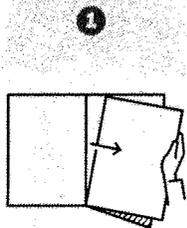
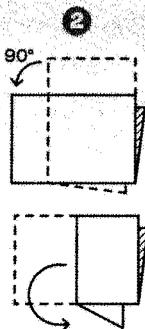


**La guida****PFAS: i veleni  
che sono dappertutto**

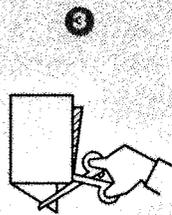
ANNA LISA BONFRANCESCHI a pagina 19



1  
Per ottenere la vostra guida: staccate le quattro pagine interne a Live



2  
Giratele in senso orizzontale e piegatele a metà



3  
Separate i fogli di modo da ottenere un libretto di 8 pagine di cui questa è la cover

Quattromilasettecento molecole, dannose per la salute. Contenute in migliaia di oggetti e sostanze di uso comune, dalle pentole antiaderenti a molti materiali per l'edilizia. Sono estremamente utili e versatili, perciò si trovano praticamente ovunque. E sono stabili: durano anni. Difficile eliminarle, ma anche capire quali effetti hanno sul nostro corpo. Ecco cosa gli scienziati sanno e come limitare i rischi

# Le guide

# VELENI PFAS

di ANNA LISA  
BONFRANCESCHI

Resistenti ai grassi, all'acqua e alle alte temperature. Li troviamo in cucina, nei tessuti, nei detersivi, nelle vernici... Ma servono strategie per limitarne l'impatto

# Uno Pfas è per sempre

Un esercito

# 4700

Tanti sono i tipi di PFAS,  
acronimo per sostanze  
per e polifluoroalchiliche

Evitarli del tutto è praticamente impossibile. Sono ovunque. E questo perché, ben prima di diventare un problema ambientale e di salute, sono state, e sono ancora, molecole tuttofare. Questione di chimica, la loro, che le rende così speciali e versatili. Parliamo dei PFAS (acronimo per "sostanze per e polifluoroalchiliche"), composti di sintesi, che quindi non esistono in natura, costituiti di base da uno scheletro di catene più o meno lunghe di atomi di carbonio legato ad atomi di fluoro. Ed è questo a renderli speciali: sono resistenti ai grassi, all'acqua e alle alte temperature. Incredibilmente stabili, così tanto da guadagnarsi il titolo di "*forever chemical*", perché appunto si degradano poco o nulla nell'ambiente.

«I PFAS hanno una particolare resistenza e stabilità a diverse condizioni estreme, come alla presenza di acidi o basi forti, agli agenti ossidanti, ma anche ai classici processi metabolici o di biodegradazione», spiega Andrea Di Nisio del Dipartimento di medicina dell'Università degli Studi di Padova: «Proprio per queste ideali caratteristiche chimico-fisiche, sono stati utilizzati in una svariata gamma di applicazioni industriali in prodotti di ampio consumo».

## METTI IN TRAPPOLA IL VELENO



I PFAS? Mettiamoli in gabbia. L'idea arriva dall'Università di Buffalo dove un team di chimici ha messo a punto delle piccole gabbie metalliche in grado di legare queste sostanze. Le gabbie in questione sono minuscoli tetraedri costituiti da ferro e molecole organiche, capaci di autoassemblarsi, e di funzionare come delle vere e proprie trappole per alcuni PFAS.

Ai momento, spiegano gli scienziati, illustrando le loro trappole sulle pagine della rivista *Inorganic Chemistry*, le gabbie metalliche sono in grado di legare PFAS con catene di sei-otto atomi di carbonio, ma la speranza è che giocando sulle loro caratteristiche chimiche si riesca a renderle più versatili, magari anche potenziandone l'attività. Una possibilità, spiegano, è, per esempio, quella di allargare lo spettro di sostanze che possono essere pescate. E potrebbe anche essere possibile non limitarsi ad acchiappare gli inquinanti nelle acque ma magari anche trovare il modo di distruggerli quando li si prende in trappola. «Spero che queste trappole molecolari possano essere progettate per catturare potenzialmente gli PFAS più solubili in acqua, ovvero quei composti che tipicamente sfuggono ai trattamenti convenzionali per le acque», ha commentato Diana Aga, la ricercatrice a capo dello studio. Che ha aggiunto: «Esistono già diversi materiali assorbenti che utilizziamo, come i carboni attivi, capaci di interagire con i PFAS. Tuttavia questi carboni attivati non hanno strutture o pori che possano essere facilmente regolati; e questo è il punto di forza delle nuove trappole».

E svariate le loro applicazioni lo sono davvero: dalle schiume anti-incendio, alle pentole antiaderenti, ai contenitori per cibo, a tappeti, ai tessuti, compresi quelli per l'abbigliamento (per renderli per esempio impermeabili e resistenti alle macchie), alle vernici, ai prodotti per la fotografia, ai pesticidi, ai cosmetici, ai prodotti per la pulizia. «Ma le stesse caratteristiche che li hanno resi desiderabili da un punto di vista industriale, li rendono anche estremamente persistenti tanto nell'ambiente quanto negli organismi viventi», continua Di Nisio.

### LA TEMPESTA PERFETTA

I PFAS, ribadiscono anche dai National Institute of Health, rimangono infatti nell'ambiente per un tempo indefinito e per anni nel corpo, dove possono accumularsi. Così, le proprietà che li rendono utili e praticamente inevitabili, insieme alla persistenza, hanno fatto guadagnare a questi composti il titolo di "inquinanti perfetti". Come aggiunge Di Nisio, che fa parte del team di Carlo Foresta, ordinario di Endocrinologia dell'Università degli Studi di Padova e membro del Consiglio Superiore di Sanità, che si occupa di PFAS da tempo: «A differenza di altri noti inquinanti ambientali, i PFAS sono incolori, insapori e inodori, e quindi la loro presenza nelle acque e negli alimenti non è immediatamente rinvenibile, ma anzi è rilevabile solo attraverso opportune metodiche chimico-analitiche estremamente sensibili e costose». Non solo, i PFAS sono sostanze subdole, che non presentano una immediata tossicità negli organismi: non sono letali e non inducono reazioni avverse a breve termine, e gli effetti di tossicità si vedono solo a distanza di molti anni, o addirittura di generazioni. A questo si aggiunge il fatto che sono molecole altamente mobili in acqua, e così si distribuiscono in falda.

E parliamo di una classe di composti che comprende oltre 4700 molecole, che sono diventate oggi osservati speciali. «Se

consideriamo il fatto che sono prodotti fin dagli anni Sessanta, ma sono stati cercati solo a partire dagli anni Duemila, e consideriamo la loro lunga emivita - permangono nell'organismo fino a 10 anni - abbiamo di fronte una congiunzione di diversi fattori sfavorevoli che ha reso l'inquinamento da PFAS una tempesta perfetta», riassume Di Nisio.

Sia dal punto di vista ambientale, che di salute, ci si occupa dei PFAS sin da quando, alla fine degli anni Settanta, è stato trovato nel sangue di alcuni operai della 3M, negli USA, del PFOA, uno dei PFAS più studiati. Sono seguiti poi i primi studi sui potenziali effetti nocivi per la salute, come suggerivano i dati raccolti sugli animali, ma solo in epoca recente la questione è emersa prepotentemente, complici azioni legali, monitoraggi ambientali e una crescente consapevolezza dei pericoli di sostanze come queste. Oggi, decenni dopo le prime avvisaglie della loro pericolosità, cosa sappiamo? Tanto e poco allo stesso tempo, per gli stessi motivi citati sopra: i PFAS sono tanti, rimangono a lungo e studiare i loro effetti non è semplice, discriminando tra tutti i possibili fattori confondenti.

### GLI EFFETTI

Questo non significa però che non ne sappiamo nulla e che nulla sia stato fatto per mitigarne i potenziali effetti dannosi. Sappiamo qualcosa di più su alcuni PFAS, più studiati di altri: in cima a tutti l'acido perfluorottanoico (PFOA) e l'acido perfluorooottansulfonico (PFOS). E se molte domande restano sulle sostanze arrivate sul mercato più recentemente, abbiamo informazioni sulle fonti di esposizione: quelle minori derivanti dall'uso e dallo smaltimento quotidiano di questi composti, e quelle maggiori, derivanti dal consumo di acqua o cibi contaminati (come pesci e frutti di mare che li abbiano accumulati), magari in prossimità delle aree inquinate per presenza



