



HIGHLIGHTS LA CHIMICA ALLO SPECCHIO

di Claudio Della Volpe - claudio.dellavolpe@unitn.it

Facciamo il punto sui limiti: cos'è la "fungibilità"?

Alla fine dello scorso anno la nostra rivista ha pubblicato due numeri speciali dedicati al problema dei limiti dello sviluppo; è stata un'iniziativa legata al centenario della nascita di Aurelio Peccei ed ha anche portato qualche discussione sull'argomento. Non tantissime, devo dire, meno di quel che immaginavo. Eppure i problemi indicati sono tutti lì. Anzi devo dire che "i limiti" della nostra rivista, nel senso delle dimensioni, delle pagine disponibili, non hanno consentito di affrontare tutti gli aspetti del problema. Durante il 2009 abbiamo assistito ad un fiorire di articoli su queste questioni e su riviste che non possono certo essere tacciate di allarmismo; mi riferisco a *Le Scienze*, una rivista di divulgazione, forse la migliore che abbiamo in Italia.

In agosto è uscito un articolo di D.A. Vaccari sul picco del fosforo e in settembre uno di C.A.S. Hall e J.W. Day sui limiti della crescita (tradotto proprio così, a rimarcare quel problema di traduzione cui si era fatto cenno anche nei nostri numeri speciali); gli articoli della rivista sono spesso la traduzione di altri, già pubblicati sulla rivista "sorella" *Scientific American*, e proprio nel numero ora in edicola di *SciAm* c'è un articolo di L. Maugeri (vicepresidente Eni) dall'intrigante titolo: *Squeezing more oil from the ground*.

Vorrei commentare brevemente con voi questi tre articoli, che vi invito a leggere.

Il fosforo sotto forma di fosfati è una parte fondamentale di quel successo della chimica nell'affrontare il problema alimentare del XX secolo di cui ho parlato nel numero scorso; il problema è che le rocce fosfatiche vengono attualmente estratte ad un ritmo tre volte superiore a quello che i cicli naturali consentirebbero di sostenere; certo c'è ancora tanto fosforo ed in più il fosforo può essere riciclato, ma se si analizzano i dati con attenzione la situazione non è così rosea. Vaccari non è il primo che lancia un grido di allarme; l'avevano fatto già Bardi e Pagani nel 2007, ma quest'anno anche altri hanno lanciato lo stesso grido (Cordell *et al.*, *GEC*, 2009, **19**, 292). Uno degli aspetti più notevoli, se si esamina la questione fosforo, è lo spreco. Secondo Cordell usiamo 5 volte il fosforo che poi effettivamente arriva nella nostra dieta ed ovviamente il resto finisce per inquinare l'ambiente, favorendo lo sviluppo di alcuni organismi in modo anomalo, la cosiddetta eutrofizzazione, e rientrando nel ciclo del fosforo, ma in una forma non immediatamente utilizzabile per noi. Si può stimare che il fabbisogno di un adulto sia di circa 1 grammo al giorno di P; ma occorre nei fatti estrarre oltre 22,5 chili di roccia fosfatica all'anno per soddisfare questo fabbisogno e tale quantità aumenta al diminuire del tenore di fosforo nelle rocce usate. Al momento si stima che il flusso di fosforo sia di 37 Mt/a di cui 22 da estrazione. Le rocce fosfatiche (che fra l'altro sono concentrate in pochi Paesi) sono effettivamente presenti in enorme quantità, ma la maggior parte delle riserve ha un elevato contenuto di carbonati e la separazione dei due minerali si presenta come estremamente costosa e difficile. Di fronte a ciò molti autori indicano nel riciclo degli escrementi una via per ridurre il proble-

ma; sviluppare metodi efficienti di ricaptazione del fosfato dalle urine, dove si trova metà del fosforo che espelliamo, può certamente aiutare. Le politiche da usare in questo caso sono le stesse che si potrebbero indicare in molti casi analoghi, ovvero le 3R: Ridurre, Riciclare, Riutilizzare. Ridurre l'uso dei fertilizzanti con pratiche agricole diverse che limitino l'erosione, restituire al suolo la biomassa non commestibile ed i rifiuti di origine animale ed infine trattare le acque reflue per recuperare il fosforo dai rifiuti solidi, senza però raccogliere quei metalli pesanti che sono presenti in gran quantità.

Mamma mia quanto spazio per la chimica! Una chimica la cui immagine non può che essere positiva e vincente in questo contesto; ma quanto facciamo per farla conoscere?

Come nel caso del petrolio ci sono opinioni diverse non tanto sul fatto che il fosforo possa "piccare", ma sul quando; le ipotesi più sfavorevoli danno un picco già superato, mentre quelle più ottimistiche prevedono un picco fra il 2030 ed il 2040; ma *caspi* è dietro l'angolo! Non solo, la cosa essenziale da rimarcare è che il fosforo non è un materiale "fungibile"; ossia non è di quei beni che sono sostituibili nella soddisfazione del bisogno cui sono collegati, con altri beni che svolgano sostanzialmente la medesima funzione (si pensi ad esempio al burro ed alla margarina); il fosforo è insostituibile: quindi o impariamo a usarlo come si deve e misuriamo la nostra dimensione dei consumi o sbattiamo contro il muro.

E questo in un certo senso è anche l'essenziale dell'articolo di Hall e Day; il petrolio è un bene fungibile, a differenza del fosforo, ma attualmente possiamo "fungerlo" con altri beni che non sono proprio all'altezza. Le fonti rinnovabili più moderne (eolico, fotovoltaico, ecc.), coprono meno dell'1% del fabbisogno ed addirittura la crescita dell'uso dei combustibili fossili è superiore alla loro produzione totale. Certo

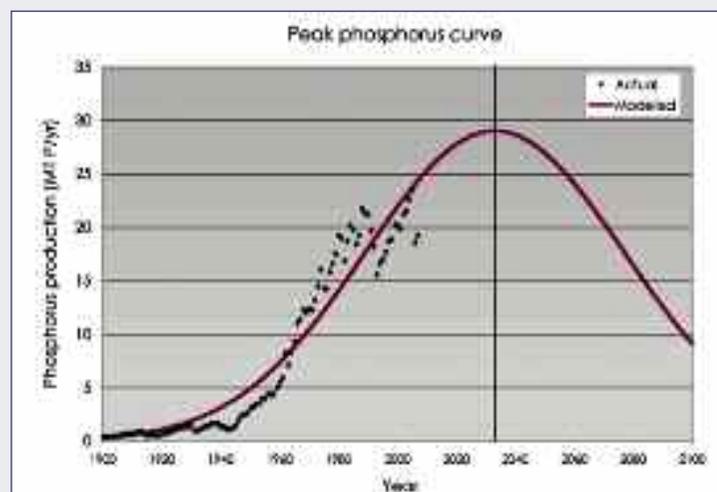


Fig. 4. Indicative peak phosphorus curve. Illustrating that, in a similar way to oil, global phosphorus reserves are also likely to peak after which production will be significantly reduced (Jazinski, 2006; European Fertilizer Manufacturers Association, 2008).

il loro potenziale è enorme, ma al momento stanno crescendo insieme alle energie fossili, invece di sostituirle.

Nel loro articolo gli autori ripercorrono la storia della teoria dei limiti e del "modello del mondo", sviluppato all'MIT dal gruppo di Jay Forrester e dell'interesse che suscitò. Negli anni Settanta la crisi energetica si affacciò per la prima volta con effetti dirompenti negli Stati Uniti; il petrolio ed il gas naturale indigeni avevano "piccato", seguendo le previsioni di Hubbert, nei primissimi anni Settanta e la situazione appariva tragica. Ma appunto questo spinse allo sfruttamento massiccio di giacimenti esteri ed alla ricerca di giacimenti in territori fino ad allora vergini come l'Alaska, con il risultato di calmierare il mercato e fargli riprendere la corsa dei decenni precedenti. L'economia tradizionale è centrata sul concetto di efficienza: le forze del libero mercato, se prive di restrizioni tenderebbero a raggiungere i prezzi più bassi in qualsiasi congiuntura; la "fungibilità" dei beni è appunto un meccanismo chiave per raggiungere questo scopo; se non possiamo usare il petrolio tradizionale useremo quello dell'Alaska, o quello del MO oppure il gas naturale; e alla fine c'è sempre il nucleare!

Ma (aggiungo io) succede che la fusione nucleare è ancora lontana dall'applicazione pratica; la fissione ha problemi di sicurezza e soprattutto di costi (Okiluoto, la centrale finlandese in costruzione, sta costando all'Areva-EDF quasi il doppio del preventivato, portandola ad un bilancio in rosso ed a un prolungamento dei tempi di start up dell'impianto che va al di là del 2012); le riserve accertate di uranio non consentono di coprire più di 40-50 anni per le centrali *attualmente* esistenti, che però danno solo il 15% della produzione mondiale di elettricità e solo il 6% del totale dei consumi energetici. Con cosa "fungiamo" (cioè sostituiamo) il petrolio?

La conclusione dell'articolo è che occorre riportare questi problemi "al centro della formazione universitaria. Inoltre è necessario affrontare e smentire chi ne nega l'importanza, vista anche la scarsità di leader intellettuali che attualmente si occupano di temi del genere. Sarà poi necessario insegnare l'economia non solo da una prospettiva sociale, ma anche biofisica".

Questa *non* è la prospettiva dell'articolo di Leonardo Maugeri; il vicepresidente Eni, che ha già scritto un libro su questi temi, è un economista *mainstream* e quindi sottolinea autorevolmente che dai giacimenti di petrolio attuali si estrae non più di un terzo in media dell'effettivo contenuto, il che è innegabile; e che esistono metodi sempre più efficienti di estrazione che consentiranno di portare tale percentuale al 50% entro qualche decennio, il che consentirebbe (secondo lui) di risolvere molti dei problemi attuali. Tenete presente che il prezzo del petrolio, nonostante la crisi mondiale si mantiene attorno ai 70 dollari al barile, circa tre volte più alto di quello medio di qualche anno fa, su cui erano basati i calcoli di sviluppo di molte *majors* petrolifere. Certamente c'è un ruolo della speculazione finanziaria, ma quanto contano i dati materiali?

Maugeri ci illustra i metodi (perforazioni orizzontali, uso di vapore, ecc.)

che hanno consentito e consentiranno di aumentare la resa dei giacimenti e questo è certamente un fatto tecnico innegabile. Inoltre ci informa che le ricerche fatte con metodi moderni sono state effettuate solo su una parte del globo e che esistono immensi territori ancora aperti all'esplorazione (però la mappa di pag. 59 considera solo blocchi di 2.000 perforazioni/zona; e se fossero "solo" 1999?)

Ne consiglio la lettura della prima parte perché molto aggiornata; ritengo però che le conclusioni trionfistiche siano poco difendibili.

E vi dico perché: Maugeri non nomina mai, dico mai, l'EROEI del petrolio, ma, senza che lui lo voglia l'EROEI c'è eccome nel suo articolo. L'EROEI è il rapporto fra l'energia ottenuta da una certa fonte e quella spesa per ottenerla; più è bassa più quella fonte di energia è scadente; teoricamente una fonte deve avere EROEI > 1, ma in pratica deve averla almeno 2-3; ora il petrolio degli anni 30 aveva un EROEI di 100; quello medio attuale sta fra 6 e 10.

$$EROEI = \frac{\text{Usable Acquired Energy}}{\text{Energy Expended}}$$

A pag. 62 del suo articolo, discutendo di inquinamento atmosferico Maugeri riporta le impronte ecologiche come kg di CO₂ per gallone di combustibile equivalente, estratto da varie fonti di petrolio alternative; leggendo la tabella, il chimico-fisico che è in me si è svegliato ed insieme al collega A. Zecca, un fisico che già conoscete, ha partorito l'idea seguente. La quantità di CO₂ prodotta dalla combustione diretta è un dato conosciuto, quindi se lo sottraggo a quello riportato in tabella ottengo la CO₂ prodotta dai processi che producono i vari tipi di petrolio; a questo punto divido la quota di CO₂ ottenuta dalla combustione per quella spesa nella produzione complessiva ed ecco il mio EROEI. La chimica-fisica nascosta nell'economia!

Allora eccovi i risultati: Alaska oil: 5,92; steam injection: 2,66; tar sands: 2,25; diesel from carbon: 0,62. Questi i miserevoli valori del nuovo petrolio; addirittura il petrolio da carbone non è una sorgente netta di energia, ma un *sink*, un pozzo. Insomma il nuovo magico petrolio ad alta tecnologia costerà sempre di più, tanto che ad un certo punto non ci converrà più estrarlo: ce n'è tanto, ma Maugeri invece di fare il conto dell'energia netta, *dopo* l'estrazione, fa il conto dell'energia contenuta nel giacimento, *prima* dell'estrazione! Per avere il valore giusto dovrebbe moltiplicare il valore delle riserve per (1-1/EROEI)! Ed inoltre questi sono i valori attuali, ma l'EROEI diminuisce sempre: più diminuisce, meno energia netta ci troveremo. Un errore mica da poco! Lo squeezing costa! Non so se Maugeri leggerà mai questo articolo e mi risponderà, ma voi che ne dite?

Claudio Della Volpe è ricercatore di Chimica fisica applicata al DIMTI di Trento (www.ing.unitn.it/-devol); si occupa di bagnabilità, angolo di contatto ed energia superficiale dei solidi.