

# La tavola periodica degli elementi

- di Riccardo Sinigaglia<sup>1</sup>

L'Assemblea Generale dell'ONU e l'UNESCO hanno proclamato il 2019 "**Anno internazionale della tavola periodica**", ricorrendo 150 anni dalla presentazione alla Società Chimica russa da parte di Mendeleev, avvenuta il 6 marzo 1869 a San Pietroburgo.

Chi ha frequentato il Liceo Scientifico Galileo Galilei di Macerata, negli anni 60 e 70 del secolo scorso, al sentir nominare la "tavola Periodica" non può non associarvi la figura della Prof.ssa Maria Mattucci.

La Mattucci, insegnante di Scienze, Chimica e Geografia, è stata il terrore per generazioni di studenti. Terrore che è proseguito, per alcuni, anche dopo la maturità, tant'è che uno stimato professionista maceratese, ora scomparso, di cui taccio il nome, mi diceva, ad oltre 30 anni dalla maturità, tra il serio ed il faceto, "Se incontro la Mattucci per strada la prendo sotto con la macchina".

Ai ragazzi di oggi, in un periodo di libertà, sfuggono le rigide regole che allora vigevano nel nostro Liceo, come nelle altre scuole.

Ad esempio durante la ricreazione le zone dei ragazzi e delle ragazze, erano rigidamente separate e sorvegliate dai professori e dai bidelli per evitare pericolose commistioni.

Alcuni professori davano del "Lei" agli studenti/studentesse.

A ciò aggiungesi che all'esame di Maturità abbiamo portato tutte le materie dell'ultimo anno, con riferimenti anche ai programmi degli anni precedenti.

Per noi, il contestato "quizzone" sarebbe stato una passeggiata.

Ma perché la Mattucci è stata il terrore degli studenti?

Dopo aver chiamato alla cattedra coloro che dovevano essere interrogati per scadenza temporale, prendeva una scatoletta di latta delle pastiglie Valda contenente i numeretti della tombola e faceva estrarre un numero e provvedeva ad interrogare lo sventurato che nel registro corrispondeva al numero estratto.

Cosicché poteva essere chiamato anche chi era stato interrogato durante la lezione precedente ed evidentemente, come succedeva allora, succede ora e sempre succederà, giustamente, non aveva studiato la lezione del giorno.

E le insufficienze fioccano, annullando il voto del giorno precedente.

---

<sup>1</sup> Presidente dell'Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici delle Marche, già alunno del Liceo Scientifico "G. Galilei" di Macerata, classe 5<sup>a</sup>A – Maturità 1965.

La Mattucci aveva tante famigerate scatolette, quante erano le classi in modo che i numeri corrispondessero all'effettiva consistenza numerica della classe.



Classe 5ªA - Maturità 1965. La professoressa Mattucci indicata dalla freccia<sup>2</sup>

Devo però riconoscere, che tale approccio di severità, in un certo qual modo, può aver contribuito a prepararmi ad affrontare gli imprevisti della quotidianità senza farmi trovare impreparato o incapace di reagire prontamente, finalità sicuramente non perseguita dall'insegnante.

---

<sup>2</sup> Ultima fila da sinistra: Marsili Noemi, Prof. Mammana, Costa Anna, Sarni Catia, Moneta Fernanda, Bianchini Giuseppina, Moretti Carla, Giacobini Elodia Paola, Prof. Luciano Tasso, Ciarapica Raffaele, Sampaolesi Maria Grazia, ??, Preside Antonio Tasso, Prof.ssa Fabrini

Penultima fila da sinistra: Baldoni Sandra, Ricci Lucchi Franca Maria, Filippucci Maria Clementina, Merelli Maria Raffaella, Cannas Paola, Egidi Rosalba, Prof.ssa Berti, Prof.ssa Mattucci, Alfonsi Maria Lillina, Di Bartolomeo Catia, Prof. Maceratini

Accosciati da sinistra: Mallardi Vito, Saitta Maria Pia, Pepa Luigi, Ribichini Pietro, Prof. Massetani, Francioni Enrico, Benedetti Alessandro, Pagnanelli Massimo, Sinigallia Riccardo, Matteucci Aristide.

Ma torniamo alla tavola periodica che costituisce lo spunto per queste riflessioni.

Nel 1869 erano conosciuti 63 elementi ed erano stati proposti diversi sistemi di ordinamento; Mendeleev pensò di ordinarli secondo il peso atomico crescente e così ordinandoli si accorse che le proprietà chimiche e fisiche si ripresentavano periodicamente, da qui il nome tavola periodica.

Grazie a tale ordinamento riuscì a prevedere l'esistenza e le proprietà di alcuni elementi chimici non ancora conosciuti.

Scandio, gallio e germanio vennero scoperti successivamente e venne osservato che essi avevano quelle stesse proprietà fisiche e chimiche che Mendeleev aveva teoricamente previsto grazie al suo modello

Tra il 1885 e il 1890 si aggiunse un'ottava colonna a destra per fare posto ai gas nobili (per esempio l'elio, il neon, l'argon e il radon). Dopo alcune "esagerazioni" che portarono a un modello esteso fino a 32 colonne, nel 1920 la tavola assume una rappresentazione tuttora accettata con 18 colonne.

In 150 anni la Tavola Periodica degli Elementi è passata da 63 a 118 elementi. Gli ultimi elementi, approvati ufficialmente dall'IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) il 28 novembre 2016, sono il Nihonio, il Moscovio, il Tennesso e l'Oganesson, rispettivamente gli elementi numero 113, 115, 117 e 118.

Si noti che, a quel tempo, non si disponeva ancora di mezzi analitici sufficienti per determinare con accuratezza i pesi atomici, e che la purificazione degli elementi avveniva con metodi molto primitivi.

Si riconosce validità scientifica ad un modello quando questo è in grado di prevedere proprietà e funzioni, perciò la Tavola Periodica degli elementi ebbe immediato successo, poiché grazie ad essa fu possibile, successivamente, capire la struttura dell'atomo. All'epoca la struttura dell'atomo non era nota, ora sappiamo che esso è composto da neutroni, protoni ed elettroni, tralasciando di citare le altre particelle subatomiche (gluoni, muoni, bosoni ecc) che non influenzano in maniera rilevante la struttura atomica dell'atomo.

I protoni ed i neutroni sono posizionati all'interno del nucleo mentre gli elettroni ruotano attorno al nucleo secondo orbitali.

Il primo orbitale può contenere solo due elettroni mentre l'orbitale più esterno può contenere al massimo 8 elettroni.

Il numero di elettroni sull'orbitale più esterno determina la proprietà chimica del singolo elemento, tale configurazione determina la periodicità riscontrata dal Mendeleev.

Secondo il **Principio di indeterminazione di Heisemberg** non si può misurare nello stesso momento con precisione la posizione e la velocità di una particella (definizione poco rigorosa e non quantitativa), quindi non ha

senso parlare di orbita ma di orbitale, ovvero l'orbitale rappresenta la porzione di spazio in cui è probabile la presenza di un elettrone.

Ad ogni orbitale è associata una precisa energia.

In ogni atomo si hanno quindi dei ben definiti **livelli energetici** e per ogni livello energetico possono esistere solo ben determinati tipi di orbitale in un numero ben preciso:

Al 1° livello:	1 orbitale di tipo s	<b>1s:</b> □
Al 2° livello:	1 orbitale di tipo s 3 orbitali di tipo p	<b>2s:</b> □ <b>2p:</b> □□□
Al 3° livello:	1 orbitale di tipo s 3 orbitali di tipo p 5 orbitali di tipo d	<b>3s:</b> □ <b>3p:</b> □□□ <b>3d:</b> □□□□□

E così via.

Riassumendo:

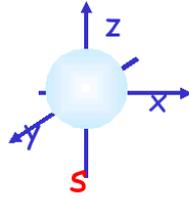
Ad ogni **orbitale** corrisponde:

- una ben precisa **energia**
- una particolare **distribuzione nello spazio** intorno al nucleo delle zone dove è più probabile trovare l'elettrone.

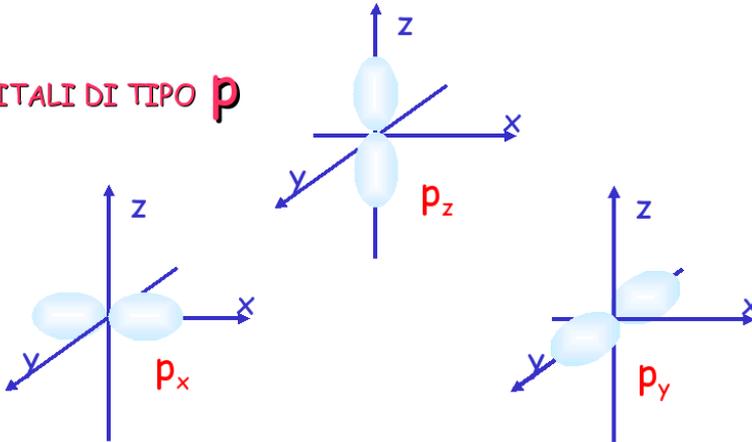
I diversi tipi di orbitale (s, p, d, f) differiscono per la forma delle zone di massima probabilità dove localizzare l'elettrone.

La rappresentazione grafica di quanto sopra può essere la seguente:

ORBITALE DI TIPO **S**



ORBITALI DI TIPO **p**

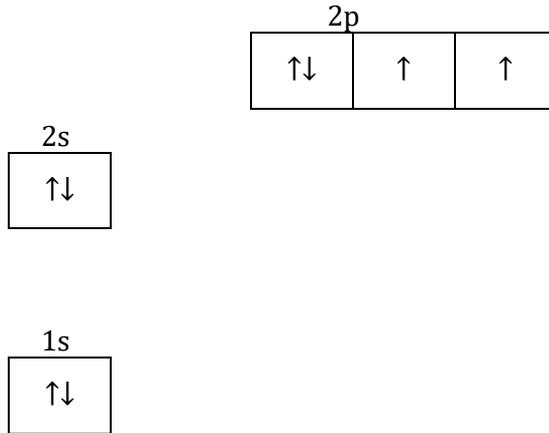


Quello che segue è uno schema più completo con i diversi orbitali ai diversi livelli energetici: gli elettroni andranno ad occupare tali orbitali seguendo alcune regole.

- 1—Si riempiono prima gli orbitali a più bassa energia
- 2 - In ogni orbitale possono trovarsi al massimo 2 elettroni con 'spin' opposto: ( $\uparrow\downarrow$ )
- 3 - A parità di energia, gli elettroni si disporranno, se c'è posto, non accoppiati

L'elenco degli orbitali in cui si trovano gli elettroni, con il numero di elettroni presenti, costituisce la “configurazione elettronica dell'atomo”.

L'ossigeno ha 8 elettroni



Configurazione elettronica:  $1s^2 2s^2 2p^4$

Configurazione elettronica degli elementi

H	$1s^1$
He	$1s^2$
Li	$1s^2 2s^1$
Be	$1s^2 2s^2$
B	$1s^2 2s^2 2p^1$

E così via.

Le proprietà chimiche degli elementi dipendono da come gli atomi interagiscono tra di loro e quindi da come si comportano gli elettroni "più esterni" (cioè gli elettroni al livello energetico più alto).

Bisogna quindi considerare la configurazione elettronica ESTERNA degli elementi.

H	s1	Na	s1
He	s2	Mg	s2
Li	s1	Al	s2 p1
Be	s2	Si	s2 p2
B	s2 p1	P	s2 p3
C	s2 p2	S	s2 p4
N	s2 p3	Cl	s2 p5
O	s2 p4	Ar	s2 p6
F	s2 p5	K	s1
Ne	s2 p6	Ca	s2

Si osserva che si ripete “periodicamente” (ad es. Be, Mg, Ca,... hanno la stessa configurazione elettronica esterna).

Ritroviamo quindi la giustificazione scientifica della periodicità già individuata da Mendeleev senza conoscere la struttura dell’atomo.

Difatti mettendo in colonna gli atomi con la stessa configurazione elettronica esterna salta fuori proprio la tavola periodica degli elementi che Mendeleev aveva costruito, basandosi SUL COMPORTAMENTO CHIMICO!

orbitali s												orbitali p					He													
H												B	C	N	O	F	Ne													
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar													
Na	Mg	orbitali d										Ga	Ge	As	Se	Br	Kr													
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	In	Sn	Sb	Te	I	Xe													
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Tl	Pb	Bi	Po	At	Ra													
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg																			
Fr	Ra	Ac																												
																	orbitali f													
																	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
																	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

La Tavola Periodica nella pagina seguente (Fonte IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry), a partire dai due iniziali idrogeno ed elio, si compone di due periodi di 8 elementi chimici ciascuno, seguita poi da due periodi di 18 ed infine due periodi di 32 elementi. Questo significa, ad esempio, che gli elementi n. 3, n. 11, n. 19, n. 37, n. 55 e n. 87 (metalli alcalini), gli elementi n. 6, n. 14, n. 32, n. 50, n. 82 e n. 114 (alcaloidi), così come gli elementi n. 2, n. 10, n. 18, n. 36, n. 54, n. 86 e n. 118 (poco reattivi) hanno proprietà comuni fra la loro serie.

Esistono innumerevoli rappresentazioni della tavola periodica

È stato calcolato che in 150 anni si siano realizzate più di 800 versioni diverse della tavola, al punto che qualcuno ha pensato bene di creare un database. Oltre allo standard rettangolare, ci sono quelle circolari, cubiche, cilindriche, a elica, piramidali, sferiche, triangolari ecc. Non si tratta di semplici variazioni sul tema ma di tentativi di migliorare la Tavola originale, evidenziando ulteriori caratteristiche fisiche e chimiche degli elementi.

Il 29 gennaio 2019, a Parigi, presso il padiglione UNESCO, si è svolta la cerimonia inaugurale per i 150 anni della Tavola Periodica.

Riporto uno stralcio dell'intervento del **Prof. Pietro Tundo** in tale occasione, che ci aiuta a comprendere la importanza della tavola periodica nella storia e nel futuro dell'Umanità.

*Tutto il mondo materiale visibile è composto da questi elementi chimici; in realtà, quelli che sono maggiormente importanti per noi possono essere elencati sommariamente in: idrogeno, ossigeno, carbonio, azoto, zolfo, cloro, fosforo.*

*Gli elementi chimici, cioè la materia che noi conosciamo, corrisponde solo ad una piccola parte dell'universo. Secondo le attuali ipotesi più accreditate, essa rappresenta solo il 5% della massa totale dell'universo, essendo la maggior parte costituita da energia oscura (69%) e da materia oscura (26%), la cui natura è ancora sconosciuta. Da solo, questo 5% forma stelle, pianeti, asteroidi, comete, e così via.*



*Tutti gli elementi chimici si sono formati attraverso processi di fusione nei miliardi di anni che ci hanno preceduto, a partire dal primario Big Bang, che ha formato inizialmente idrogeno ed elio. A partire da questi, come si sono formati gli altri elementi del Sistema Periodico che hanno massa più elevata? Temperature elevatissime sono state necessarie per permettere la fusione dei nuclei degli atomi: procedimenti sintetici diversi, quali la fusione di stelle di neutroni, l'esplosione di supernove, l'esplosione di stelle nane bianche, la morte di stelle di piccola massa e la fissione di parte di raggi cosmici.*

*Il processo con cui tutti questi elementi si sono formati comporta uno o più fatti singolari; esempio eclatante è la formazione dell'atomo di carbonio, che, com'è noto, costituisce anche la base della vita così come la conosciamo sulla terra. La sintesi dell'atomo di carbonio avviene attraverso un processo particolarmente difficile ed atipico, che coinvolge tre atomi di elio attraverso un cammino molto stretto, individuato solo di recente (anno 2011). A partire dall'atomo di carbonio sono stati generati poi tutti gli altri elementi più pesanti. Nella costituzione dell'Universo sono avvenute coincidenze strane che ne hanno permesso l'esistenza, la cui poco probabile sequenza ha dato origine alle diverse versioni del principio antropico, attualmente in discussione sia tra filosofi che tra scienziati.*

*Attualmente nell'Universo, accanto agli elementi chimici della Tavola Periodica di Mendeleev, si sono individuate circa 150 differenti molecole, costituite dalla aggregazione di più atomi. Un terzo di queste sono molecole complesse, alla base delle quali c'è l'atomo di carbonio. Le attuali conoscenze sui composti organici nello spazio interstellare possono lasciare intuire che il problema della vita, come generata sulla terra, mantiene le sue profonde radici cosmiche in queste molecole organiche primordiali trovate nello spazio interstellare.*

*Per quanto l'Universo sia grande, sia esso in espansione o no, il numero di atomi presenti è, semplificando, immenso ma finito. Invece i diversi atomi combinandosi fra di loro - anche considerando solo quelli più semplici su cui l'attuale vita sulla terra si basa: carbonio, ossigeno, idrogeno, azoto - possono dar luogo ad una quantità infinita di diverse molecole il cui numero eccede la nostra comprensione.*

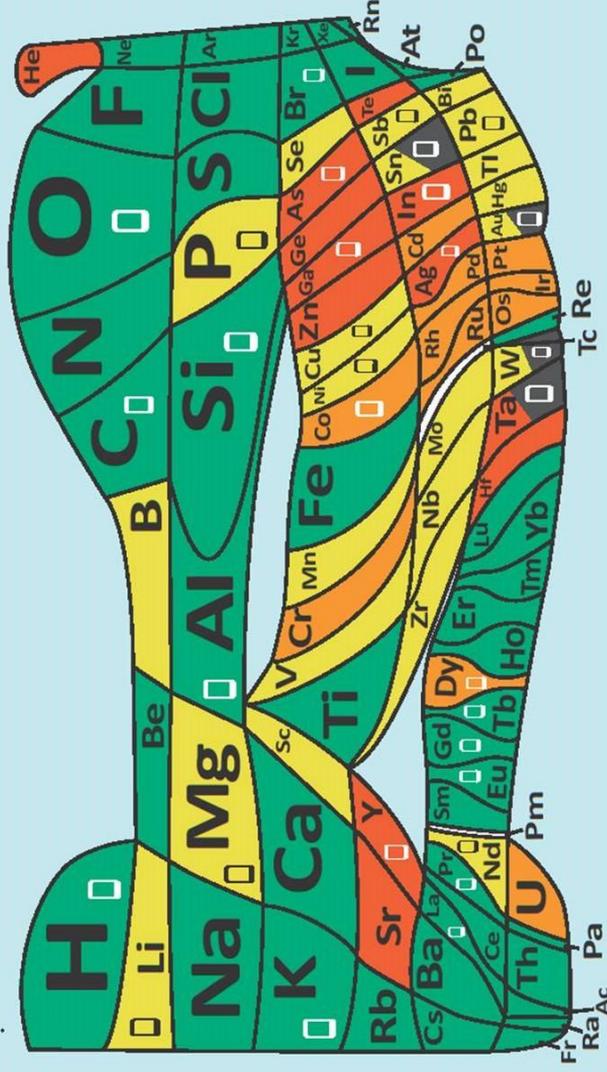
*L'umanità ha quindi il potere di creare attraverso gli atomi un'infinità inimmaginabile ed impressionante di aggregazioni di atomi e strutture molecolari, organiche e inorganiche: si pone pertanto il problema della scelta, di cosa meglio fare fra le varie ed infinite possibilità.*

*Con la scoperta della periodicità delle proprietà degli elementi, possiamo creare, attraverso la sintesi, molecole e materiali di proprietà e caratteristiche desiderate: abbiamo l'opportunità di andare in direzioni le più diverse possibili, con tutta libertà.*



2019  
IYPT  
International Year  
of the Periodic Table  
of Chemical Elements

# 90 elementi chimici e la loro disponibilità relativa sulla Terra Ci basteranno?



ispirato a W.F. Sheehan's 'A Periodic Table with Emphasis', pubblicato in Chemistry, 1976, 49, 17-18

Scopri di più e divertiti con il videogioco su <http://bit.ly/euchems-pt>



Quest'opera è rilasciata con licenza Creative Commons Attribution-NonDerivs CC-BY-ND

*La coscienza di questa libertà si realizza nello sviluppo sostenibile. Le Nazioni Unite, proclamando il 2019 l'Anno Internazionale della Tavola Periodica degli Elementi Chimici, hanno nel contempo indicato che la scelta futura dell'umanità è lo sviluppo sostenibile. La celebrazione della Tavola Periodica di Mendeleev sarà un'ottima opportunità per riflettere sulla stretta correlazione tra i 17 Goals sullo Sviluppo Sostenibile dalle Nazioni Unite e i mezzi che l'umanità possiede sulla scelta e sulla direzione verso cui l'umanità si incamminerà nel futuro prossimo.*

*Fra i problemi da mettere in evidenza ci sono i cambiamenti climatici, la conservazione delle risorse naturali, la superconduttività, nuovi magneti e i materiali adatti ad essere utilizzati ad altissime pressioni e temperature, che permetteranno un utilizzo più intelligente dell'energia, come ad esempio potrà essere la fusione nucleare.*

*La Tavola Periodica continuerà ad avere un impatto rivoluzionario in molti campi: medicina nucleare, studio di composti e di molecole nello spazio, predizione di nuovi materiali. Lo strumento semplice e facilmente intuitivo della Tavola Periodica permetterà nelle scuole e nelle Università un facile accesso allo sviluppo sostenibile, promuovendo così la scienza come veicolo primario di uno sviluppo virtuoso con soluzioni globali sull'energia, sull'agricoltura, sull'educazione e sulla salute.*

Per riflettere su quanto espresso dal Prof. Tundo, ho riportato nella pagina precedente una particolare rappresentazione della Tavola periodica in cui, per circa 90 elementi, viene indicata la disponibilità di ciascuno sulla terra con evidenziata anche la utilizzazione nella produzione degli smartphone.

Riccardo Sinigallia