



La rivista *NATURALMENTE Scienza* si avvale della collaborazione di due giovani sorelle, Lucia e Margherita Duca, alias “le Scienziette”. Lucia è ricercatrice in un ente pubblico di ricerca scientifica in Italia mentre Margherita presso un’industria farmaceutica privata in Olanda. Grazie a loro proponiamo una rubrica agile, condotta anche sul filo dell’ironia, dedicata a temi di attualità nel dibattito pubblico sulla scienza. Gli argomenti proposti dalle Scienziette sono ripresi, rivisti e aggiornati da una serie di podcast diffusi in rete. Il contributo delle Scienziette offre un punto di vista documentato e autorevole, presentato con linguaggio colloquiale e accattivante.

In questo numero proponiamo un loro intervento su un oggetto di uso quotidiano.

Le caraffe filtranti: come trasformano l’acqua del rubinetto, fatti e fandonie.

Sicuramente ne avrete viste a casa di conoscenti, nei supermercati o ne possedete una. Le caraffe filtranti hanno avuto un boom di vendite una decina di anni fa, e tuttora ce ne sono di svariate in commercio. Se il motivo per cui ne possedete o vorreste possederne una è modificare il *sapore* dell’acqua del rubinetto, allora ve la passate liscia. Se invece è perché volete aumentare la *qualità* della stessa acqua, magari per prevenire i calcoli renali, allora vi tocca continuare a leggere per cambiare idea.

Innanzitutto, quello che una caraffa filtrante fa è alterare il contenuto di ioni e piccole molecole disciolte nell’acqua. Si tratta principalmente di ioni calcio e magnesio, la cui concentrazione nelle acque è quella che ne definisce la durezza. Per quanto noi siamo decisamente orientate a esprimere qualsiasi concentrazione in termini di moli su litro (come un vero chimico dovrebbe!), dobbiamo accettare la dura realtà che la durezza è espressa in gradi francesi. Il che rende la misura meno intuitiva per chi è abituato a ragionare in termini di unità di misura come la molarità, ma in realtà piuttosto accessibile a chi, a sentir parlare di molarità, viene solo in mente qualcosa tipo il mal di denti.

Un grado francese corrisponde a 10 mg/L di carbonato di calcio (per salvarci la coscienza: $1,0 \cdot 10^{-4}$ M). Fino agli 8 gradi francesi si parla di acque dolci, sopra i 18 di acque dure. Potrebbe essere utile conoscere la durezza della vostra acqua, per esempio, per scegliere quanto detersivo utilizzare per un lavaggio in lavatrice, dato che più la vostra acqua sarà dura, più ne richiederà. Se vi interessasse conoscere i dettagli della vostra acqua di casa, potreste fare riferimento alla società che gestisce i servizi idrici della vostra regione, che generalmente rende disponibili queste informazioni direttamente in bolletta.

Da studi su parametri di acque analizzate prima e dopo il trattamento in caraffa filtrante si è osservato che la durezza dell’acqua cambia di molto, diminuendo a circa 1/6 o 1/7 del valore iniziale. Per esempio, l’acqua proveniente dall’acquedotto di San Miniato è passata, dopo la filtrazione, da una durezza di 25 ad una di 4 gradi francesi. I valori consigliati secondo la normativa vigente si aggirano tra i 15 e i 50 gradi francesi... Non così pochi eh? Beh in realtà ha senso, dato che a noi calcio e magnesio fisiologicamente servono, eccome.

Il motivo per cui le caraffe filtranti sono entrate in commercio è per rispondere alla necessità (se si può chiamarla necessità... forse più un bisogno indotto?) di rendere il sapore dell’acqua più appetibile. È un po’ difficile descrivere l’acqua dal punto di vista del sapore, dato che ne è piuttosto priva, essendo un liquido incolore e inodore. Però, se ci sforziamo un po’, possiamo convenire che il palato riesce a distinguere vari tipi di acque e apprezzare un’acqua più o meno di un’altra. Poi non sappiamo se in gioco ci sia qualche fattore psicologico come la convinzione che l’acqua dura sia responsabile dell’insorgenza di calcoli renali. Il calcolo renale, alla fine, non è altro che ossalato di calcio... Calcio... Mmm sì, a naso

ha senso... ma invece no, la situazione non è così semplice. Non vi è alcuna dimostrazione scientifica che bere l'acqua del rubinetto piuttosto che quella minerale, o bere acqua dura, favorisca la formazione di calcoli renali. Molte volte la formazione di calcoli è causata da fattori di predisposizione individuali o familiari. Non è questa la sede per consigliare cure per prevenire i calcoli renali, ma finora nessuno ha dimostrato un nesso tra bere acqua dura e formazione di calcoli renali. La pagina web della Fondazione Veronesi sui calcoli renali (<https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/articoli/alimentazione/fate-bene-i-calcoli-renali>) fornisce informazioni più precise e anche indicazioni sul genere di dieta consigliata per la prevenzione dei calcoli: è consigliata l'assunzione di grandi volumi di acqua (2 ÷ 3 litri al giorno), a normale contenuto di calcio, e a basso contenuto di sodio. Teniamo a mente questo richiamo al sodio, perché tornerà utile più avanti.

Tornando alla caraffa filtrante, diamo un'occhiata alla scienza dietro al filtro che si utilizza. Prima cosa: non fa miracoli. Non è capace di rendere potabile un'acqua che non lo era già prima. Se la vostra acqua da un giorno all'altro sa un po' più di cloro, potrebbe essere perché sono stati effettuati processi di disinfezione straordinari. Se invece ha un colore marronastro, probabilmente è stato effettuato qualche lavoro alle tubature oppure le tubature non stanno messe un gran che bene. Ma l'acqua alla sorgente di distribuzione è controllatissima. Giornalmente ne vengono controllati i parametri così che non sfiorino mai i valori rispetto a quanto previsto dalla normativa. In questo senso, le acque del rubinetto sono molto più sicure delle acque minerali vendute al supermercato, che sono controllate meno e conservate spesso in bottiglie di plastica, contribuendo, tra l'altro, a mettere in circolo un ammontare enorme di materiale inquinante. Rispetto a questo problema, l'uso di un'unica caraffa è certamente preferibile a quello di un grande numero di bottiglie di plastica, ma perché vi serve filtrante?

I tipi di filtri utilizzati possono essere a base di resine a scambio ionico o carbone attivo (o tutte e due). Le resine a scambio ionico, lo dice il nome, scambiano ioni. Non trattengono, scambiano. Lo scambio ionico è un processo chimico-fisico reversibile, in cui uno ione mobile è scambiato tra la fase liquida (acqua) e la fase stazionaria (resina).

Gli ioni sono particelle cariche elettricamente, cationi di carica positiva e anioni di carica negativa. Tipicamente un atomo neutro, cioè con lo stesso numero di elettroni e protoni, passa alla forma di catione quando perde un elettrone. Di conseguenza il bilancio tra elettroni e protoni è in favore di questi ultimi e l'atomo assume carica positiva. L'opposto per gli anioni, che hanno ricevuto uno o più elettroni extra, diventando carichi negativamente. Cationi e anioni generalmente vanno in giro insieme, dato che positivo e negativo si attraggono. Ogni ione di una coppia ha il proprio "controione", cioè lo ione di carica opposta che lo accompagna. Se il catione potesse parlare, invece di dire: "io e il mio partner abitiamo in via resina 52" direbbe "io e il mio controione abitiamo in via resina 52".

Le resine a scambio ionico sono costituite da un controione di carica opposta a quello che si vuole scambiare. Quella che si definisce "fase stazionaria" della resina, che è fissa, è la componente solida e sarà negativa se vogliamo catturare ioni calcio Ca^{2+} . Ma la resina è commercializzata come neutra, perché la fase stazionaria negativa deve essere bilanciata elettricamente da uno ione positivo, mettiamo sodio Na^+ . Quello che succede poi è una vera e propria competizione, in cui sodio e calcio combattono per interagire con la fase stazionaria, entrambi attratti dalla sua carica negativa. Lo ione più affine alla resina, oppure presente in maggiore concentrazione, avrà la meglio e sarà catturato dalla resina, "spodestando" l'altro ione competitore dalla sua posizione originaria. I posti sono limitati, e non si riceve nulla senza dare niente in cambio. Quindi, di fatto, gli ioni che vengono rimossi dall'acqua saranno sostituiti da altri ioni, in numero e carica tale da bilanciare lo spostamento, mantenendo la neutralità delle cariche, come ci ricorderebbe qualsiasi manuale introduttivo di stechiometria.

Quello dello scambio ionico non è un concetto strampalato, è infatti alquanto comune in chimica analitica ed è lo stesso principio che sta alla base della quantificazione di cationi e anioni nell'analisi delle acque. Inoltre, lo scambio ionico può essere utilizzato come metodo di purificazione di composti organici ionizzabili. Stiamo parlando in particolare di cromatografia a scambio ionico, che utilizza proprio il principio di affinità ionica per separare un composto da un altro e/o quantificarlo. Questo processo viene effettuato facendo passare una soluzione (che si deve purificare o quantificare) attraverso una fase

stazionaria, solida, generalmente una colonna di resina impaccata. Durante il percorso della soluzione attraverso la resina, il composto di interesse instaurerà interazioni ioniche con il controione della resina, competendo con altri ioni. Così lo ione più affine alla resina sarà in grado di essere ritenuto più a lungo nella colonna, dando il tempo di far fluire via impurezze o sostanze non interessanti. Ci sono anche altri tipi di cromatografia, basati su tipi di affinità diversi da quella ionica, che vengono utilizzati di routine nei laboratori chimici. Ma non divaghiamo.

Torniamo alla caraffa filtrante e alla resina a scambio ionico. Queste resine sono preparate in modo che scambino ioni calcio e magnesio (quelli della durezza, quelli che non volevamo) principalmente con ioni sodio e potassio. Quindi, se siete consapevoli che utilizzando la caraffa filtrante state riducendo la sua durezza, credo dobbiate essere altrettanto consapevoli che state aumentando il suo contenuto in altri ioni. Soprattutto il sodio, che come abbiamo visto all'inizio è considerato un fattore di rischio per lo sviluppo di calcoli renali. Ad esempio un'acqua X da non trattata a trattata va da un contenuto di 85 a 375 mg/L di sodio dopo filtrazione, superando il parametro consigliato di 200 mg/L.

Le resine non lavorano, ovviamente, solo per lo scambio di cationi, ma possono anche scambiare anioni. Quindi se avete una resina con fase stazionaria positiva, potreste trattare la vostra acqua per eliminare lo ione nitrato sostituendolo con lo ione cloruro.

L'altro filtro che abbiamo menzionato è il filtro a carbone attivo, un materiale molto poroso, che ha una grande capacità assorbente. Essendo poroso, infatti, la superficie per unità di volume disponibile per interagire con piccole molecole o ioni è molto elevata rispetto alle dimensioni del filtro. Per sua natura (alla fine si tratta di carbonio) il filtro a carbone attivo è particolarmente adatto a interagire con piccole molecole organiche. È specialmente indicato per rimuovere inquinanti organici e inorganici, in particolare trihalometani, tipici sottoprodotti (non propriamente innocui) di disinfezione delle acque con vari agenti clorurati. Il carbone attivo ha prestazioni molto interessanti, perché non scambia, ma trattiene. Il problema è che si arriva a saturazione del filtro piuttosto rapidamente, inoltre il carbone attivo è una buona matrice per la proliferazione di batteri. Per cui quando il carbone attivo è utilizzato "a monte" del sistema, prima che l'acqua arrivi alle vostre case, è comunque necessaria un'ulteriore disinfezione prima dell'utilizzo. Questo della proliferazione batterica è un rischio in cui potreste incorrere anche nella vostra caraffa. Per questo motivo, e per il fatto che i pori del materiale non hanno capienza infinita, è necessario sostituire il filtro della caraffa frequentemente. Anche la resina a scambio ionico ad un certo punto arriva a saturazione e non fa più nulla, se non un po' di disordinato movimento tra ioni di qui e ioni di là. La frequenza di sostituzione del filtro dipende dalle caratteristiche della vostra acqua e da quanta ne bevete, pertanto è un po' difficile da stimare in maniera univoca.

Per ricapitolare, in linea di massima la modificazione della durezza delle acque tramite caraffa filtrante è un'operazione piuttosto inutile, che spesso peggiora la qualità dell'acqua, con alcuni parametri che possono oltrepassare i valori limite. Se volete conoscere in modo dettagliato questi parametri, essi sono definiti nel decreto legislativo 31 del 2001. Qui non vogliamo suggerire se sia giusto o no utilizzare la caraffa, perché non sta a noi. Un'opinione ce l'abbiamo, come avrete intuito, ma la teniamo per la nostra tavola. Vogliamo solo rendere i consumatori più consapevoli e fornire gli strumenti per scegliere che cosa è bene per la salute e per il portafoglio. Tuttavia... se l'acqua del rubinetto vi piace così com'è, non avete certo bisogno di queste caraffe. ●



Katalin Karikó
Nonostante tutto.
La mia vita nella scienza
Bollati Boringhieri, 2024



A Katalin Karikó, biochimica ungherese, è stato conferito il premio Nobel in Fisiologia e Medicina nel 2023 con il collega Drew Weissman, per i loro studi sull' mRNA, fondamentali per lo sviluppo del vaccino contro il Covid 19 in tempi del tutto inattesi.

“La prima cosa che ho pensato? Caspita, 10 anni fa mi hanno licenziato e adesso mi danno il Nobel! Quando vieni buttato fuori, è per decisione degli altri. Quello che fai dopo sta a te. In America mi avevano costretto ad andare in pensione, io invece sono andata in Germania a lavorare per BioNTech.”¹

Il titolo dell'edizione italiana dell'autobiografia non poteva essere più azzeccato: una vita nonostante tutto, nonostante fosse immigrata, nonostante fosse donna, nonostante la poca fiducia nell'obiettivo della sua ricerca. È una donna che non ha mollato mai.

Karikó racconta la storia della sua vita con scrittura disinvolta e gradevole intrecciando vicende personali, ricerca e riflessioni su fatti e persone; parla di un'infanzia felice anche se poverissima, nell'Ungheria comunista, dove le è stato possibile seguire gli studi fino alla laurea grazie al suo impegno tenace e ai risultati brillanti. “Mio padre era simile a me, non si lamentava mai. I miei hanno sempre lavorato duramente.”

Prima ancora di terminare gli studi universitari, a Szeged in Ungheria, incominciano le sue ricerche, dapprima sui lipidi, poi sui virus e proseguono sull'RNA, poco studiato perché “è instabile, dà troppi grattacapi e non ci si può lavorare” fino al 1985 quando il suo laboratorio non viene più finanziato dall'azienda farmaceutica che lo sosteneva. È così costretta ad emigrare negli Stati Uniti con il marito e la figlia Susan di due anni.

“Ogni tanto la gente mi chiede di cosa ha bisogno una donna per essere una madre e insieme una scienziata di successo. La risposta è semplice, ovvia: ha bisogno di un'assistenza all'infanzia di elevata qualità e a prezzi accessibili, come quella di cui ho usufruito in Ungheria”. Invece in Pennsylvania tutto era costoso e lo stipendio modesto.

I rapporti con i colleghi e con i superiori non sono facili, le sue ricerche sull'RNA messaggero non apprezzate né finanziate, fino all'incontro casuale nel 1997 con Drew Weissman che sta lavorando allo sviluppo di vaccini contro le malattie infettive.

“Io e Drew eravamo molto diversi, ma ognuno di noi aveva esattamente le conoscenze e le competenze di cui l'altro aveva bisogno. Io ero una scienziata dell'RNA che non si intendeva granché di immunologia. Lui un immunologo che non aveva dimestichezza con l'RNA. La nostra connessione avrebbe messo in moto una cascata di eventi destinati a cambiare... beh, tutto”, fino al Nobel. Ma anche durante questa collaborazione così proficua c'è un inciampo, perché i risultati delle loro ricerche vengono ignorati dalla comunità scientifica e i finanziamenti non arrivano. “Eravamo sull'orlo di una straordinaria scoperta, e Sean (il presidente del dipartimento) di cosa mi parlava? Di dollari per metratura netta” perché l'estensione del laboratorio era proporzionata all'ammontare dei finanziamenti che un ricercatore riusciva ad ottenere. E quando Karikó, una mattina, trova le sue cose negli scatoloni, decide di andarsene di nuovo, accettando l'offerta di BioNTech, a Magonza, per realizzare i vaccini antiinfluenzali con mRNA. Questa volta si trasferisce da sola, facendo la spola fra Europa e Stati Uniti, incappando anche nei mesi del lockdown.

Produrre in tempi brevissimi i vaccini contro il COVID è stato possibile solo grazie ai tanti anni di lavoro già svolto, e questi sono solo l'inizio del potenziale terapeutico dell'RNA messaggero, altre procedure sono allo studio per curare malattie infettive e il cancro.

Così come l'mRNA esiste temporaneamente per veicolare un messaggio, Karikó spera che questo suo libro ne veicoli due essenziali sulla ricerca scientifica: la speranza che possa migliorare la qualità della valutazione della ricerca e che l'influenza esercitata dal denaro su di essa si faccia più trasparente.

È commovente la dedica iniziale agli insegnanti, a quelli che hanno avuto cura della sua formazione e a tutti gli altri, perché il loro compito è seminare e un biologo, che come lei ama la terra e le piante, conosce il valore dei semi. La conclusione è un accorato invito ai ricercatori, perché credano in se stessi perseguendo ad ogni costo i propri obiettivi, con passione e tenacia, nonostante tutto.

1. dall'intervista a “Che tempo che fa”
<https://www.youtube.com/watch?v=G85Ic6U32-4>