

Dove seppellirli?

Giorgio Nebbia

La radioattività è sempre esistita intorno a noi. Georg Bauer, detto Agricola (1494-1555), nel suo trattato di tecnologia mineraria racconta che i minatori che scavavano minerali di argento nelle montagne metallifere a Joachimsthal (Jachimov, nella Repubblica Ceca), si ammalavano perché l'aria era infestata da "spiritelli maligni", che probabilmente erano i vapori di radon emessi dall'uranio e dal radio presenti nelle rocce. La parte che non serviva a fini metallurgici veniva scaricata come inutili scorie vicino alle miniere. E quando Marie Curie (1867-1934, scheda in "altrionovecento", n.1), per la sua tesi di laurea, cercò di identificare la misteriosa sostanza che accompagnava l'uranio e che impressionava le lastre fotografiche molto più dello stesso uranio, si fece mandare, a sue spese - una povera studentessa polacca a Parigi, moglie di un assistente universitario - un carico delle scorie proprio di Joachimsthal.

Ci vollero mesi per scomporre quei detriti rocciosi, per separare gradualmente una frazione ricca di uranio e per frazionare dai sali di uranio i sali della sostanza, molto più radioattiva, che fu chiamata radio. Il genio era stato fatto uscire dalla bottiglia magica ed era ora possibile guardarlo in faccia: il raggio che uccide e risana, che permette di fermare il cancro, ma che, nello stesso tempo, provoca il cancro se una persona sana viene esposta troppo a lungo ad esso; di tumore morì, per il prolungato contatto con i sali di radio e polonio, la stessa Marie Curie.

I primi decenni del Novecento furono segnati dalle prime attività industriali di estrazione dei minerali di uranio, di produzione di uranio e radio e dalla scoperta che molte morti di lavoratori dovevano essere attribuite alla esposizione alla radioattività delle scorie di varie attività minerarie e metallurgiche (una pagina della storia ecologica e industriale tutta ancora da scrivere). (si veda per esempio la scheda "Radio" in "altrionovecento", n. 12).

Ma la storia delle scorie radioattive comincia un po' più tardi; le ricerche dei Curie e dei pionieri stimolarono la curiosità e la voglia di capire perché alcuni elementi potevano liberare materia ed energia. Nel corso di pochi anni fu ricostruita la struttura del nucleo atomico e fu possibile osservare che in alcuni elementi, per esposizione alle nuove particelle, alfa e beta, e alle radiazioni gamma, i nuclei originali si trasformavano nei nuclei dello stesso o di altri elementi; l'analisi dei bilanci energetici di queste trasformazioni mostrò ben presto che alcuni nuclei di elementi pesanti, come uranio e torio, addirittura subivano fissione con "perdita di massa" e liberazione di una grande quantità di energia come Einstein aveva previsto, mezzo secolo prima, ogni volta che una massa "si trasforma" in energia. I lettori perdonino questa esposizione imprecisa e popolare.

Intanto siamo arrivati al 1939 e alla gente del mestiere apparve chiaro che "avrebbe dovuto" essere possibile, con adatti accorgimenti tecnici, provocare artificialmente la fissione dei nuclei di uranio e "raccogliere" il calore così liberato da usare al posto di quel calore che allora era ottenuto bruciando il carbone o il petrolio. Il 2 dicembre 1942, come è ben noto, Enrico Fermi (1901-1954) e altri scienziati dimostrarono sperimentalmente che era possibile produrre, per fissione nucleare, energia sia per azionare navi, sia come esplosivo militare.

La vera storia delle scorie radioattive, con cui abbiamo a che fare oggi, comincia con una gigantesca catena di imprese industriali e impegni finanziari: bisognava trovare dei minerali di uranio, che esistono in natura, sia pure non molto abbondanti; trattare meccanicamente e

chimicamente questi minerali, lasciandosi dietro quel po' di radio e di radon che sempre accompagnano le rocce contenenti uranio (le prime scorie nucleari sono quelle di miniera), per ottenere l'ossido di uranio come "yellow cake" (1 tonnellata di ossido si lascia dietro circa 500 tonnellate di scorie minerarie e chimiche in qualche misura radioattive); bisognava trasformare l'ossido di uranio in fluoruro di uranio, una forma chimica che consente la separazione dell'isotopo-238, il più abbondante (99,3 % del totale), dall'isotopo-235 (0,7 % del totale), l'unico capace di subire fissione. Sono così stati inventati diversi sistemi di separazione dei fluoruri dei due isotopi, dotati di diversa volatilità, o per diffusione gassosa o per centrifugazione.

In ciascun passaggio si formavano residui contenenti uranio-238, "impoverito" del più "utile" uranio-235, residui blandamente radioattivi e inutili, fino a quando l'uranio non ha trovato impiego in leghe metalliche, adatte per proiettili perforanti, per corazze di carri armati e in alcuni altri usi industriali. Uso già fatto dai tedeschi durante la II guerra mondiale, come ricorda nelle sue memorie il ministro nazista degli armamenti Albert Speer.

Ma la vera merce preziosa è l'uranio arricchito, contenente circa il 3 % di uranio-235, adatto per alimentare i reattori commerciali, o contenente oltre il 70-80 % di uranio-235, adatto per bombe atomiche.

L'"età dell'oro", si fa per dire, o l'"età della morte", è quella degli anni dal 1942 al 1945; in quel brevissimo periodo si è capito tutto quello che occorreva; durante il processo di fissione nucleare - durante il bombardamento dell'uranio-235 con neutroni di adatta energia - insieme all'energia si formava una affollata popolazione di altri elementi radioattivi quasi tutti fino allora sconosciuti; alcuni, più "pesanti" dell'uranio come plutonio, anch'essi "fissili", si formano per "attivazione" dell'uranio; uranio e nuclei transuranici per fissione generano vari frammenti radioattivi, con peso atomico di circa la metà di quello dell'uranio (cesio, rubidio, stronzio, iodio, eccetera); inoltre i flussi di neutroni interagiscono con i metalli e i materiali da costruzione delle strutture dei reattori che si trasformano, per "attivazione", in altri isotopi radioattivi.

Per la fretta di fabbricare sufficiente uranio e plutonio per le prime tre bombe atomiche, quelle di Alamogordo, Hiroshima e Nagasaki, le enormi quantità di scorie radioattive sono state sistemate, per lo più sotto forma di soluzioni, alla meglio nel sottosuolo, intorno ad Hanford, nello stato di Washington, dove furono installati i primi grandi impianti industriali, e altrove; non c'era molto tempo da dedicare alla chimica e alla tecnologia dei rifiuti; tanto è vero che molti sono ancora lì, da qualche parte nel sottosuolo.

Dal 1945 in avanti la formazione di scorie radioattive si è fatta sempre più rapida, l'Unione sovietica si è inserita subito nelle attività nucleari; Inghilterra, Francia e Cina sono ormai membri del club delle potenze nucleari ufficiali. Alle cinque iniziali - Stati Uniti, Regno Unito, Russia, Francia, Cina - si sono aggiunti India, Pakistan, Israele, Corea del Nord; centinaia di centrali nucleari commerciali e militari, centinaia di reattori sperimentali sono sparsi nel mondo, alcuni con il loro carico di materiali radioattivi.

Tali materiali sono costituiti dal "combustibile irraggiato", le barre di uranio estratte dai reattori dopo uno o due anni di funzionamento e contenenti uranio-238, una parte residua di uranio-235, elementi transuranici e prodotti di fissione; e poi ci sono le scorie dei processi di "ritrattamento" condotti per recuperare uranio e plutonio dal combustibile irraggiato, e poi i residui di materiali usati in medicina e diagnostica, e poi residui di materiali industriali (dalle punte di parafulmini, ai dispositivi per eliminare l'elettricità statica negli ambienti di lavoro), e poi materiali da costruzione che sono stati esposti a flussi radioattivi e in cui si sono formati

elementi radioattivi di attivazione, e poi rottami metallici contenenti metalli radioattivi (rottami e scorie di alluminio, acciaio, eccetera).formatisi durante lo smantellamento di impianti o per eventi accidentali.

Si tratta di materiali diversissimi che vengono classificati grossolanamente in categorie a seconda del tempo di dimezzamento, considerando che possono essere posti in depositi che vanno tenuti sotto controllo per mesi, o per anni e decenni o per migliaia di anni. Si tratta di uno dei capitoli più straordinari della chimica dei rifiuti perché la loro pericolosità per la vita varia a seconda della composizione chimica, che a sua volta varia continuamente nel tempo.

Credo che nessuno sappia esattamente dove questi materiali siano, sul pianeta, che composizione abbiano e come circolano e circoleranno nella biosfera. Ci sono schegge di informazioni, associate ad alcuni incidenti, come quello di Celiabinsk nell'Unione sovietica, filtrato attraverso le maglie del segreto militare perché alcuni biologi sovietici hanno descritto, in riviste di pubblica circolazione, come si stavano disperdendo nell'ambiente alcuni composti radioattivi che erano evidentemente stati "liberati" in seguito ad un incidente o ad un incendio in un deposito di scorie.

Altre fughe di materiali radioattivi si sono verificati a Sellafield in Inghilterra, e poi in Francia e poi forse altrove, ma le informazioni disponibili costituiscono un capitolo ancora inesplorato della storia dell'ambiente.

Il grosso del dibattito, in questo inizio del XXI secolo, riguarda il tentativo di dare una risposta alla domanda: dove metteremo le scorie radioattive esistenti, note e inventariate e quelle che continuamente si stanno formando? La risposta ragionevole è: nessuno lo sa. Nelle miniere di sale abbandonate? in terreni argillosi? in fondo al mare? nello spazio interplanetario, lanciate da speciali missili? Pochi problemi tecnico-scientifici hanno avuto risposte fantasiose e speranzose come quello dello smaltimento per tempi lunghi e lunghissimi delle scorie nucleari. L'aspetto drammatico è che, in totale mancanza di certezze, si continua a costruire centrali nucleari e a produrre scorie con attività commerciali e militari.

È possibile uscire dalla trappola in cui siamo caduti, è possibile rimettere il genio nella bottiglia ? La risposta è "no". Con le scorie radioattive dovremo convivere per tutta la vita e anzi la loro quantità tenderà a crescere e assumerà, col passare del tempo, anche nuovi caratteri. Si pensi ai materiali metallici che sono radioattivi per esposizione, più o meno lunga, ad irraggiamento e che finiscono nei rottami metallici che a loro volta vengono incorporati nei metalli e negli oggetti di consumo domestico. Ci sono già state numerose segnalazioni di scorie e residui di lavorazioni metalliche che si sono rivelati radioattivi, che sono stati sorpresi alle dogane miscelati a rottami metallici, e che poi sono finiti in discariche o in fonderia, anche in Italia.

Circolano continue proposte di trattamento in speciali reattori dei prodotti di fissione e attivazione in modo da modificarne la composizione chimica e la radioattività, ma una attenta analisi di tali proposte di improponibili "spallazioni", mostra che si esce da una trappola per cadere in un'altra e che il tutto è utile essenzialmente a spillare finanziamenti dai governi creduloni.

Così come sono insensate le proposte di costruire dei reattori nucleari "puliti" a fusione; ogni tanto qualcuno si presenta sulla scena, anche in Italia, anche in Basilicata, promettendo una cornucopia di denaro e visibilità su quel paesino che accetterà di ospitare nel suo territorio qualche miracolosa nuova soluzione di impianto che dovrebbe, attraverso la fusione nucleare, fornire energia illimitata a basso prezzo, senza tenere conto di tutte le code avvelenate che la fusione, qualora funzionasse, al di fuori delle bombe a idrogeno, in maniera controllata,

genererebbe anch'essa scorie radioattive, sulla cui composizione e sepoltura eterna si sa ancora meno di quanto si sappia sulle scorie delle centrali a fissione.

Possiamo seppellire le scorie radioattive in qualche deposito per il quale possiamo chiedere alle generazioni future una sorveglianza affidabile? La risposta anche in questo caso è: “no” Molti anni fa il celebre fisico Alvin Weinberg (1915-) scrisse: “Noi nucleari proponiamo un patto col diavolo; possiamo fornire energia a condizione che le società future assicurino una stabilità politica e delle istituzioni quale mai si è avuta finora” [“Social institutions and nuclear energy”, *Science*, 177, 27-34 (7 July 1972)]

Ma proprio questa condizione è irrealizzabile e anche se fosse realizzabile dovrebbe fare i conti con problemi di cui non si vede la soluzione. Abbastanza curiosamente su tali problemi hanno richiamato l'attenzione studiosi che non sono sociologi, né ingegneri, né moralisti, ma semiologi, studiosi di meccanismi di comunicazione.

Si fa presto a dire “diecimila anni” (che comunque è meno della metà del periodo in cui la radioattività del plutonio-239, uno dei prodotti che si formano per attivazione nei reattori nucleari, il più pericoloso per la vita, perde metà della sua radioattività), ma in quale maniera sarà possibile avvertire coloro che vivranno fra diecimila anni, accanto ad un deposito di scorie nucleari, che devono continuare a vigilare attentamente perché il materiale depositato non sia esposto a infiltrazioni di acqua, non venga a contatto con forme viventi.

Il semiologo americano Thomas Sebeok (1920-2001) nel 1984 ha scritto, per conto dell'Office of Nuclear Waste Isolation, un saggio intitolato: “Pandora's box: why and how to communicate 10.000 years into the future”, *General Semantics Bulletin*, 49, 23-45 (1984), un tema ripreso da Umberto Eco nello scritto: “Alla ricerca di una lingua perfetta”.

Diecimila anni sono un periodo nel quale possono nascere e scomparire interi imperi; appena pochi secoli dopo la fine dei faraoni era scomparsa anche la conoscenza di come leggere i geroglifici. Se dovessimo mettere un avviso, all'ingresso dei depositi di scorie: “Attenzione: non avvicinatevi”, in quale lingua dovremmo scrivere il messaggio? con quali segni? e chi tramanderà la leggibilità di tale messaggio?

Sebeok ha scartato immediatamente la possibilità dell'uso di qualsiasi tipo di messaggio verbale, o di segnale elettrico che richiederebbe una fonte di elettricità continua, o messaggio olfattorio, che sarebbe di breve durata, o qualsiasi forma di ideogramma o pittogramma. Sebeok ha notato che oggi, quando osserviamo le pitture rupestri delle società primitive di poche migliaia di anni fa, ci è difficile dire se i personaggi stavano cacciando o ballando o combattendo fra loro.

Sebeok ha suggerito che occorrerebbe organizzare una “casta sacerdotale atomica”, un “atomic priesthood”, di durata eterna, in grado e col compito di tramandarsi nel corso delle 300 generazioni che si susseguirebbero nei diecimila anni, la lingua e il significato di quel cartello apposto sul cimitero delle scorie radioattive e dei residui delle centrali e degli impianti contenenti materiali radioattivi.

E poi su quale supporto l'eventuale messaggio custodito dai sacerdoti atomici può essere tramandato a tutti gli abitanti del pianeta per 300 generazioni? Vari autori hanno trattato, dopo Sebeok, il problema della comunicazione del pericolo a chi vivrà fra migliaia di anni.

Il 27 settembre 2005 il notiziario telematico “Apogonline”, nel citare un progetto inglese di otto miliardi di sterline per un deposito in cui stivare i residui dello smantellamento delle centrali nucleari, si soffermava sul tipo di supporto materiale su cui si dovrebbero depositare, per le generazioni future, le informazioni sulla pericolosità del contenuto del deposito di

scorie radioattive, con tanto dei necessari dati, diagrammi e disegni tecnici. Si possono scartare subito i supporti informatici, dal momento che la maggior parte del materiale informatico odierno sarà illeggibile già fra poche decine di anni. Qualcuno ha pensato di ricorrere... ai papiri, i supporti che ci sono pervenuti quasi leggibili, sia pure quasi incomprensibili, a quattromila anni dalla loro redazione.

Si possono, in qualche maniera, attenuare le conseguenze negative della gestione delle scorie nucleari? Sì e no.

I professori di tecnologie nucleari accusano i critici di questa forma di energia di aver provocato una disaffezione e un disincanto dei giovani universitari verso questa branca dell'ingegneria e della chimica. A mio modesto parere, invece, proprio l'attuale situazione potrebbe mobilitare e attrarre molti studiosi verso gli studi di tecnologia nucleare; finalmente, con coraggio, non per alimentare fumose speranze e illusioni di un mondo pieno di centrali nucleari, e "grazie a queste" liberato dalla schiavitù del petrolio e dallo spettro dell'effetto serra, di centrali a fusione, un po' calda o un po' fredda, di sempre "più perfette" bombe e bombette nucleari, capaci di stanare i terroristi dalle caverne; ma per affrontare i giganteschi problemi chimici, fisici, ingegneristici, biologici, urbanistici, geologici, economici, istituzionali, associati alla sistemazione delle scorie delle centrali, delle fabbriche di armi atomiche, dei rottami radioattivi, e per la sistemazione dei tanti materiali radioattivi intorno a noi.

Forse a questi studenti futuri di tecnologie nucleari bisognerebbe richiedere, come si fa col giuramento di Ippocrate per i medici, di impegnarsi per fermare la proliferazione di impianti nucleari commerciali e militari che producono quelle scorie su cui loro dovranno lavorare per seppellirle. Se questa grande rivoluzione non sarà fatta e non sarà accettata da tutti i paesi l'umanità sarà dilaniata da conflitti sempre più gravi e costosi.

Qualsiasi successo di qualsiasi tecnologia di sepoltura dei materiali radioattivi sarà impossibile senza una partecipazione e una cultura popolare. Purtroppo i movimenti di contestazione si sono sempre rivelati di breve durata; finito il pericolo (annullato il progetto di costruzione di una centrale o di un deposito di scorie "a casa mia"), ciascuno torna al suo lavoro e dimentica tutto.

La contestazione antinucleare degli anni 70 e 80 del Novecento riuscì a avventare il pericolo della costruzione di centrali nucleari a Montalto di Castro e a Carovigno, a Mantova e a Termoli, eccetera, cominciando con una alfabetizzazione tecnico-scientifica delle popolazioni locali che, dopo qualche settimana, sapevano replicare alle sirene dell'ENEA e dell'Enel contestando i singoli dati a suon di neutroni, di rem, di tossicità del cesio e dello stronzio ! Che fine ha fatto questo patrimonio di cultura popolare ? Direi che è scomparso. Chi, fra i ventenni di oggi, ha mai sentito parlare delle lotte di San Benedetto Po (ricordate in una scheda di "altrionovecento", n. 5), che pure durarono alcuni anni ? Sono scomparsi i documenti, gli archivi, le persone. Ma del resto chi, fra i ventenni di oggi, sa che cosa è successo a Hiroshima, al di là di una generica risposta: "bomba atomica", o a Chernobyl, al di là di una generica risposta: "centrale nucleare"?

Perfino le più recenti lotte popolari contro il progetto di depositare scorie radioattive in una caverna da scavare in un deposito di sale nel sottosuolo di Scanzano, in Basilicata, sono ormai un ricordo. Per ricostruire la passione civile di quel novembre 2003 ormai restano le rassegne stampa e i libri di Rossella Montemurro, "I giorni di Scanzano. Cronaca di un accidente nucleare", Roma, Ediesse, 2004, di Edmondo Soave, "Dopo Scanzano: storie di scorie",

Venosa, Osanna Edizioni, 2004, e quello di Virginio Bettini, “Scorie. L’irrisolto nucleare”, Torino, UTET Libreria, 2006. Smantellate le trivelle a Scanzano, il fiammifero acceso delle scorie nucleari passerà a qualche altro paese d’Italia che dovrà ricominciare il cammino di informazione e documentazione per far fronte a chi ne vorrà usare il territorio per crearvi il mortale cimitero.

Ai tempi di Scanzano mi ero permesso di suggerire di organizzare, sulla base delle conoscenze acquisite nelle settimane di lotta, un centro nazionale di documentazione popolare che permettesse di socializzare tali conoscenze con le molte future “Scanzano” che sono e saranno investite da simili problemi. Finora ben poco si è fatto, nonostante qualche buon sito e blog su Internet che però passa quasi inosservato nel gran chiasso della rete globale.

Nello stesso tempo continua vivace il lavoro, presso i centri del potere politico ed economico, dei gruppi di propaganda filonucleare che, con l’aiuto di diligenti scienziati, di quei nipotini del dott. Andrew Ure (1778-1857; una scheda in “altrionovecento”, n. 10) che minimizzava qualsiasi pericolo e danno della nascente rivoluzione industriale inglese, tranquillizzano sulla fattibilità di depositi di scorie e sulla convenienza di nuove centrali nucleari.

Alla luce dell’attuale situazione dobbiamo imporci di fermare non solo la costruzione di nuove centrali nucleari, ma di fermare gradualmente il funzionamento delle centrali esistenti e soprattutto le operazioni dei reattori che producono i materiali fissili, il cui possesso è desiderato sia dalle potenze nucleari, sia dai paesi con ambizioni nucleari, sia anche da parte di gruppi terroristici.

Dobbiamo impegnarci perché sia fatto qualche passo, davvero, verso l’attuazione di quanto disposto dall’“articolo sei” del trattato di non proliferazione nucleare che impone ai paesi firmatari di avviare iniziative concrete per un disarmo totale nucleare, premessa per un disarmo totale planetario. Disarmo nucleare significa rallentare e fermare le attività di arricchimento dell’uranio, solo apparentemente giustificate dall’alimentazione dei reattori commerciali, le attività di recupero del plutonio dal combustibile irraggiato, solo apparentemente giustificato dall’alimentazione con ossidi misti di uranio e plutonio i reattori commerciali.

Il disarmo nucleare e la disattivazione delle armi nucleari esistenti metterebbe in circolazione enormi quantità di materiali radioattivi che vanno ad aggiungersi a quelle esistenti, ma almeno potrebbero segnare un rallentamento e la fine della produzione di sostanze e scorie radioattive. Se ci fermassimo oggi ci sarebbe già un bel da fare per decenni per sistemare le scorie esistenti, ma almeno non aumenterebbe ulteriormente la massa di materiali mortali con cui fare i conti.

Eppure il mondo va avanti proprio in direzione opposta, con proliferazione delle attività nucleari sia commerciali sia militari. Lo dimostrano i test di armi nucleari della Corea del Nord e i tentativi di fermare la corsa agli armamenti nucleari dell’Iran. Intanto i paesi nucleari “ufficiali” continuano a perfezionare le proprie armi nucleari, sempre “più perfette” piccole e devastanti, continuano a tenere in efficienza le trentamila bombe nucleari esistenti nel mondo, cinquemila in stato di permanente allarme, ormai insensate davanti alla fine di un ruolo di deterrenza che ne ha giustificato per decenni l’esistenza: tu, nemico, non lancerai una bomba nucleare contro di me, altrimenti le mie bombe nucleari ti stermineranno. Ma chi è oggi, nell’era dei commerci globali, il nemico se non noi stessi?

Il fervore nucleare commerciale e militare è confermato dalla ripresa dell’estrazione e del commercio dell’uranio il cui prezzo, sceso e rimasto a lungo al livello di una diecina di dollari per libbra di ossido, un quarto dei 40 dollari per libbra che era il prezzo ai tempi del trionfo

del nucleare (anni 1960-1980), dall'inizio del 2000 ha ricominciato ad aumentare, a 30 dollari per libbra nel 2005, come risultato di nuove attività di estrazione e di arricchimento. L'ossido di uranio estratto dalle miniere è passato da 41 a 48 mila tonnellate dal 2000 al 2005.

Chi ci salverà? “Forse” la conoscenza diffusa, “forse” la presa di coscienza popolare dei pericoli a cui stiamo andando incontro come umanità. Purtroppo i temi trattati in questo libro sono assenti dal dibattito e dai programmi politici, dal chiacchiericcio sulla crescita-decrescita, su una ipotetica futura società sobria e felice. Parlate, parlate, fate incontri e convegni: intanto chi veramente conta, nel complesso militare-industriale, si sfrega le mani dalla contentezza, va avanti a passo sicuro e, nel nome dei propri affari, aiuta il mondo a scivolare verso un abisso di instabilità e insicurezza e violenza.