergenza. Esplosioni hanno manomesso l'integrità dei sistemi di contenimento, causando la fuoruscita di sostanze radioattive e la loro diffusione all'esterno e, nel tempo, si è allargata sui cieli del pianeta l'area della possibile contaminazione. Da un esatto inventario delle quantità delle diverse sostanze rilasciate, dalla conoscenza degli eventi meteorologici – venti, piogge, temperatura, ecc. – che si sono succeduti e soprattutto dalle misure di radioattività che saranno effettuate si potrà valutare la dimensione delle popolazioni coinvolte e la gravità delle conseguenze sanitarie, che si aggiungeranno nel tempo al già gravissimo bilancio del terremoto in Giappone.

Colpisce allora lo scenario miserevole presentato, in contemporanea, da istituzioni italiane protagoniste negli ultimi anni del rilancio delle centrali nucleari in Italia, che sono passate dalle tronfie dichiarazioni dei primi giorni – il nostro programma, sicuro e necessario, non subirà rallentamenti – a pensose considerazioni sulla necessità di una pausa di riflessione, allorché i sondaggi hanno mostrato qualche rischio per il risultato delle prossime elezioni amministrative.

Appare utile allora proporre informazione essenziale perché si possa comprendere meglio questa miserevole vicenda italiana di lobby e, in particolare, per riflettere su un punto che appare cruciale: che cosa significa il termine *democrazia* nella società tecnologica?

E, naturalmente, bisognerà proporre gli elementi essenziali di merito della vicenda, cercando di es-

sere fedeli al principio enunciato da Giulio Maccacaro, il fondatore di Medicina Democratica, secondo il quale non c'è argomento di carattere tecnico-scientifico che non possa essere presentato nei suoi termini essenziali all'opinione pubblica, in modo che tutti possano fare una propria valutazione e, se necessario, una scelta.

Non approfondiamo qui, dandola per scontata, la *condizione materiale* che determina questa scelta: le centrali nucleari che si vogliono realizzare in Italia non rappresentano una innovazione tale da imporsi all'attenzione per la straordinaria rottura con preesistenti tecnologie. Resta la prepotenza e l'arroganza di una vicenda di lobby, come di consueto. Il cui antidoto potrebbe essere rappresentato dalla forza della democrazia, la quale implica tuttavia cittadini informati, una condizione assai lontana dalla realtà.

La scelta democratica nella società tecnologica

Il tema della scelta democratica nella società tecnologica si impone come un tema sempre più rilevante per società che ormai si trovano sempre più spesso a dover effettuare scelte in ambiti caratterizzati dal loro prevalente contenuto tecnico-scientifico. Sono scelte – a proposito di Organismi Geneticamente Modificati, o di cellule staminali, o di energia (carbone a Civitavecchia o a Porto Tolle, nucleare), o di opere pubbliche (il MOSE a Venezia, il ponte sullo Stretto, la Tav in Val di Susa) – per le quali all'opinione pubblica sono pervenuti dalle fonti di informazione messaggi diversi e dunque la divisione nell'opinione pubblica rispecchia la divisione esistente nell'informazione tecnico-scientifica.

Si tratta, lo vogliamo sottolineare, di un problema *sostanzialmente nuovo*, maturato negli ultimi decenni. Da Bacon o Lavoisier, molti avevano teorizzato il progresso sempre associato alla scoperta scientifica e all'innovazione tecnologica: erano minoranze destinate a rapida sconfitta quelle che potevano opporsi alla macchina a vapore. Dalla politica ci si aspettava che ponesse le condizioni per l'avanzata del progresso e la modernità è diventata sinonimo di benessere, scandito dai consumi energetici, dalla produzione industriale, dalla meccanizzazione e chimicizzazione dell'agricoltura, dai progressi della medicina. Non c'era da scegliere tra il sì o il no all'innovazione, e dunque al progresso: c'era solo da realizzarlo.

Questa impostazione industrialista permeava anche la cultura del movimento operaio, fondata sulla distinzione netta tra scienze naturali – sedi del «rispecchiamento» della natura nella conoscenza – ed economia, diritto, le cui formulazioni prendono forma nel crogiolo dello scontro di classe. Minoritarie e isolate le voci critiche che, proprio dalla riflessione sui testi marxiani, avanzavano la lettura di una *non neutralità* anche delle teorie scientifiche e della innovazione tecnologica.

L'ambientalismo ha iniziato a porre dei correttivi, delle compatibilità, dei limiti, ha posto in modo sempre più perentorio la questione della sostenibilità della crescita quantitativa. Ora però si passa a una fase in cui si mette in discussione il contenuto stesso dell'iniziativa tecnico-scientifica.

In definitiva, la nostra entusiastamente avanzata tecnologica ci porta oggi all'appopro dell'*incertezza prodotta*, incertezza rispetto allo stravolgimento dell'ecosistema, incertezza sociale: «Turba in particolare il fatto che ciò che si supponeva dovesse creare una sempre maggior certezza – il progredire della conoscenza umana e dell'«intervento controllato» sulla società e sulla natura – è ora profondamente coinvolto in questa stessa imprevedibilità [...] Naturalmente, la vita è stata sempre costellata di rischi. Sono mutate piuttosto le cause e la portata del rischio. Il rischio prodotto è il risultato dell'intervento umano nelle circostanze della vita sociale e nella natura» (Giddens).

Oltre agli esempi sopra considerati, senza dilungarci sugli esempi scontati del rischio nucleare, basterebbe citare altri due esempi – elettrosmog, Organismi Geneticamente Modificati per usi alimentari – emblematici dell'incertezza prodotta.

L'opinione pubblica così si divide vivacemente e questa vivacità ha del paradossale nel nostro Paese, se si confronta con la modestia della cultura scientifica diffusa: lasciata la scuola, fanno già paura le quattro operazioni e la delega all'esperto è la abitudine consueta, per il cittadino ma anche per il decisore politico. E poiché il più delle volte scienziati e tecnici sono tutt'altro che concordi, il loro scontro si trasferisce, appunto, nell'arengo dei media, dove numeri e formule divengono bandiere sventolate.

Ma come è possibile il disaccordo tra gente di scienza? Molti studiosi hanno affrontato la questione, a partire dall'influenza che il contesto della cultura dominante in una data società esercita sulla costruzione stessa delle teorie scientifiche. Così lo scontro tra Einstein e Bohr, se l'uso della probabilità nei fenomeni quantistici fosse da collegarsi all'intrinseca casualità dei comportamenti della natura microscopica o alla mera incompletezza dell'informazione disponibile, trova interpretazioni approfondite nel contesto culturale del primo dopoguerra, là dove si sviluppa, appunto, la meccanica quantistica.

Senza ricorrere ad esempi così impegnativi, la possibile «non neutralità» delle valutazioni scientifici

che è particolarmente evidente per questioni caratterizzate, proprio dal punto di vista scientifico, da una obiettiva interdisciplinarietà, per cui *obiettivamente* si pone addirittura l'interrogativo: chi è l'esperto?

Chi è l'esperto in materia di energia nucleare? Il fisico, il chimico, l'ingegnere, il biologo, il medico, l'economista? Ovviamente, nessuno di tutti questi: si tratta di ricomporre saperi diversi e va inventata la metodologia appropriata, ma senza illudersi di pervenire al *risultato oggettivo, univoco*: dovrebbe risultare evidente la molteplicità di fattori, che intervengono nella ricomposizione. Da qui, appunto, la contrapposizione tra i tecnici e la necessità di disporre di una pluralità di voci diverse e la responsabilità di effettuare la propria valutazione.

Sin qui, nobili parole: l'affrontamento dei giudizi tecnici riportato alle differenti formazioni culturali. Ma non c'è solo questo nello scontro tra i tecnici, nel quale sembra far capolino l'omissione consapevole di aspetti inopportuni rispetto alla tesi sostenuta e, dietro, l'interesse di quanti – politici, imprese – traggono profitto dall'affermarsi di una data scelta.

Siamo dunque spesso di fronte a fenomeni sociali complessi nei quali non ci sono solo gli «scienziati del principe» disposti a costruire appropriate giustificazioni a supporto della scelta, ma ci sono anche altre solidarietà, non necessariamente comprate dal principe: gente di scienza che, spesso senza essersi occupati in modo approfondito della questione, si schiera a favore di una

tesi, facendo valere, a supporto di questa, i propri meriti conseguiti in altri campi. Richiamati a questa solidarietà da una sorta di solidarietà culturale che porta la corporazione a far quadrato contro chi inserisce elementi di dubbio sul progresso scientifico, fonte per tutti i membri di considerazione sociale e soprattutto di una piacevole identità.

In ogni caso, siamo di fronte ad una problematica su cui non ci sembra che la società democratica abbia sin qui avuto l'avvertenza di dotarsi di strumenti adeguati: la concretezza degli esempi – questione nucleare, OGM, cellule staminali, barriere mobili a Venezia (MOSE), ponte sullo Stretto di Messina... – fa comprendere l'importanza e la complessità del problema e il ruolo essenziale giocato dall'informazione.

In questa sede concentriamo l'attenzione sulla scelta nucleare per mettere in evidenza aspetti, che, ben prima del riprodursi a Fukushima di giorni drammatici, già rendevano, ove compiutamente esaminati, la scelta di ritornare al nucleare meno decisamente positiva di quanto sostenevano le voci che usualmente invadono i mezzi di informazione: elementi che pur essendo di primaria importanza dal punto di vista tecnico-scientifico, non pareva di dover presentare alla conoscenza dell'opinione pubblica.

La questione nucleare

In tutti questi anni, da quando il referendum che seguì all'incidente di

Chernobyl aveva cancellato il nucleare in Italia, periodicamente si sono ripetute voci che con tono grave celebravano il grave errore commesso. Quando si approfondisce la conoscenza dei dati, cresce lo stupore sulla massa di informazioni errate che si è ritenuto di rovesciare sull'opinione pubblica.

Si può aprire con Vittorio Feltri: «Ci hanno imposto, sulla base di pregiudizi ridicoli, il ripudio del nucleare (con molti ringraziamenti degli sceicchi petrolieri)», o con Lucia Annunziata: «La realtà è che di energia nucleare non possiamo fare a meno». E proseguire con il canone del «rito nucleare» recitato dai chierici del giornalismo italiano:

– dal disastro di Chernobyl la produzione elettronucleare non ha cessato di crescere;

– solo in Italia la nube di Chernobyl provocò l'arresto del nucleare;

– questa scelta ha condannato l'Italia ad importare energia elettrica e a pagarla ben più cara degli altri paesi, dato che il kWh nucleare è il meno costoso;

– il nucleare è l'unica energia, abbondante e pulita, che può dare risposta al problema di Kyoto;

– nelle nuove centrali nucleari sono risolti i problemi della sicurezza e anche la questione delle scorie non rappresenta più un problema.

Ma, in definitiva, perché citare il giornalismo italiano, quando l'informazione diffusa proveniva da fonti ben più autorevoli, come ad esempio quel gruppo di scienziati italiani, fondatori della Associazione «Galileo 2001», che nel dicembre

2001 scrivevano al presidente della Repubblica: «Oggi quella disponibilità alternativa alle fonti fossili – inquinanti e sempre più costose – è offerta solo dalla tecnologia nucleare da fissione. Una tecnologia ormai ben collaudata, che trova largo e sicuro impiego nella maggior parte del mondo industrializzato». Analoghe posizioni sono tuttora espresse da uno scienziato illustre come Umberto Veronesi, che si è avventurato con passo sicuro su un terreno che pure risulta a lui scarsamente conosciuto, ma al riparo della sua fama di medico famoso. Confrontiamo queste affermazioni con i dati della realtà.

La vicenda italiana

In realtà, la vicenda nucleare si giocò in Italia all'inizio degli anni '60 quando il nostro Paese era tra i paesi leader in questo settore, così come lo era nel settore delle grandi macchine di calcolo. Il grande Paese amico e alleato permise la nascita del primo governo di centro-sinistra, ma a condizione che l'Italia abbandonasse velleità importanti in ambedue i settori indicati. Così, l'Olivetti Grandi Macchine viene ceduta alla General Electric (Olge) e, in campo energetico, l'Italia diviene grande Paese raffinatore di petrolio, uscendo dai primati che aveva in campo nucleare, ma anche geotermico e idroelettrico.

Per una generazione di giovani fisici, che insieme ai professori Amaldi, Salvini, ecc., aveva manifestato contro queste scelte e a soste-

gno di Felice Ippolito, fu dunque stupefacente che dieci anni dopo si rilanciasse un programma nucleare (i 12.000 Mw di Donat Cattin), quando l'Italia aveva perso ormai la capacità di gestire le tecnologie Westinghouse e General Electric che avrebbe importato. Chi si dedicò ad approfondire la situazione scoprì allora che il mercato interno dell'elettromeccanica nucleare negli Stati Uniti si veniva progressivamente chiudendo: *dal 1978, prima dell'incidente di Three Miles Island e ben prima dell'incidente di Chernobyl, non ci sarebbe stato più nessun nuovo ordinativo di impianti nucleari*, a causa della enorme lievitazione dei costi richiesta dalle condizioni di sicurezza e dalle misure di mitigazione degli effetti sanitari (associati al rilascio di radiazioni in condizioni di funzionamento *di routine* degli impianti) richieste dalle popolazioni. Ciò rendeva sempre meno appetibile per le imprese elettriche private il kWh nucleare.

L'Italia accettò di prendersi quei reattori nucleari che le popolazioni americane rifiutavano e partì, dunque, il cantiere di Montalto di Castro. Negli anni successivi si delineava la chiusura delle tre piccole centrali (Trino, Latina, Garigliano), ormai vecchie e, per la centrale di Caorso, si pose il problema se valeasse la pena di effettuare il costoso *restyling* che si rendeva necessario per tener conto dell'esperienza generata dall'incidente di Three Miles Island. A ogni buon conto, Caorso era chiusa.

A seguito di Chernobyl, il nucleare viene bloccato *in tutti i paesi*

dell'OCSE: non si procederà a nessun nuovo ordinativo di reattori – proprio come già si era verificato negli Stati Uniti. La situazione di stallò nella realizzazione di nuovi impianti nei paesi OCSE dura a tutt'oggi, con la sola eccezione del Giappone. Austria, Spagna e Svezia hanno chiuso i programmi nucleari prima dell'Italia e analoga scelta è stata effettuata, più recentemente, dalla Germania. In Europa l'unico reattore in costruzione è Olkiluoto 3, in Finlandia, ma lo Stato, oltre ad assumersi l'onere dei servizi relativi alla chiusura del ciclo del combustibile, è garante per eventuali rischi di qualsiasi natura, in particolare finanziari.

Quanto alla Francia – esaurita la motivazione strategica della *force de frappe* – non ha proceduto al rinnovo degli impianti relativi al trattamento del combustibile, ha chiuso la sua filiera legata all'utilizzazione dell'Uranio 238, e, dal tempo di Chernobyl, procede ora alla realizzazione di un nuovo impianto a Flamanville, ma l'Agenzia per la Sicurezza Nucleare ne ha già più volte bloccato il cantiere.

L'Italia, dunque, fece nel 1990 (governo De Mita) quello che stavano facendo gli altri: non procedette più alla realizzazione di nuovi impianti. Si dirà: avrebbe potuto portare a compimento Montalto di Castro. Orbene: l'uso dell'energia nucleare non è solo il funzionamento dei reattori, ma sono necessari i servizi complessi e costosi del *ciclo del combustibile* (*arricchimento, riprocessamento, scorie*), per il passato commissionati, in parte, ad altri

paesi. Con quale razionalità si poteva dunque completare un reattore e per ciò doversi dotare dei servizi del ciclo?

Nelle mutate condizioni strategiche, come si è detto, la Francia si ritrovava ora un programma nucleare sovradimensionato rispetto alla *domanda di base* (cioè di flusso continuo di energia elettrica, cui si aggiunge, in alcune ore della giornata, la cosiddetta *domanda «di picco»*). Anzi: esso esponeva l'ente elettrico francese EdF a un grosso indebitamento. Da qui il corteggiamento all'Italia, perché le sue importazioni di energia elettrica avessero la caratteristica di forniture *non interrompibili*. È evidente che una tale clausola contrattuale è possibile solo a condizione di un prezzo molto basso del kWh.

Ma, quanto al costo del kWh elettrico prodotto in Italia, *gravemente penalizzato dalla mancata scelta nucleare*, toccherà alla Indagine conoscitiva del 2006 della Commissione Attività produttive della Camera (presidente l'on. Tabacci) informarci che sin dal settembre del 2005, per quanto riguarda l'Italia, «il prezzo medio è sensibilmente minore rispetto a quello delle altre borse», con la sola eccezione della Spagna». Deriva da ciò «l'inversione di tendenza che spesso negli ultimi mesi ha caratterizzato i flussi di energia tranfrontalieri, con abituali esportazioni dall'Italia verso la Francia». Solo nel mese di ottobre 2007 le importazioni francesi di elettricità sono aumentate del 143%, mentre le esportazioni sono diminuite del 21%. Il tasso di utilizz-

zo delle centrali nucleari è calato di 6-7 punti negli ultimi anni.

Il rilancio del nucleare in Italia

Berlusconi fa del rilancio del nucleare uno degli assi portanti del suo programma e, tornato al governo del Paese nel 2008, predispone e fa votare dal parlamento gli atti normativi e sigla un solenne accordo con Sarkozy per iniziare il programma nucleare con la realizzazione di reattori EPR Areva *di terza generazione avanzata*.

Si riapre così in Italia la discussione su di una tematica, quella dell'energia, che negli anni passati aveva visto la generale disattenzione dell'opinione pubblica, delle forze politiche e delle imprese, salvo l'inconcludente lamento sul costo dell'energia: disattenzione generale, nonostante la crescente drammatizzazione che le principali accademie scientifiche di tutto il mondo avevano concordemente presentato alle *sedi di governo del mondo* in materia di cambiamenti climatici, e nonostante il profilarsi, in tempi ormai prossimi, del «picco del petrolio», con la conseguente sanguinosa geopolitica.

Ora la questione dell'energia è tornata di una certa attualità nella politica italiana: non solo sull'onda della volontà dichiarata dal governo Berlusconi di riprendere l'impiego dell'energia nucleare ma anche, negli ultimi anni, man mano che ci si accorgeva del crescente impegno che compatti industriali di altri paesi dell'Ue, e in particolare di Germania,

Spagna, Danimarca, Francia, venivano indirizzando nella direzione delle fonti energetiche pulite e rinnovabili (FER). Negli ultimi anni, poi, anche il mercato italiano delle FER ha conosciuto una incredibile accelerazione, fino a portarsi ai primi livelli nel mondo.

Se tuttavia si guarda al quadro internazionale, permane invece la situazione di stallo nel settore dell'energia nucleare, messo in evidenza dai rapporti delle agenzie internazionali. Non è florido un settore industriale, il comparto elettromeccanico nucleare, nel quale i due principali protagonisti, Stati Uniti e Francia, non vedono certo un fervore di iniziative.

Al restringersi del mercato internazionale, Stati Uniti e Francia, dopo aver riempito di reattori India, Cina, Corea, tornano a riproporre impianti in patria. La Francia, come si è già visto, apre il cantiere di Flamanville – presto bloccato dall'agenzia per la sicurezza nucleare –, e negli Stati Uniti Bush fa approvare dal Congresso nel 2005 un provvedimento di incentivi e di garanzia finanziaria per le imprese elettriche. In questo quadro anche il Presidente Obama, dopo aver annunciato investimenti per 150 miliardi di dollari per le fonti pulite e rinnovabili, annuncia ora un prestito di 8,3 miliardi di dollari per la realizzazione di due reattori in Georgia. Questa vicenda, che qualcuno ha voluto inserire nel «rinascimento nucleare», sembra piuttosto confermare il quadro: un sostegno all'industria elettromeccanica nucleare statunitense, la più grande del mondo, con de-

cine di migliaia di addetti, in un quadro di mercato asfittico, non viene certo dai privati senza una piena copertura a garanzia da parte di risorse pubbliche.

La vicenda giapponese certo non migliora questo quadro. Molti Paesi – e anche il nostro governo – annunciano la necessità di riflessioni e la cancelliera tedesca Angela Merkel dichiara la necessità di affrettare l'uscita dal nucleare. Così l'aspetto della sicurezza torna ad aggiungersi – con il carico delle conseguenze sanitarie ancora da precisare alla luce dell'entità e della diffusione delle sostanze radioattive rilasciate all'esterno – agli altri problemi che sin qui hanno fermato lo sviluppo del settore. Ma vediamo in maggior dettaglio.

Generation IV e i problemi irrisolti

Diciamo subito che, dal punto di vista tecnico-scientifico, il dibattito sugli aspetti positivi di un rilancio dell'energia nucleare potrebbe essere chiuso ancor prima di cominciare ed è su altri piani che, come si è ricordato, andrà interpretata sia la scelta in Italia del rilancio dell'energia nucleare, sia lo scenario internazionale su cui si muovono quanti parlano con una certa solennità di «rinascimento nucleare».

Lo stallo perdurante dell'energia nucleare è semplicemente da ricondursi ai difficili problemi di ricerca fondamentale che tuttora attendono soluzione. Essi furono all'origine della fondazione da parte degli

Stati Uniti nel 1999 del consorzio di ricerca *Generation IV* che, a fronte del blocco di nuovi ordinativi di reattori che durava ormai dal 1978, a fronte degli incidenti di Three Mile Island e di Chernobyl e della conseguente disaffezione verso i reattori, avrebbe dovuto fornire risposta ai problemi irrisolti: di sicurezza, di disponibilità del combustibile, di trattamento dei rifiuti radioattivi, di costo dell'energia prodotta, di proliferazione militare. Ma la risposta della quarta generazione si allontana nel tempo al 2035?-2040? Di quale prospettiva parliamo, allora, a proposito di nucleare?

Oggi i reattori coprono meno del 6% del fabbisogno mondiale di energia primaria e il 14% della produzione di energia elettrica. Un raddoppio dei reattori oggi esistenti – dove? in quanti decenni? pagati da chi? – porterebbe dunque a una riduzione di meno del 6% delle emissioni di CO₂, anzi di assai meno se si tiene conto dei costi energetici delle varie fasi del ciclo nucleare: estrazione dell'uranio, fabbricazione del combustibile, costruzione del reattore, processamento del combustibile esaurito, gestione delle scorie.

E quale è, attualmente, la disponibilità del combustibile nucleare? È necessario qui qualche elemento tecnico essenziale. In natura troviamo una miscela di tipi diversi di Urano (isotopi), identici tra di loro per proprietà chimiche, diversi per proprietà nucleari. L'Urano 235, è detto *fissile* perché dà luogo alla *fisione nucleare*: interagendo con un neutrone, si spacca producendo mol-

ta energia. Così funzionano le bombe e i reattori.

Nella miscela di isotopi esso rappresenta lo 0,7%, mentre un po' più del 99% è costituito dall'Uranio 238, che non è fissile. Dunque, per far funzionare i reattori o le bombe, bisogna *arricchire* la miscela nella componente Uranio 235 portandola al 2,5-3% nel caso dei reattori, fino al 90% nel caso delle bombe. Si presti attenzione a questo aspetto dell'*arricchimento*, poiché esso è uno dei passaggi cruciali nella *proliferazione militare*, dal momento che il procedimento è essenzialmente identico per le due diverse finalità, civile e militare, e i paesi che, successivamente al *Club atomico*, si sono dotati della bomba hanno sempre rivendicato il loro diritto a realizzare tutte le fasi della messa a punto del combustibile per i reattori.

Quanto all'Uranio 238, come si è detto, esso non è fissile, ma è *fertile*: cioè, per cattura neutronica, si trasforma in Plutonio, che è materiale fissile, e dunque può essere impiegato per produrre energia, *ma soprattutto è ingrediente determinante per le bombe*. Ecco dunque un altro percorso che porta alla bomba.

La gestione del Plutonio induce inoltre problemi difficili, anche di impatto sanitario grave. E tuttavia, se per produrre energia ci si limita all'uso dell'Uranio 235, non si va molto lontano: al ritmo attuale di consumo di uranio, che fornisce, come si è visto, un modesto contributo ai consumi mondiali di energia, c'è uranio fissile commerciale – ci informa l'ultimo (2008) rapporto congiunto dell'AIEA (l'Agenzia In-

ternazionale per l'Energia Atomica delle Nazioni Unite) e della NEA (Nuclear Energy Agency, agenzia dell'OCSE) – per 50-80 anni, a seconda che si tratti di risorse «ragionevolmente assicurate» o di «risorse stimate». *Se dunque volessimo fare dell'Uranio una vaga alternativa del petrolio, ci scanneremmo sull'Uranio come ci scanniamo oggi sul petrolio.*

Certo, si potrebbe passare all'impiego dell'Uranio 238, molto più abbondante in natura, e questa è stata la tecnologia perseguita dalla Francia per la sua *force de frappe* e per produrre energia elettrica, poi abbandonata allorché il mutato scenario strategico non giustificava più la gestione molto complessa della tecnologia del Plutonio. Oggi gran parte dei progetti di ricerca di *Generation IV* puntano nuovamente all'uso dell'Uranio 238 (e del Torio, altro materiale fertile), ma si tratta appunto di ricerca.

Quanto all'Italia, il nostro Paese non possiede riserve significative di uranio: è questo il risultato cui approdarono trenta anni fa le ricerche minerarie dell'Agip-Nucleare. Allora perché agitare la motivazione ridicola della conquista, con il nucleare, di una condizione di migliore autonomia energetica?

Ma allora, di fronte ad una risorsa che anche nel tempo medio-lungo si annuncia così marginale, si impongono all'attenzione i problemi sanitari, ambientali, economici da essa implicati, nonché il problema della proliferazione militare. Quanto ai problemi di carattere sanitario – che riguardano i lavoratori degli impianti e le popolazioni dei siti che

li ospitano – è difficile evitare un giudizio severo sul fatto che essi, né in passato, né attualmente, non vengano spiegati con chiarezza all'opinione pubblica e siano ignorati nelle sedi istituzionali o nella professionalità giornalistica. Ci riferiamo qui alle emissioni di radiazioni *in condizioni di funzionamento normale degli impianti.*

La Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Ionizzanti (ICRP), nel pubblicare periodicamente le sue raccomandazioni ai governi, esprime con chiarezza e pragmatismo questi elementi essenziali:

– dosi comunque piccole di radiazioni, aggiungendosi al fondo naturale di radioattività, possono causare, secondo leggi di carattere probabilistico, eventi sanitari gravi ai lavoratori e alle popolazioni, nel funzionamento «normale» degli impianti e, ovviamente, nel caso di incidenti;

– sulla base di un'ampia collaborazione scientifica internazionale, ICRP pubblica la correlazione tra dose di radiazioni assunte da un certo numero di individui ed eventi sanitari gravi (mortalità per tumori, conseguenze di carattere genetico) che si manifesteranno in quella popolazione;

– la definizione ICRP di Dose Limite di radiazioni ai lavoratori degli impianti e alle popolazioni ivi residenti pertanto non significa «dose al di sotto della quale non vi è rischio» e neppure «dose minima assicurata dalla migliore tecnologia disponibile», perché ciò sarebbe troppo costoso; Dose Limite – più elevata per i lavoratori, venti volte minore

per la popolazione – significa quel livello di radiazioni cui sono associati effetti somatici (tumori, leucemie, ecc.) o genetici, «che vengono considerati accettabili per l'individuo e per la collettività in vista dei benefici economici derivanti da siffatte attività con radiazioni»;

– nel corso degli anni, evidenze scientifiche di correlazione tra dosi ed effetti sanitari, da una parte, e miglioramenti impiantistici, dall'altra, hanno motivato ICRP a ridurre progressivamente l'entità delle dosi; allo stadio attuale le dosi proposte non possono essere ulteriormente ridotte, *pena la rinuncia alle attività relative.*

Per comprendere e valutare l'entità di questo rischio, basta considerare un altro settore di lavoro, di tutt'altra natura, per esempio Fiat, con 50.000 lavoratori: ove il rischio *legittimato* fosse lo stesso, si avrebbero circa 50 morti all'anno. Quanto alle popolazioni, ci limitiamo qui a ricordare la recente (2008) accurata ricerca (KiKK study) commissionata in Germania dallo Stato all'Università di Mainz, che ha messo in evidenza più del raddoppio delle leucemie nei bambini sotto i cinque anni di età, viventi entro un raggio di 5 km intorno agli impianti nucleari. Pochi mesi fa la US NRC, l'organo di controllo statunitense sugli impianti nucleari, ha chiesto alla National Academy of Sciences di effettuare un'analogia ricerca sugli impianti nucleari americani.

Deriva da ciò la complessità degli impianti e delle stesse procedure operative e ciò incide fortemente sul costo del kwh. È a partire da

questa realtà che è iniziata la lotta delle popolazioni statunitensi per ottenere condizioni di progetto che assicurassero esposizioni più limitate e, ovviamente, maggiori livelli di sicurezza rispetto al rischio di incidente. Come si è detto, ciò ha portato, già alla metà degli anni '70, le imprese elettriche a doversi far carico di oneri di progetto sempre più rilevanti sino a portare il kWh nucleare fuori mercato e a cancellare, nel 1978 – ben prima di Chernobyl! – nuovi ordinativi di centrali nucleari.

Oltre al rilascio di radiazioni nel funzionamento «normale» degli impianti, c'è poi il problema ben noto dello *smaltimento delle scorie*, tuttora materia di ricerca fondamentale: si tratta in primo luogo dei *prodotti di fissione*, cioè dei materiali prodotti dalla fissione dell'uranio, la cui radioattività permane anche per milioni di anni. L'obiettivo finale è quello dello stoccaggio in formazioni geologiche appropriate, caratterizzate da bassissima permeabilità e situate in zone geologicamente stabili.

Dopo il fallimento – con la vicenda di Carlsbad nel New Mexico – della prospettiva di poter utilizzare *strutture rocciose saline*, sono in fase di studio altri tipi di formazioni geologiche. L'attenzione rivolta alle formazioni saline poggiava sulla valutazione che in tali strutture non potesse esserci circolazione di acqua e l'assenza di acqua appare una necessità prima di tutto dal punto di vista della integrità della tenuta di contenitori che dovrebbero sfidare durate di tempi così estremamente lunghi. A Carlsbad, nel corso dello scavo, ci si è trovati invece in pre-

senza di grandi quantità di acqua. È appena il caso di ricordare che di rocce saline si trattava anche nel caso del sito di Scanzano Jonico, prescelto dal governo Berlusconi per lo smaltimento delle scorie radioattive presenti nel nostro Paese. L'Agenzia nazionale francese per la gestione dei rifiuti nucleari (Andra) persegue la ricerca su altro tipo di formazioni geologiche e gli Stati Uniti hanno indirizzato il lavoro nel sito di Yucca Mountain a 150 km da Las Vegas. L'iniziativa è però già in via di abbandono per questioni di sismicità.

Dell'inestricabile intreccio tra nucleare civile e proliferazione militareabbiamo già dato qualche elemento essenziale. Già lo studio INF-CE (International Nuclear Fuel Cycle Evaluation) delle Nazioni Unite, con il quale il presidente statunitense Carter aveva sperato di mettere fuori gioco la concorrenza dei reattori francesi al Plutonio, si era concluso con il verdetto netto: «qualsiasi ciclo di combustibile nucleare è intrinsecamente proliferante». Alla ricerca fondamentale di *Generation IV* il compito dunque di individuare nuovi cicli che rendano praticamente impossibile il passaggio all'impiego militare.

La parte più importante dei progetti di *Generation IV* è, ovviamente, quella relativa alla sicurezza, con l'assunto proclamato di passare dalla valutazione della *probabilità* di incidente alla eliminazione del *piano di evacuazione*, cioè alla *certezza* della sicurezza. Una richiesta, il passaggio dalla probabilità alla certezza, che ben si comprende alla luce delle possibili conseguenze ca-

tastrophiche di un incidente. Un piano dunque di grande ambizione e difficoltà, che richiede ben più che interventi di carattere ingegneristico su tubi, pompe, valvole, ridondanza dei sistemi di intervento, ma un ripensamento radicale della macchina, a livello proprio della *fisica del reattore*. In questa prospettiva, l'idea principale era quella della *Sicurezza Intrinseca*, cioè un sistema di intervento, al manifestarsi di condizioni di anomalia di funzionamento, comandato non dall'operatore o da dispositivi, ma dalla reazione alla anomalia da parte di semplici leggi fisiche, ma, per ora, l'idea non è andata molto al di là del fascino della sua enunciazione.

Sin qui la problematica della sicurezza nei progetti, che si allontanano nel tempo, di quarta generazione. E nel frattempo? Ci sono i reattori di III^a generazione, cioè i reattori della concezione standard, ai quali si sono applicati sostanzialmente gli «insegnamenti dell'incidente di Three Mile Island», modifiche di carattere ingegneristico, che riguardano appunto pompe, tubi, valvole: modifiche certo importanti, che migliorano il livello della sicurezza, che mantiene tuttavia il carattere probabilistico. Tali sono il reattore AP-1000 Westinghouse o l'EPR Areva, che si intende realizzare in Italia.

Ma come? Si ignora che tre agenzie europee per la sicurezza nucleare, la britannica HSE'sND, la finlandese STUK e la stessa agenzia francese ASN hanno clamorosamente bocciato con un comunicato congiunto (novembre 2009) questo reat-

tore rilevando l'insufficienza di alcune specifiche garanzie di sicurezza?

Quanto ai reattori di Fukushima, vale la pena di ricordare che si tratta di reattori ad acqua bollente General Electric, proprio dello stesso tipo che si stava procedendo a installare a Montalto di Castro e per i quali si erano date ampie assicurazioni di sicurezza alla gente della Maremma e del Lazio. Si dirà: che c'entra? In Giappone c'è stato il terremoto. Peccato che, mentre infuriava la polemica sul dopo-Chernobyl, toccò al prof. Floriano Villa, presidente dell'Associazione Nazionale dei Geologi, mettere in evidenza con misure appropriate che la faglia sismica che aveva dato luogo al terremoto distruttivo di Tuscania si allungava sino a Pian dei Gangani, il sito della centrale in costruzione. Nessuno se ne era voluto accorgere.

Resta a questo punto da chiedersi: ma quale è il costo del kWh nucleare? All'incertezza nella determinazione del costo del kWh dovuta ai problemi irrisolti dello smaltimento delle scorie o dello smantellamento degli impianti, si aggiunge anche l'aumento incessante del costo dell'uranio e, a differenza delle altre fonti energetiche, l'incertezza sui tempi di realizzazione degli impianti, che *implica ulteriore differentiamento nella remunerazione degli ingenti capitali investiti*. È questo il caso, ad esempio, del reattore in costruzione in Finlandia, che ha già registrato un ritardo di quasi tre anni con un extracosto già valutato ad oltre due miliardi di euro. Per questo il nucleare civile, ancora oggi a quasi 60 anni dalla sua comparsa, richiede total-

mente o molto sostanziosamente la mano pubblica.

Quanti hanno avanzato proiezioni di costo del Kwh nucleare (per es. US DOE- 2010), che tengono conto di tutti gli elementi sopra citati *ed anche delle caratteristiche dei reattori di nuova concezione*, pervengono comunque a stime decisamente superiori ai costi delle altre fonti energetiche, compreso l'eolico e, da ultimo, secondo lo studio della Duke University, anche del solare fotovoltaico.

Un'altra strategia: efficienza energetica e fonti rinnovabili

Dopo questa rassegna dei problemi irrisolti, torniamo alla domanda urgente che si pone di fonte all'emergenza del clima e alla necessità di autonomia energetica: è il nucleare la risposta appropriata? E ci pare che, senza un vero e proprio salto di ricerca fondamentale, si debba prendere atto che *no, non verrà dai reattori la risposta*.

Parte da questa valutazione la strategia sulla quale si è orientata, in particolare sotto l'impulso del cancelliere tedesco Angela Merkel, l'Unione Europea e che è pervenuta nel 2007 a fissare nell'anno 2020 un primo approdo, indicando ulteriori sviluppi per i decenni successivi. Si tratta, come è noto, del «20-20-20»: riduzione del 20% delle emissioni di CO₂ rispetto al dato del 1990, adozione di tecnologie ed iniziative per la riduzione dei consumi di energia del 20%, copertura del 20% dei consumi residui mediante fonti energetiche pulite e rinnovabili.

Questi sono gli obiettivi decisi e vincolanti per tutti e, quanto al nucleare, libero chi vuole di persegui-
ne lo sviluppo. La stessa Commissione Energia del Parlamento europeo, bocciando l'11 settembre 2008 un emendamento che proponeva l'equiparazione del nucleare alle fonti rinnovabili, ha fatto chiarezza sulla gerarchia degli indirizzi suggeriti e sugli obiettivi da perseguire.

Si disegna così uno scenario di progressiva riduzione del ruolo dei combustibili fossili, da riservare per i compiti specifici per i quali essi sono più appropriati, e nello stesso tempo si tratta di procedere alla rapida adozione di tecnologie per l'uso efficiente dell'energia e di quegli impieghi oggi maturi delle fonti rinnovabili e nel contempo perfezionare quelle tecnologie che permettono di stoccare energia per superare l'aleatorietà del sole e del vento: ad esempio, il solare termodinamico legato alla utilizzazione di sali fusi per l'accumulo di calore e la produzione di elettricità quando necessaria (Rubbia) o le varie tecnologie per la produzione di idrogeno, che, una volta stoccato, può essere utilizzato per la propulsione dei veicoli o per la produzione di elettricità (celle a combustibile). Nel frattempo proseguirà la corsa, davvero entusiasmante, perseguita nei centri di ricerca di tutto il mondo, per migliorare i rendimenti e abbattere i costi delle tecnologie relative alle fonti pulite e rinnovabili e per individuare altri processi.

L'obiettivo definito dall'Unione Europea poggia la sua coerenza sul decollo accelerato di queste tecnologie che si registra ormai in mol-

ti Paesi e che oggi è nei programmi annunciati da Obama per gli Stati Uniti – un piano da 150 miliardi di dollari e due milioni e mezzo di posti lavoro, anche come strategia per il rilancio dell'economia e dell'occupazione –, ma anche dalla Cina. Mentre per alcuni settori – cogenerazione, calore solare, elettricità dal vento, processi di gassificazione di biomasse, interventi di risparmio energetico nei processi industriali, in edilizia, nelle reti di trasporto delle persone e delle merci – si tratta di tecnologie già decisamente competitive, in altri settori l'Unione Europea sostiene la ricerca per ridurre i costi dei materiali, aumentare i rendimenti, rendere più affidabili le tecnologie.

Si tratta di prospettive velleitarie? Non sembra, se consideriamo la crescita accelerata di questi settori in Germania, Spagna, Danimarca, ma anche in Giappone. E, quanto agli Stati Uniti, lo *studio di fattibilità* di Zweibel, Mason e Fthenakis, tre fra i massimi esperti di energia solare e fonti rinnovabili, prevede per gli Stati Uniti entro il 2050 la fornitura del 69% dell'elettricità e del 35% della sua energia totale (inclusi i trasporti, quindi) per mezzo di soli impianti solari, a prezzi paragonabili a quelli attuali. Oggi, come si è già ricordato, Obama promette otto miliardi di dollari di garanzie finanziarie statali ai privati che dichiarano di voler realizzare due reattori in Georgia. Certo non si tratta di un grande sostegno alla grande industria elettromeccanica Usa, che, dopo aver riempito di reattori, insieme ai francesi, l'India, la Cina, il Pakistan, la Corea....vede ormai re-

stringersi il mercato internazionale e deve dunque tentare di piantare qualche spillo in patria.

La scelta europea e l'Italia: una prospettiva industriale di qualità

Su questa strada può anche decollare una prospettiva industriale di qualità. Nei paesi europei in cui la produzione di tecnologie solari e eoliche si è andata consolidando, la dinamica espansiva dell'occupazione e del fatturato è emersa in tutta evidenza, spesso in contrapposizione alla contrazione dell'attività produttiva che ha diffusamente investito il comparto manifatturiero. In Italia si è avuta, come già ricordato, una recente rapida espansione del mercato, ma non delle produzioni: anche il semplice pannello solare termico porta spesso etichette straniere!

È superfluo osservare, sulla base delle esperienze straniere, che se in Italia, sotto l'impulso della crescita della domanda interna privata e pubblica di impianti, si creasse una filiera industriale locale, si avrebbero ricadute molto significative sia sul versante economico che in termini di occupazione. L'adozione di queste tecnologie suggerirà anche sfide agli architetti e agli urbanisti, ma anche ai progettisti di veicoli o, più in generale, di sistemi elettronici di automazione e controllo e così via, per adeguare le caratteristiche del *sistema utente* alle caratteristiche delle nuove fonti di energia.

Trattandosi di un settore relativamente nuovo, esiste ancora l'oc-

casiōne, unica, di creare un indotto non solo di piccole e medie imprese ma anche di grandi imprese, capaci di competere sul versante tecnologico grazie alla ricerca e che pertanto possano crescere significativamente. *Si tratta però di una finestra di opportunità limitata nel tempo e la sgradevole sensazione è che si sta perdendo un'occasione.* Il governo dichiara di voler perseguire insieme il rilancio del nucleare e, nel contempo, l'attuazione della strategia europea. Osserviamo subito che, in realtà, gli obiettivi dichiarati appaiono già *incongruenti*. Il governo dichiara infatti di voler realizzare per il 2020 impianti a fonti rinnovabili pari al 25% dei consumi di energia elettrica e reattori nucleari ugualmente pari al 25% dei consumi di elettricità, ma poiché i consumi di elettricità rappresentano il 20% dei consumi complessivi di energia, i due contributi citati equivalgono, sia l'uno che l'altro, al 5% dei consumi complessivi e cioè ben al di sotto, come si è visto, dei vincoli europei.

Ma, anche in questa disparità di obiettivi, *le due prospettive appaiono incompatibili*. Si tratta in ambedue i casi di un grande impegno se, in particolare, si vorrà pervenire ad una *gestione attiva delle licenze*, che attualmente, si tratti di reattori o di fonti rinnovabili, dobbiamo acquistare fuori d'Italia. Seguire allora una gestione attiva delle licenze significa un grande impegno dell'università e dei centri di ricerca, delle imprese e, ovviamente, dei cittadini che dovranno essere convinti a mettersi i pannelli sopra il tetto o i reattori vicino a casa. In-

somma, dal punto di vista sia economico-finanziario che di sistema si tratta di scelte alternative: non potrebbe essere infatti ripartito su due fronti l'impegno finanziario e lo sforzo di ricerca, ingegnerizzazione e innovazione richiesti. Per l'Italia non si tratta dunque di scegliere tra la prospettiva del Governo e i sogni degli ecologisti, ma di scegliere tra i reattori e la strategia che ha scelto l'Europa.

E tuttavia una domanda si impone, a conclusione di queste note. Ma si tratta solo di scegliere quale fiamma sotto la pentola o anche quel che si cuoce dentro la pentola?

Sostenibilità e stili di vita

Il passaggio da un sistema energetico basato su fonti concentrate sul territorio e su imponenti reti di distribuzione – per le quali il controllo è rigidamente centralizzato – a un sistema energetico basato su fonti diffuse sul territorio potrà avere una valenza importante anche dal punto di vista della democratizzazione dell'energia. Con le energie naturali il bilancio energetico e gli impatti ambientali acquistano trasparenza sul territorio e la gestione del bene comune energia, da trasferire alle future generazioni, diventa fonte di partecipazione, occasione di studio e ricerca, garanzia di occupazione e di lavoro stabile e qualificato.

Ma si tratta di un cambiamento profondo dal punto di vista ingegneristico, finanziario, amministrativo, organizzativo. *I cambiamenti climatici, il profilarsi di un limite*

drammatico nella disponibilità del petrolio o del gas concedono i tempi necessari per questo cambiamento? È dunque urgente aprire una riflessione – non ideologica, ma concretissima – sull'uso dell'energia: i nostri consumi di energia sono tutti ugualmente necessari? Insomma, non basta sostituire il tipo di fiamma che brucia sotto la pentola, ma andiamo a vedere anche che cosa cuoce dentro la pentola.

Saremmo disposti ad aprire un conflitto *con le generazioni future* pur di non affrontare i cambiamenti per una inevitabile transizione verso un modello energetico a minor spreco e a basso impatto ambientale, tanto diverso dal presente quanto necessario per il futuro? E potrà essere utile proporre questa riflessione proprio mentre altri pensano che la crisi delle economie possa essere risolta con la parola d'ordine di *rilanciare i consumi*.

In conclusione, c'è tutto questo nella scelte in materia di energia che devono essere praticate nel prossimo futuro: non si può proprio dire che questo spessore sia reso all'opinione pubblica. Non la drammatica urgenza di fronteggiare i cambiamenti climatici, non la pluralità degli aspetti della scelta nucleare, non la prospettiva importante contenuta nella scelta europea. Anche qualora l'informazione essenziale sia disponibile, non si può dire che vi siano diffuse capacità di divulgazione critica all'opinione pubblica, al decisore politico.

Antonio Ruberti, che tutti ricordiamo come straordinario rettore de «La Sapienza», nel breve periodo

in cui fu – a metà degli anni '90 – ministro per l'Università e la Ricerca Scientifica, colse l'importanza del problema e presentò un disegno di legge per la creazione di un organismo governativo, ma sotto il controllo del parlamento, con il compito dell'informazione all'opinione pubblica sulle scelte caratterizzate da contenuti di carattere tecnico scientifico. L'organismo doveva, su ogni questione, garantire informazione pluralistica (il pro e il contro) ma l'informazione permessa doveva risultare da fonti scientifiche che per pubblicarla la avessero sottoposta a *referee*. La legislatura finì in anticipo e il ddl di Ruberti non effettuò il suo cammino.

Se si scorrono i pareri delle personalità, che hanno accompagnato i giorni della vicenda del Giappone, si resta colpiti dal panorama di incompetenza o di falsificazione che essi spesso presentano. Incompetenza? Riesce difficile assumere questa ipotesi per scienziati e tecnici che rivestono spesso importanti responsabilità istituzionali. Resta la falsificazione. Fino a quando, incompetenti o corrotti, ci si rende conto che i fatti possono risultare molto gravi, che la scelta imposta dalla lobby può avere davvero conseguenze alle quali forse non si era riflettuto abbastanza. Allora si prende tempo, si invoca una moratoria di riflessione.

L'incompetenza ha questo di buono: che si accompagna a una fragilità di giudizio, a un'incertezza, che nel frangente può risultare preziosa.