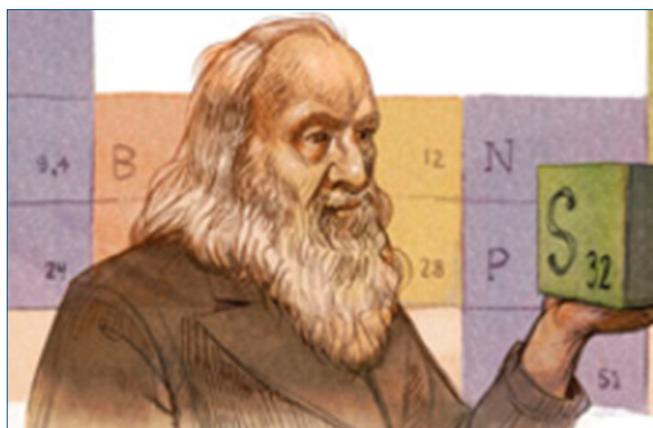




## NELLA TAVOLA PERIODICA È CONTENUTA LA STORIA DELL'UOMO

*La tavola periodica è stato il vero strumento della creatività della natura e dell'uomo ed è alla base di una grandiosa crescita della popolazione mondiale e della ricchezza. Lo sfruttamento di queste basi materiali dello sviluppo ha prodotto competizione e guerre nei secoli passati. A causa dell'aumento di domanda di energia e di prodotti strategici il fenomeno è destinato ad acuirsi nel futuro prossimo.*



### Introduzione

Non so perché ma pensando alla tavola periodica da un po' di tempo mi frullano nella mente due frasi famose dovute rispettivamente a Emanuele Kant e a Giacomo Leopardi. La prima è tratta dalla *Critica della ragion pratica* e suona: "Due cose riempiono l'animo di ammirazione e venerazione sempre nuova e crescente, quanto più spesso e accuratamente la riflessione si occupa di esse: il cielo stellato sopra di me e la legge morale in me".

La seconda è l'incipit della poesia di Leopardi "Canto notturno di un pastore errante dell'Asia" che comincia così: "Che fai tu, luna, in ciel? dimmi, che fai, Silenziosa luna? Sorgi la sera, e vai, Contemplando i deserti; indi ti posi..."

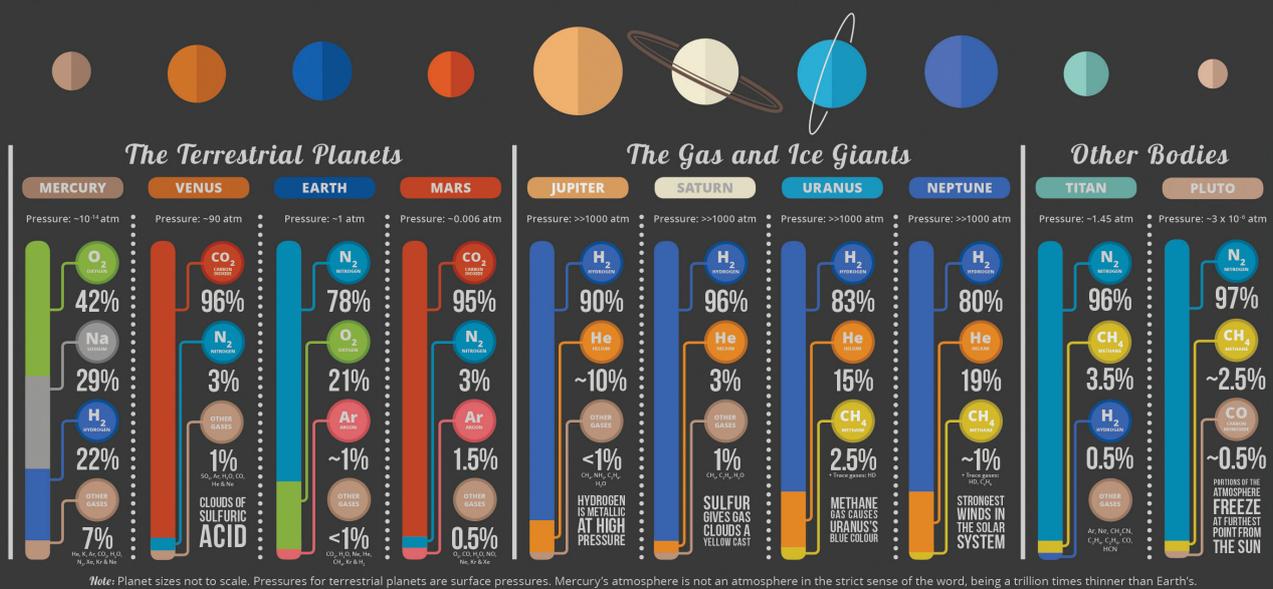
Le due riflessioni hanno in comune il cielo e i suoi astri, la sua impressionante vastità che induce da sempre interrogativi e paure sulla propria esistenza. Esse hanno alimentato per centinaia di migliaia di anni i saperi degli sciamani, dei sacerdoti e dell'astrologia. Con la nascita della scienza, dell'astronomia prima e dell'astrofisica poi, i segreti del cielo hanno cominciato ad essere decifrati.

Tuttavia solo da assai poco tempo (due secoli: un attimo) siamo divenuti coscienti del fatto che quando pensiamo al cielo in realtà pensiamo in modo indiretto alla tavola periodica e alle sue implicazioni sia chimiche che fisiche. Infatti oggi sappiamo che tramite la nucleosintesi che avviene nelle stelle, sono stati prodotti tutti gli elementi della tavola tranne l'idrogeno, che ha fatto da carburante iniziale. Questo processo creativo è avvenuto in un lunghissimo periodo di tempo. Si ritiene che 15 minuti dopo il famoso Big Bang la tavola periodica fosse costituita da pochi elementi come idrogeno (in maggioranza assoluta) e pochissimo elio e litio. Duecento milioni di anni dopo il Big Bang la nucleosintesi aveva proceduto originando gli elementi sino alla rubidio (37). Infine solo dopo 8 miliardi di anni la tavola periodica, come oggi la conosciamo, era completata.

L'abbondanza degli elementi sulla crosta terrestre è diversa da quella del sistema solare e del cosmo.



# THE ATMOSPHERES OF THE SOLAR SYSTEM



Note: Planet sizes not to scale. Pressures for terrestrial planets are surface pressures. Mercury's atmosphere is not an atmosphere in the strict sense of the word, being a trillion times thinner than Earth's.

© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem  
This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives licence.

Fig. 1

Infatti, a differenza della composizione cosmica, gli elementi più abbondanti nel suolo roccioso e nell'atmosfera terrestri sono ossigeno, sodio, alluminio, silicio, calcio e ferro, seguiti da idrogeno, carbonio, titanio, magnesio e azoto, per citarne solo alcuni. Se si fa eccezione per pochi elementi come l'oro, tutti gli elementi pesanti presenti nello strato esterno del pianeta non esistono allo stato elementare ma sotto forma di minerali come ossidi, silicati, carbonati, cloruri, nitrati, solfuri, fosfati ecc. Questi elementi sono anche alla base della vita vegetale e animale. Pertanto gli ominidi che apparvero sulla terra a partire da circa un milione di anni fa non ebbero a che fare con gli elementi allo stato puro (tranne ossigeno e azoto dell'atmosfera) ma "nascosti" in un'enorme varietà di minerali e composti vegetali. La storia dell'umanità (dai vari ominidi sino all'*homo sapiens*) non potrebbe essere pienamente compresa senza tener conto della base materiale del mondo della natura, cioè in altre parole della tavola periodica.

A questo punto mi ritorna ancora in mente la frase di Kant sul "...cielo stellato sopra di me e la legge morale dentro di me" e mi domando perché non

abbia usato al suo posto una variante come "la natura attorno a me e la legge morale dentro di me". Si possono ovviamente avanzare molte spiegazioni di carattere culturale e storico. Tra le molte possibili, mi permetto di avanzare anche l'ipotesi che al tempo di Kant, non era chiaro come anche sotto i nostri piedi e nell'atmosfera che ci circonda fosse presente una complessità fatta di atomi, molecole e cristalli capaci di autoorganizzazione per formare esseri viventi come vegetali e animali.

Solo nei secoli XX e XXI l'osservazione del cielo e lo sviluppo della fisica nucleare e dell'astrofisica chiarirà il carattere dinamico dell'universo osservabile. Per ragioni di sopravvivenza e conservazione della specie i nostri progenitori raccoglitori-cacciatori furono grandi osservatori solo dei composti della crosta terrestre. Essi riconobbero e classificarono presto in modo empirico rocce, erbe, vegetali e animali in termini di pericolosità e utilità per l'alimentazione e la caccia. Selezionarono, inoltre, le pietre utili per costruire attrezzi e armi. Alcune migliaia di anni fa, nel periodo di pastorizia e agricoltura, scoprirono il primo processo metallurgico per la produzione del rame facendo uso del fuoco, certamente la più

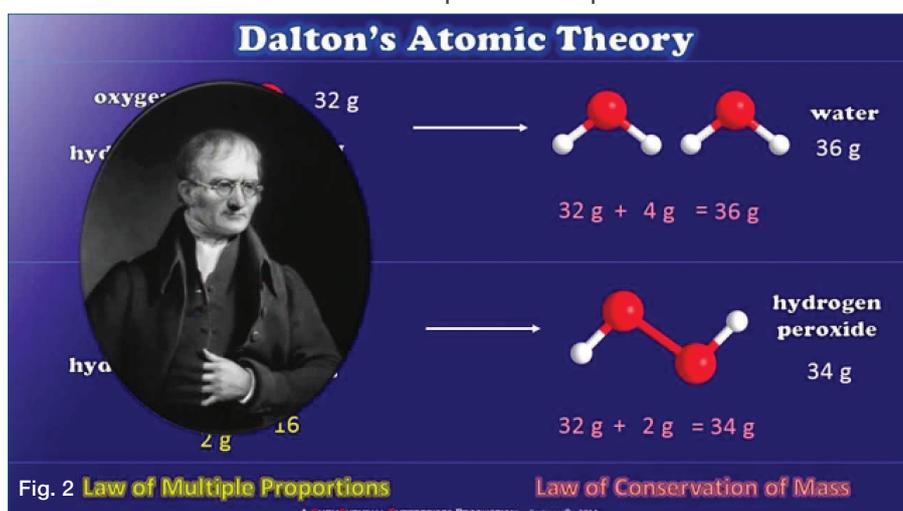
grande scoperta dell'umanità. Forse è stato quello stesso pastore errante per l'Asia della poesia di Leopardi che, avendo acceso un fuoco su una vena affiorante di malachite, ha notato la formazione di noduli di rame. Seguirono nel tempo stagno, piombo, ferro ecc. la cui natura di elementi metallici, come nel caso del rame, non poteva certo essere chiara in assenza di conoscenze scientifiche. Bisognerà attendere sino alla fine del XVII secolo con Boyle (contemporaneo di Newton) e il XVIII secolo con Lavoisier e Proust seguito da Dalton affinché, sulla base di misure quantitative e abbandonando i vecchi concetti aristotelici, si potesse affermare la scienza chimica. È infatti a Lavoisier che si deve la definizione di elemento "come sostanza che non è possibile decomporre con alcun mezzo". Lavoisier riconobbe molti elementi tra le sostanze metalliche già segnalate. Egli diede anche il nome ad alcuni elementi gassosi (ossigeno, azoto e idrogeno). Egli non sapeva tuttavia che questi erano sotto forma di molecole biatomiche. Solo con il contributo di Avogadro questo fatto venne chiarito. Tramite l'uso della bilancia di precisione, egli formulò la legge della conservazione della massa che permetterà, in seguito, di stabilire la composizione di molte sostanze come formate da vari elementi. Siamo all'anticamera del concetto rigoroso di molecola. Un altro passo decisivo si ebbe con Joseph Proust con la formulazione della legge delle proporzioni definite che recita: "Quando due o più elementi reagiscono, per formare un determinato composto, si combinano sempre secondo proporzioni in massa definite e costanti". L'insieme di queste conquiste

apri la via alla teoria atomica di Dalton che spiega pienamente perché gli atomi di vari elementi si combinano per formare dei composti solamente in numeri interi. Paradossalmente egli verificò la sua teoria stabilendo la formula della malachite, il minerale verde già citato, con cui è iniziato il primo processo metallurgico che ha portato alla scoperta del rame e del superamento dall'età della pietra. In questa sommaria elencazione non si può omettere le scoperte di Alessandro Volta riguardo la pila che legano i fenomeni chimici e i fenomeni elettrici. È evidente che con la fine del secolo XVIII tutto è pronto per la nascita della scienza chimica e della tavola periodica la cui formulazione è interamente da ascrivere alla creatività dei chimici. Siamo, inoltre, all'inizio della rivoluzione industriale. Solo in conseguenza delle scoperte della chimica e dello sviluppo dei metodi spettroscopici utilizzati in primo luogo sui composti della crosta terrestre, è iniziato lo studio della composizione degli altri pianeti e delle stelle. Con il successivo avvento della fisica nucleare e dei metodi dell'astrofisica venne formulato un quadro dell'evoluzione e composizione dell'universo di cui abbiamo parlato all'inizio.

## I materiali strategici prima della rivoluzione industriale del secolo XIX

È venuto il momento di fare il punto sui "prodotti strategici", cioè i prodotti senza i quali la ricchezza e lo sviluppo delle comunità e delle nazioni tramite il commercio navale e terrestre non può essere garantita. L'esistenza di questi prodotti era ben chiaro da migliaia di anni. Tra questi, cereali,

schiavi, tessuti, minerali e ceramiche furono strategici sin dallo sviluppo dell'agricoltura (circa 10.000 a.C.). Essi furono alla base di competizioni economiche, guerre e migrazioni spesso causate da fenomeni climatici. Con il passare del tempo e lo sviluppo di società organizzate, oro, argento, diamanti, carbone, minerali di rame ferro e stagno, zolfo e salnitro (necessari per la polvere da sparo), legname, gomma, cereali, prodotti ittici, prodotti tessili (seta, cotone e





lana), coloranti naturali, caffè, tè e altri composti psicoattivi, chinino (uno dei più importanti prodotti medicinali di tutti i tempi), fertilizzanti, zucchero e mano d'opera a basso costo e schiavi, divennero sempre più importanti, insieme con il perfezionamento delle tecniche di lavorazione del vetro, delle ceramiche e dei metalli.

Alla fine del secolo XVIII, in seguito allo sviluppo dei trasporti marittimi, prodotti come zucchero, cotone, chinino, caffè e tè, legnami pregiati, gomma, spezie, schiavi e coloranti naturali che provenivano solo o in gran parte dai Paesi tropicali o sub tropicali, comportò come conseguenza che i Paesi che per qualche ragione avevano il dominio navale degli oceani (cioè gli imperi coloniali) si trovarono in posizione privilegiata, anche rinforzata dalla grande disponibilità di prodotti del mare. Altri Paesi con carattere più continentale o che si affacciavano su mari interni, si ritrovarono invece in ritardo e quindi spinsero per accessi al mare e per la partecipazione alla corsa per le colonie. Qui si scorge il germe delle guerre che tenderanno necessariamente ad assumere carattere mondiale. Naturalmente gli elementi più coinvolti furono quelli più abbondanti sulla crosta terrestre o, per quanto riguarda i metalli, quelli più facilmente ottenibili mediante processi metallurgici semplici. Non è un caso che metalli come Al, Ti, Mg, che derivano da ossidi difficilmente riducibili, saranno utilizzati solo a partire dal secolo XIX. È appropriato sottolineare come tutto sia avvenuto senza conoscenze sulla struttura atomica e molecolare dei prodotti strategici.

### Scienza chimica, sviluppo industriale, tavola periodica e materie prime

Se in sostanza lo sviluppo dell'*homo sapiens* prima della nascita della chimica fu legato allo sfruttamento inconsapevole degli elementi e dei prodotti più comuni e chimicamente accessibili della tavola periodica, lo scenario comincia a cambiare a partire dal secolo XIX, che vide il progressivo isolamento di nuovi elementi e la sintesi di nuovi composti. Il fenomeno fu così impetuoso che emersero crescenti difficoltà sia nell'uso di una nomenclatura unica che nella condivisione delle scoperte in un campo in rapida espansione. Il congresso organizzato a Karlsruhe (1860), formalmente con lo scopo di discutere le questioni riguardanti le conoscenze accumulate in campo chimico, permise uno scambio senza precedenti di idee ed informazioni sugli atomi e sulle molecole. A questo congresso parteciparono molti importanti chimici dell'epoca, come Kekulé, Wurtz, Cannizzaro e Mendeleev.

La formulazione di una tavola capace di spiegare la periodicità delle proprietà di molti elementi da parte di Mendeleev (di cui ricorrono quest'anno i 150 anni), oltre a beneficiare di queste crescenti scoperte, fu il risultato di precedenti tentativi che meriterebbero un'illustrazione più dettagliata.

Ma quello che più importa nel nostro discorso è il fatto che, con lo sviluppo della chimica, lo sfruttamento degli elementi e dei loro composti divenne consapevole e profondamente interconnesso con lo sviluppo industriale di cui diventò un pilastro determinante.

### Tavola periodica e competizione per elementi e materiali strategici nei secoli XIX-XXI

È possibile mostrare come, partendo da alcuni degli elementi della tavola periodica scelti tra quelli più diffusi sulla crosta terrestre e da alcuni composti naturali e di sintesi come guano e nitrati, petrolio, zucchero, chinina, molecole psicoattive e farmaci di sintesi, sia possibile ritrovare molti lineamenti della storia.

Infatti per quanto riguarda elementi puri, ricordo per esempio come oro, platino e diamanti furono alla base delle guerre anglo-boere che infiammarono l'Europa alla fine del secolo XIX e che videro la partecipazione di volontari di molti Paesi. Per quanto riguarda lo zolfo (che poi significa acido solforico

e, in un secondo tempo, esplosivi e fertilizzanti) si parlò di “guerra dello zolfo” tra regno di Napoli e Inghilterra.

Il carbone (cioè di fatto carbonio), che fu alla base della grande quantità energia alla base della rivoluzione industriale del secolo XIX, non essendo presente in modo uniforme in Europa ma situato in aree di confine tra Francia, Germania e Belgio e tra Germania, Polonia e Cecoslovacchia (Slesia) non fu un motivo secondario all’origine delle due guerre mondiali. Lo stesso vale per il ferro. Non è un caso che, dopo la fine della seconda guerra mondiale, il primo aggregato che porterà alla formazione della comunità europea si chiamò, appunto, “Comunità del carbone e dell’acciaio”. Il bisogno di carbone e ferro fu una delle principali cause dell’invasione della Manciuria da parte del Giappone, foriero della nascita dell’impero giapponese. L’azoto (che poi significa acido nitrico, esplosivi, fertilizzanti e farmaci), sotto forma di urati e nitrati, fu all’origine delle guerre del guano e del Pacifico nel secolo XIX. Il problema dell’azoto stimolò la ricerca della sintesi catalitica dell’ammoniaca in Germania, fatto che ebbe effetti non secondari nella prima guerra mondiale e nella crescita (tramite i fertilizzanti azotati) della popolazione mondiale. Il rame fu ed è un elemento divenuto strategico con lo sviluppo dell’elettricità. Eventi come la famosa caduta di Allende in Cile nel secolo XX, hanno avuto pienamente a che fare con la nazionalizzazione delle miniere di rame di cui il Cile possedeva e possiede il predominio. Fosforo e potassio non sono da meno, perché hanno un’importanza primaria nella produzione dei fertilizzanti senza i quali (come nel caso dell’azoto) non si sarebbe verificata l’enorme espansione della popo-

lazione del XX secolo. Altri metalli, che dovrebbero essere citati, sono omessi per brevità. Ultimi venuti sono l’uranio, litio e terre rare. E che dire del petrolio, prodotto centrale nel grandioso sviluppo della mobilità del XX secolo e che è ancora oggi la principale fonte di energia per l’umanità? È un dato di fatto che il suo controllo è alla base di molte sanguinose guerre anche nel secolo XXI. Si può ben dire che la competizione tra le nazioni è ormai estesa a tutta la tavola periodica, i cui elementi stanno progressivamente divenendo tutti strategici e quindi oggetto di competizione.

## Conclusioni

In questo breve viaggio non sono citati prodotti strategici come la gomma, senza la quale la motorizzazione individuale non sarebbe stata possibile e il cui libero approvvigionamento ha inciso sul risultato delle due guerre mondiali del secolo XX. Un altro esempio è il rifornimento di zucchero, soggetto a facili sanzioni, che è stato alla base di tensioni tra Francia e Inghilterra sin dal periodo napoleonico e portò alla selezione della barbabietola da zucchero. Nel secolo XIX, durante il fascismo, analoghe sanzioni portarono allo sviluppo della produzione autarchica di zucchero da barbabietola in Italia (Eridania). Ma anche farmaci come il chinino furono oggetti di guerra e blocchi sin dalla guerra di secessione americana. L’elenco è immenso e non può essere trattato in un breve intervento. È comunque evidente che esso è riconducibile alla tavola periodica, che è stata ed è il vero strumento inconsapevole o consapevole nelle mani dell’uomo e ne ha accompagnato il grandioso sviluppo. Su questa base credo che il titolo di questo intervento sia giustificabile.



Fig. 4

## History of Man is Contained in the Periodic Table

The periodic table, which can be considered as the basic instrument of the nature and human creativity, has been the basis not only of the population and welfare increment but also of competitions and wars. Due to the increasing energy and strategic products demand global competition for the periodic table elements is expected to increase in the near future.