

“Esiste ovunque una media delle cose: essa è determinata dall'equilibrio.”

(Dmitrij Ivanovič Mendeleev, 8 febbraio 1834, Tobol'sk – 2 febbraio 1907, San Pietroburgo)

Il corpo è equilibrio e, danzando, si intreccia e si trasforma.
Il corpo è materia e, fluttuando, compie movimenti e forma figure.
Il corpo è scienza e, vivendo, racconta a ciascuno di noi l'avventura dell'intero Universo.

Combinarsi e separarsi in una danza continua

Il mondo che ci circonda è fatto di tanti oggetti diversi che hanno le caratteristiche più svariate: le chiavi per aprire le porte sono dure, lucide e fredde; anche le mine delle nostre matite sono dure, ma si sgretolano facilmente; l'aria che respiriamo è del tutto trasparente, invisibile e apparentemente "senza sostanza", mentre l'acqua che beviamo e con cui ci laviamo è fluida, incolore e... sì, bagnata!

Anche se non lo vediamo, come nel caso dell'aria e di altri gas, tutto ciò che ci circonda è materia, ossia qualcosa che occupa spazio ed esiste in una certa quantità.

Ma come mai una cosa come l'acqua è trasparente e bagnata, mentre una matita è dura e asciutta? Da cosa dipendono le varie proprietà delle cose che abbiamo attorno? E di cosa è fatta questa materia che ci circonda?

La chimica è la scienza che cerca di rispondere a queste domande. I chimici, infatti, studiano come è fatta e come si trasforma la materia.

Per capire meglio questa faccenda della materia, immaginiamo che il mondo sia un insieme di tantissime costruzioni diverse di Lego: ogni costruzione è composta da mattoncini di base, che possono essere gialli, blu, rossi o bianchi, quadrati, rettangolari o piatti. I mattoncini si possono combinare in una miriade di modi diversi, formando le costruzioni più svariate: una macchina, un cavallo, un ponte, un oceano...

Ecco, questi mattoncini di Lego in chimica si chiamano elementi chimici e sono alla base di tutta la materia che ci sta attorno.

Così come esistono mattoni di Lego diversi, anche gli elementi chimici sono diversi tra loro. Nello specifico, oggi si conoscono 118 elementi. Probabilmente di alcuni avete già sentito parlare: l'ossigeno che respiriamo, l'alluminio delle lattine, l'oro e l'argento dei gioielli, il ferro delle chiavi sono tutti elementi chimici. Ma oltre a questi più famosi ve ne sono altri dai nomi talmente fantasiosi da sembrare appartenere a dei personaggi dei fumetti, come il radon, lo xenon e l'osmio.

Costruzioni e legami

Come i Lego, anche gli elementi si possono combinare in tanti modi per formare cose molto differenti tra loro, ed è facile intuire come il numero di combinazioni possibili sia davvero grande!

Nel momento in cui due o più elementi diversi si uniscono, si crea quello che in chimica viene detto composto. Gli elementi chimici, però, non si combinano a caso: essi seguono delle regole particolari e tendono a unirsi con altri elementi che stanno loro "simpatici", cercando posizioni in cui stanno "comodi" e non devono fare fatica.

Ecco allora che ossigeno e idrogeno insieme formano l'acqua, sodio e cloro formano il sale da cucina, mentre carbonio, idrogeno e ossigeno formano il dolce zucchero!

Ma il bello del giocare con i Lego è montare e smontare le costruzioni, creando ogni volta qualcosa di diverso. E quando facciamo una costruzione che ci piace tanto e vorremmo tenere, può comunque succedere che questa cada e che i mattoncini si separino. Con gli elementi chimici funziona un po' allo stesso modo: l'ossigeno non sta sempre solo unito all'idrogeno per formare l'acqua, così come sodio e cloro non stanno sempre a braccetto a fare il sale.

Gli elementi chimici si combinano e si "scombinano" di continuo, unendosi in modi e proporzioni diverse. Alle volte gli elementi si separano perché iniziano a stare "scomodi", altre volte perché vengono spinti via o perché trovano un altro elemento più "simpatico".

Anche se non li vediamo, i mattoncini della materia che ci circonda ci girano intorno, combinandosi e separandosi in una danza continua.

Mettiamo in ordine questi Lego!

Per continuare con l'analogia i Lego: immaginate di aver finito di giocare e di dover mettere in ordine i mattoncini.

Nel nostro caso, purtroppo, non basta prendere tutti i pezzi e gettarli alla rinfusa in una scatola. Abbiamo bisogno di metterli uno dietro l'altro con ordine (per esempio in base alla loro forma o al loro colore) e in apposite caselle, in modo tale che quando ci servirà un mattoncino (per esempio uno quadrato verde) sapremo esattamente in che punto trovarlo.

La *Tavola Periodica degli Elementi* funziona un po' così: è uno schema in cui sono raccolti in un ordine ben preciso tutti gli elementi chimici conosciuti. E perché prendersi la briga di mettere gli elementi in ordine? Beh, perché così, in base alla posizione di un elemento nella Tavola, i chimici possono conoscere le sue caratteristiche e prevedere il loro comportamento! Le proprietà degli elementi chimici, infatti, cambiano in modo regolare e graduale quando nella Tavola Periodica ci si sposta da sinistra verso destra o dall'alto verso il basso. Se fosse fatta di mattoncini Lego ordinati per colore, la Tavola mostrerebbe una graduale transizione di colore da una sfumatura all'altra.

Grazie alla Tavola si può capire se e come l'ossigeno può combinarsi con l'idrogeno o il carbonio o con entrambi, e lo stesso per ogni elemento.

Mendeleev: il chimico che mise in ordine gli elementi

Dmitrij Ivanovič Mendeleev è il chimico russo che ha messo in ordine gli elementi chimici e ha creato la Tavola Periodica.

Nato nel 1824 in un villaggio della Siberia, in Russia, Dmitrij iniziò le sue ricerche in chimica poco più che ventenne, diventando poi professore di chimica generale all'università di San Pietroburgo, dove insegnò per molti anni.

Fu proprio l'insegnamento della chimica che portò Mendeleev a ideare la Tavola.

Non riuscendo a trovare un libro di testo adatto ai suoi bisogni, decise di scriverne lui uno: mentre lavorava a uno dei capitoli, notò che alcuni elementi chimici avevano delle caratteristiche comuni e potevano essere ordinati in base a una caratteristica particolare.

Sulla base di questa osservazione, Mendeleev ordinò in una tavola sistematica i 70 elementi fino ad allora conosciuti, prevedendo persino degli spazi vuoti per gli elementi che ancora non erano stati scoperti, ma che era convinto esistessero in base alla sua osservazione.

Il tempo gli dette ragione, perché gli elementi chimici che aveva previsto furono davvero scoperti. Da allora la Tavola Periodica è alla base della chimica.

Oltre all'insegnamento e alla ricerca, Mendeleev si dedicò anche alla divulgazione scientifica, scrivendo articoli per giornali ed enciclopedie già dal 1859. Il suo interesse nel diffondere la conoscenza scientifica e tecnologica era tale che continuò la sua attività di divulgazione fino alla fine della sua carriera.

Tante storie, ma una stessa coreografia

“È così bello fissare il cielo e accorgersi di come non sia altro che un vero e proprio immenso laboratorio di fisica che si srotola sulle nostre teste”.

Parola di Margherita Hack, un’italiana innamorata delle stelle.

Margherita nasce a Firenze il 12 giugno 1922, in un ambiente culturale vivace che la educa alla curiosità. La meraviglia che prova guardando il mondo la porta a laurearsi in fisica, specializzandosi nel campo dell’astronomia.

Gli astronomi osservano il cielo raccogliendo dati e misure per cercare di scoprirne il funzionamento. Margherita non è da meno: per anni lavora negli osservatori, collaborando con persone provenienti da ogni parte del mondo. Ma non si limita a questo: oltre ad insegnare all’Università, per tutta la vita è attiva in ogni ambito del sociale, dalla politica alla lotta per i diritti civili. Ha sempre cercato di promuovere la cultura scientifica e proprio per questo è ricordata tra i più grandi divulgatori italiani.

Ma perché questa grandissima scienziata parla del cielo come di un laboratorio di fisica?

Il cielo come laboratorio

Il cielo è popolato di moltissimi astri: pianeti, stelle e galassie sono solo alcuni tra essi. Per capire quale sia il loro comportamento gli scienziati usano le leggi della fisica. Tra le mille domande, una delle più affascinanti è sicuramente: da dove viene tutto ciò che ci circonda?

Ci sono molte risposte per questa domanda. Gli elementi che compongono la materia che conosciamo, quegli stessi elementi che troviamo nella Tavola Periodica, sono nati infatti grazie ai processi chimici e fisici dell’Universo. Processi che possono essere avvenuti in momenti e ambienti anche molto diversi e lontani l’uno dall’altro.

Le storie più affascinanti meritano di essere raccontate: la nascita dei primissimi atomi all’inizio dell’evoluzione dell’Universo; la creazione di alcuni elementi durante la vita delle stelle; la formazione di altri grazie all’incontro di astri molto, molto compatti.

L'inizio della storia

C'era una volta l'Universo. Un Universo molto diverso da quello che oggi conosciamo.

Un Universo che da sempre cambia e si evolve, mantenendo però lo stesso comportamento: mentre il tempo scorre, lo spazio diventa via via sempre più grande. Questa espansione, che continua ancora oggi, è sempre stata accompagnata dal raffreddamento di tutto ciò che lo spazio contiene.

C'era una volta l'Universo, un solo secondo dopo quello che viene chiamato Big Bang.

Un Universo riempito di plasma molto caldo e denso, un "brodo primordiale" con temperatura e energia così elevate da far muovere le particelle con velocità altissima. In questo modo, legarsi le une alle altre era per loro impossibile. È bastato però solo un minuto e la temperatura è scesa abbastanza da permettere al nucleo del primo elemento, l'idrogeno, di formarsi.

C'era una volta l'Universo, via via sempre più freddo. Un Universo in cui è iniziata quella che gli scienziati chiamano nucleosintesi primordiale: una successione di fusioni che ha portato i nuclei degli elementi leggeri, cioè elio, litio e berillio, a crearsi nei primi 20 minuti di questa incredibile storia. In questo momento però gli atomi non sono ancora completamente formati: mancano infatti gli elettroni, che continuano a muoversi nello spazio così velocemente da non poter essere catturati.

Più pesante è un elemento più la temperatura a cui avviene la sua fusione è elevata: nelle prime fasi dell'Universo, le condizioni erano ideali per far avvenire questo processo. Molto presto, però, il raffreddamento dovuto all'espansione ha impedito a ulteriori legami di crearsi. L'Universo è diventato troppo freddo per formare nuovi elementi, ma in questo modo ha permesso agli elettroni di rallentare e di diventare parte degli atomi più leggeri.

C'era una volta l'Universo, mezz'ora dopo il Big Bang. Un Universo abitato da soli quattro elementi, che l'espansione ha distribuito in grandi e rarefatte nubi di gas.

La storia non è finita qui... Ma per dare vita al resto della Tavola Periodica è necessario attendere molto tempo.

La fucina stellare

Quando sono nate le prime stelle? Gli scienziati oggi possono dire che le prime luci si sono accese circa 700 milioni di anni dopo il Big Bang: è questo il tempo necessario alle nubi di gas, in particolare idrogeno, per trasformarsi negli astri che illuminano le nostre notti.

Il motore di questo cambiamento è la gravità, la forza che muove tutto ciò che popola il cosmo. Nelle nubi di gas essa avvicina le particelle le une alle altre e fa crescere la temperatura centrale al punto da fondere l'idrogeno in elio: è questo il momento in cui nasce una stella.

La sua storia poi continua attraverso lunghi passaggi successivi, in cui la stella si espande e si contrae, cambia dimensione e resta in equilibrio, guidata dalle leggi della fisica. E mentre ciò avviene, nella parte centrale la temperatura via via sempre più alta permette la fusione di atomi più pesanti, come carbonio e ossigeno. Esiste un limite oltre cui la fusione all'interno di una stella non riesce a spingersi: per ottenere elementi oltre il ferro è infatti necessaria un'energia tanto elevata da non poter essere qui raggiunta.

Esistono però altri processi. Se una stella è molto massiccia, la sua vita termina con un'esplosione che espelle violentemente gli strati più esterni, mantenendo unita e compatta una piccola parte centrale. Questo processo è chiamato dagli astronomi con il nome di supernova: in questa fase, l'energia in gioco è così elevata da determinare la creazione di moltissimi elementi più pesanti del ferro. Ciò non avviene attraverso la fusione, ma grazie alla cattura di neutroni da parte dei nuclei già presenti.

Incontri ravvicinati

La nucleosintesi primordiale, l'evoluzione delle stelle e le esplosioni di supernova permettono di spiegare da dove arrivano molti degli elementi che oggi conosciamo. Mancano però all'appello gli atomi più pesanti della Tavola Periodica, ad esempio l'oro e l'uranio.

Anche in questo caso, per la loro formazione è necessario che i nuclei esistenti catturino altri neutroni. A differenza di ciò che avviene nelle supernove, però, essi devono essere presenti in grandissima quantità. Un numero così elevato di queste particelle può essere trovato in ciò che resta della parte centrale di una stella dopo la sua esplosione: una stella di neutroni.

Questo particolare oggetto celeste è tra i più compatti esistenti nel cosmo: la sua massa è poco più grande di quella del Sole, ma raccolta in un raggio di soli 20 km. Per questo motivo, la densità al suo interno è elevatissima e permette alle particelle presenti, soprattutto neutroni, di sopravvivere senza legarsi gli uni agli altri.

Se la stella di neutroni viene distrutta e le particelle che la compongono vengano liberate nell'Universo, la creazione degli elementi pesanti può realizzarsi. Questo può avvenire in sistemi, detti binarie, formati da coppie di stelle di neutroni che ruotano una intorno all'altra avvicinandosi sempre più, fino ad arrivare allo scontro. Quando questo avviene, le due stelle preesistenti si uniscono a formare un'unica stella, rilasciando allo stesso tempo molti neutroni nello spazio circostante.

Nascono così gli elementi. Nascono grazie al movimento, all'incontro e alla trasformazione. Nascono da tante storie, ma in una stessa coreografia.

C'era una volta l'Universo. C'era una volta, ma c'è ancora oggi.

Un Universo popolato da particelle, atomi e molecole... ma non solo.

Un Universo in cui tutto si muove, in un'eterna danza di materia e di energia, di legami e di scissioni, di scambi e cambiamenti.

Un Universo in cui, anche se solo per un breve istante, danziamo anche noi.

*“Tutti noi abbiamo un'origine comune, siamo tutti figli dell'evoluzione dell'universo,
dell'evoluzione delle stelle, e quindi siamo davvero tutti fratelli”*

(Margherita Hack, Firenze 12 giugno 1922 - Trieste 29 giugno 2013)

Letture tra scienza, arte e letteratura

Il sistema periodico di Primo Levi

Viaggio letterario negli elementi della Tavola Periodica, uno dei capolavori del chimico ebreo noto anche per le sue opere scritte al ritorno dal campo di concentramento di Auschwitz dove è stato deportato durante la seconda guerra mondiale. Sono 21 racconti porta il nome di un elemento della tavola periodica ed è ad esso in qualche modo collegato.

Cosmicomiche di Italo Calvino

Si tratta di 12 racconti fantastici, umoristici e paradossali relativi all'universo, all'evoluzione, al tempo e allo spazio.

Mendeleev e l'invenzione del Sistema Periodico di Marco Ciardi

Storia del chimico padre della Tavola periodica degli elementi tra avventure nella scienza e nella vita privata.

L'architetto dell'invisibile di Marco Malvaldi

Viaggio nel mondo della chimica affrontato con un linguaggio alla portata di tutti e con molti riferimenti letterari e artistici.

Dove nascono le stelle di Margherita Hack

Partendo dai corpi celesti più vicini e noti, l'autrice ci accompagna in un insolito viaggio a ritroso nel tempo, che arriva ai remoti momenti della nascita delle stelle e dell'"epoca oscura", in cui nel cosmo non esistevano sorgenti luminose, e poi fino al punto più lontano accessibile oggi all'osservazione astronomica, un punto in cui un gas pervadeva uniformemente lo spazio.

Sotto una cupola stellata di Margherita Hack

La conoscenza scientifica rende liberi, ci sottrae a paure irrazionali, ci svincola da dogmi e pregiudizi religiosi. Attraverso una conversazione serrata che prende l'avvio dalle conquiste della cosmologia, Margherita Hack ci conduce in una appassionata difesa della libertà intellettuale, contro ogni dogmatismo volto a limitare l'esercizio della nostra ragione.

Powers of ten (potenze di dieci) di Philip Morrison, Phylis Morrison e The office of Charles and Ray Eames

Viaggio fotografico nella scala delle dimensioni dell'Universo, dal grandissimo al piccolissimo, alla scoperta della materia di cui siamo fatti noi e di cui siamo circondati.