

# Aggiornamenti sulle alte diluizioni.

## Aspetti fisico-chimici sulle “strane” proprietà dell’acqua

### 1. Introduzione

Questo articolo riassume le teorie correnti sulla natura fisico-chimica dei rimedi diluiti e dinamizzati e i loro (presunti) meccanismi d’azione, basandosi soprattutto su recenti lavori del gruppo di Paolo Bellavite dell’Università di Verona (Bellavite et al. 2013; Bellavite et al. 2014a; Bellavite et al. 2014b; Bellavite et al. 2015) e di Iris Bell dell’Università dell’Arizona (Bell et al. 2014; Bell & Schwartz 2013; Bell & Schwartz 2015). In tali pubblicazioni si trova anche la bibliografia dei lavori qui citati. In questa trattazione ci occupiamo della questione della natura fisico-chimica dei rimedi, che è la base per comprendere come possano mantenere l’informazione farmacologica ed esplicitarla a livello biologico e sull’organismo. Storicamente, l’uso di basse dosi e/o alte diluizioni di sostanze diluite e dinamizzate fu originariamente proposta nel diciottesimo secolo da Hahnemann, fondatore della medicina omeopatica (nel testo da lui scritto intitolato “Organon”). Il processo di preparazione del rimedio omeopatico ha sempre generato un grande scetticismo, sia perché il processo di “dinamizzazione” non è stato mai ben compreso, sia perché il rimedio finale contiene dosi estremamente basse (spesso non misurabili) della sostanza attiva. Nonostante ciò, l’omeopatia non solo è sopravvissuta

a questi ripetuti attacchi diventando un metodo in sviluppo crescente nei paesi occidentali, ma è divenuta oggi un argomento interdisciplinare che porta ad una crescente presenza di articoli in letteratura. Si è raggiunto quindi uno stato della ricerca per cui l’azione delle alte diluizioni omeopatiche (HD) non potrà rimanere a lungo semplicemente “implausibile”, esistendo un corpo solido di lavori sperimentali a favore di questi effetti, che inizialmente erano descritti solo tramite una tradizione omeopatica. Per quanto riguarda le concentrazioni, i farmaci omeopatici sono utilizzati in un ampio spettro di diluizioni/dinamizzazioni (chiamate “potenze”). Le diluizioni basse sono comprese tra 3C e 5C e corrispondono a concentrazioni della sostanza originale comprese tra  $10^{-6}$  e  $10^{-10}$  mol/L e possono agire “convenzionalmente” per mezzo di bersagli specifici molecolari e biochimici. Le diluizioni più alte, comprese tra 6C e 10C, corrispondono a concentrazioni comprese tra  $10^{-12}$  mol/L (picomoli) e  $10^{-18}$  mol/L (attomoli). Esistono studi che dimostrano come anche una concentrazione attomolare potrebbe possedere un’attività biologica, suggerendo che nel corpo esistono sistemi estremamente potenti di amplificazione, trasmissione e trasduzione dell’informazione. Le HD (sopra la 12C) si trovano oltre il limite di Avogadro-Loschmidt ed esi-



stano teorie, con qualche riscontro sperimentale, riguardanti la loro natura fisico-chimica: la maggior parte di esse converge sull'idea che esista un'informazione non-molecolare (o meglio, "meta-molecolare") nella struttura del solvente (acqua oppure acqua e alcool), capace di interagire tramite meccanismi di risonanza con il sistema biofisico regolatore dell'organismo.

## 2. Le peculiari proprietà dell'acqua

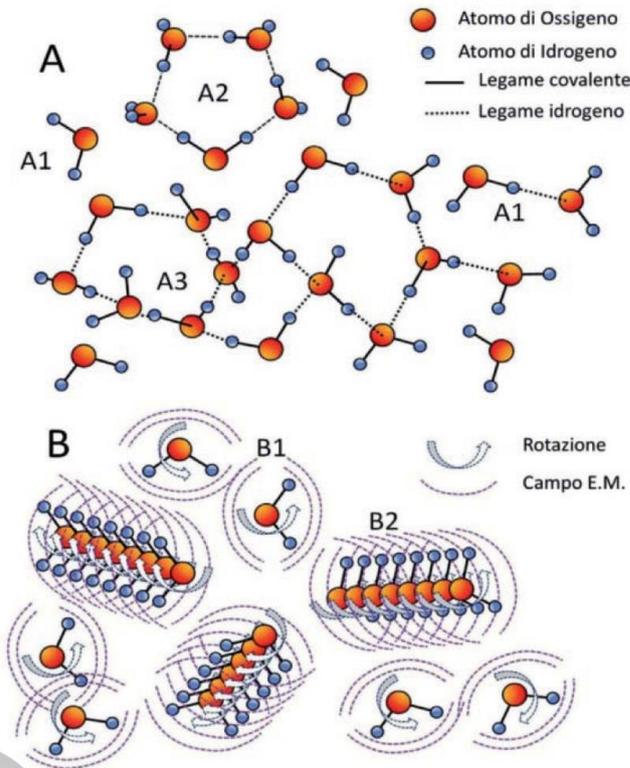
L'acqua allo stato liquido presenta strutture mesoscopiche e comportamenti particolari quando si trova a far parte di un sistema aperto, il quale per definizione scambia energia con l'ambiente. L'interpretazione di questi meccanismi si basa su interazioni a corto raggio, come legami a idrogeno e forze di Van der Waals. Inoltre, la molecola di acqua non è lineare poiché forma un angolo caratteristico di  $104.5^\circ$  tra l'atomo di ossigeno carico negativamente e gli atomi di idrogeno carichi positivamente ed essa ha quindi un momento di dipolo elettrico, che gioca un ruolo chiave nel fenomeno della "coerenza". Quando una molecola è disciolta o immersa in acqua, la struttura dell'acqua cambia in base alle proprietà della molecola aggiunta. Inoltre, ha luogo un'importante riorganizzazione strutturale nell'interfaccia tra le macromolecole e il solvente e l'acqua cambia interamente configurazione anche a distanze considerevoli dal soluto. Ad esempio, una catena proteica con gruppi chimici positivi (NH) e negativi (CO) può polarizzare l'acqua circostante, riducendo i movimenti di rotazione e traslazione e determinando la formazione di molti livelli di ordine delle molecole di acqua. Vi sono molte evidenze che diluizioni e dinamizzazioni successive possano alterare in modo permanente le proprietà fisico-chimiche del solvente-acqua. Infatti, la sovrastruttura molecolare del solvente acqua, quando studiata a livello conduttometrico e calorimetrico, suggerisce la possibile esistenza di vie di comunicazione tra molecole di acqua per mezzo di campi elettromagnetici. I lavori più importanti in questo campo sono stati effettuati dal gruppo di Vittorio Elia, Elena Napoli e collaboratori a Napo-

li. Studi di termoluminescenza, pubblicati per la prima volta dal compianto professor Louis Rey, suggeriscono che il network di legami a idrogeno dell'acqua pura differisca da quello di campioni ultradiluiti, anche senza contenere alcun soluto. La scoperta è consistente se applicata ai rimedi omeopatici HD, i quali conterrebbero proprietà "fingerprint" della sostanza di partenza. L'utilizzo della Risonanza Magnetica Nucleare per evidenziare l'organizzazione sopramolecolare dell'acqua in campioni ultradiluiti non è stato ad oggi conclusivo. Studi più recenti condotti con la stessa tecnica da Jean Louis Demangeat hanno suggerito l'esistenza di super-strutture che originano stereospecificamente attorno al soluto nelle HD, a seguito di un iniziale de-strutturazione nelle basse diluizioni: è come se, per mezzo delle diluizioni e dinamizzazioni successive, le molecole della sostanza attiva agissero come centri di nucleazione, con la formazione di nanobolle di gas atmosferico e l'imposizione di un ordine al solvente. L'uso di tecniche di spettroscopia permette di evidenziare differenze nella banda di vibrazione O—H ( $\nu_2$ ) tra diluizioni omeopatiche e loro diluenti, suggerendo una differenza tra il numero di specie di acqua aventi legami a idrogeno e forza di questi legami. Sembra anche possibile l'uso di spettroscopia ultravioletti e Raman per identificare le differenze tra HD di rimedi omeopatici e solvente puro col quale sono create.

### 2.1. Ruolo dell'elettromagnetismo

I campi magnetici possono alterare la struttura dell'acqua pura: essa contiene ossigeno in soluzione, radicali liberi, strutture simili a clatrati quasi-stabili, aumentato potenziale elettrolitico e potere corrosivo diminuito. Studi di Christian Endler hanno mostrato che l'attività biologica di tiroxina HD è abolita da un campo magnetico oscillatorio, che non ha effetti comparabili sulle molecole pure. Tutto questo suggerisce che l'attività delle HD è dovuta ad un campo elettromagnetico. Vari esperimenti hanno confermato la possibilità di trasferire all'acqua, per mezzo di un amplificatore elettronico, l'attività





**Figura 1.** Illustrazione di due modelli proposti di struttura supramolecolare dell'acqua. **A.** Struttura di reti fatte da legami idrogeno: **A1:** molecole libere o in parte legate, **A2:** Struttura a rete regolare (pentagonale), **A3:** Cluster di acqua irregolare. Si noti che la teoria postula la possibile formazione di cluster composti di centinaia di molecole in forme geometriche. **B.** Due fasi di acqua secondo la teoria elettrodinamica quantistica: **B1:** molecole d'acqua in fase "simil-gassosa" come prodotto da fluttuazioni termiche, **B2:** domini di coerenza di molecole d'acqua eccitate in rotazione. Si noti che la teoria postula il coinvolgimento di milioni di molecole in domini sferici di dimensioni nanometriche.

molecolare specifica di varie sostanze, come ad esempio agonisti fisiologici e farmacologici, anticorpi, antigeni e perfino segnali specifici propri di microbi. Se questo fenomeno fosse standardizzato, avrebbe importanti ricadute sia diagnostiche sia terapeutiche. I sistemi biologici, sia a livello delle singole cellule sia a livello di apparati e sistemi, sono molto sensibili alle frequenze elettromagnetiche e sono modulati in vario modo da esse (Bellavite 2009). Chiaramente, questi sono argomenti affascinanti che attendono ancora conferme e approfondimenti. Recentemente è stato rivisitato l'impatto di ripetute fasi di agitazione (succussioni) e moti dinamici (turbolenze, vortici) nelle interazioni intermolecolari tra solvente e soluto e tra solvente e particelle. Grazie alla dinamizzazione, le particelle si aggregano, fungendo da stampo (template) ed inducendo la formazione di specifiche strutture di assorbimento (absorption layer) e trasmettendo la propria informazione strutturale al solvente, inducendo variazioni conformazionali all'organizzazione molecolare. Questo è un fenomeno ben conosciuto nella scienza dei materiali, chiamato "epitassi". Nonostante i legami a idrogeno che crea-

no i clatrati si formino e rompano in frazioni di picosecondo, se si pone l'esistenza di strutture dinamiche supramolecolari (che probabilmente si formano e rompono in continuazione), queste strutture potrebbero "prendere forma" dal caos molecolare del liquido, precisamente "guidati" dall'informazione delle strutture che in quel momento coesistono nella soluzione. Inoltre, la succussione determina aumento della dissoluzione dei gas, formazione di nanobolle, dissoluzione di silicati dai recipienti di vetro e probabilmente formazione di perossido di idrogeno, il quale potrebbe prendere parte a reazioni con altre specie reattive.

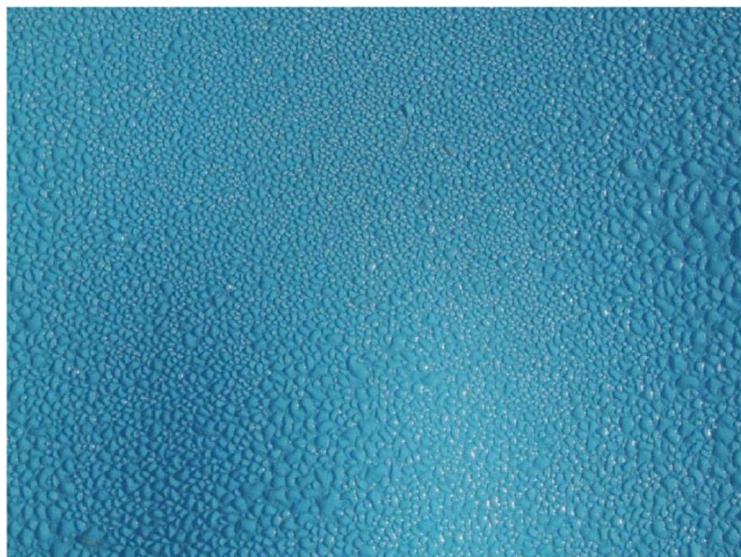
### 2.2. Modelli di organizzazione supramolecolare

Le basi fisiche per spiegare le peculiari caratteristiche dell'acqua e delle HD sono attualmente dibattute. Per quanto riguarda la cosiddetta "memoria dell'acqua", esistono ad oggi due principali modelli, denominati rispettivamente "hydrogen-bonded clusters" (teoria dei clusters) e "quantum electrodynamic (QED) superradiance" (teoria della superradianza). Il primo sostiene la permanenza di informazioni biologiche in strutture formate da molecole di acqua (oppure acqua + etanolo) legate per mezzo di legami a idrogeno, mentre la seconda postula la formazione di cosiddetti "domini di coerenza" in cui dipoli elettrici oscillano in fase (Figura 1).

### 2.3. Clatrati o clusters

Le prime teorie sulla memoria dell'acqua, che risalgono a quanto proposto da Anagnostatos e Smith oltre venti anni fa, si basavano sulla formazione di aggregati di molecole di acqua sotto forma di clatrati. In generale, un clatrato è un composto di inclusione in cui le molecole ospiti sono contenute all'interno di un reticolo di molecole ospitanti. In alcune condizioni (agitazione o sonicazione del liquido), ad esempio, si formano complessi con conformazione poligonale e intervengono altri legami chimici oltre ai ponti a idrogeno, come la formazione di dipoli tra ioni idrogeno e idrossile. Secondo tale modello, attorno al composto originale dissolto in acqua si dispongono quindi molecole di acqua formanti un guscio di idratazione caratteristico. Inoltre, dopo ulteriori diluizioni e dinamizzazioni si creano clatrati vuoti che a loro volta diventano la partenza per la formazione di altri clatrati, tutti formantisi secondo lo stesso "stampo" originale. Secondo questo modello, propugnato anche da Martin Chaplin,

“aggregati” di molecole di acqua si auto-organizzano in “strutture dissipative” e diventano il tramite per la trasmissione di informazioni. Non c’è consenso sul come tali “aggregati” possano persistere in una forma stabile per un periodo sufficientemente lungo da giustificare il loro utilizzo in campo medico, come suggerisce l’omeopatia. La presenza dei clatrati è stata ben dimostrata, ma esistono anche critiche a questo modello. Alcune di esse si basano sulla durata estremamente bassa dei legami a idrogeno (circa 1 picosecondo), per cui ogni cluster che si formasse in un liquido si dissolverebbe troppo rapidamente per essere in grado di contenere o veicolare informazioni strutturali. Tuttavia, clusters e vita media di un legame a idrogeno sono in realtà slegati: anche nel ghiaccio (acqua solida) i legami a idrogeno si rompono e riformano in tempi brevissimi, ma un cristallo di neve può “ricordare” la propria struttura originale per un lungo periodo. E’ inoltre evidente come un’ampia popolazione di molecole di acqua possa mantenere una struttura particolare nonostante molecole individuali divergano da quel comportamento, come in un’onda del mare che è sempre se stessa nonostante i suoi costituenti fisici e molecolari (acqua e sali) cambino continuamente. I clusters nella “memoria dell’acqua” sarebbero quindi strutture “dissipative” capaci di autoorganizzazione in una situazione lontana dall’equilibrio: l’acqua pura non è infatti un sistema stabile, ma è soggetta a fluttuazioni nei suoi parametri fisico-chimici in risposta ad ogni perturbazione, anche minima, per effetto della formazione di strutture dissipative. L’energia per l’auto-organizzazione nel preparato omeopatico potrebbe derivare inizialmente dalla succussione, dopodiché strutture auto-organizzate potrebbero essere mantenute od anche aumentate dalla dissipazione di energie ambientali anche minime di natura elettromagnetica (ad esempio moti di Schumann) o geomagnetica (come campo terrestre, influsso lunare). Queste nanostrutture acquose auto-organizzate (clatrati o clusters) potrebbero sussistere anche dopo che le molecole del core sono state rimosse dal processo di diluizione o dopo che il guscio di idratazione è cambiato con le molecole di solvente a causa di agitazione termica o entropia della soluzione stessa. Il controverso concetto di “memoria dell’acqua” – spesso utilizzato in senso metaforico piuttosto che scientifico - dovrebbe essere in ogni caso esteso alle preparazioni con acqua ed etanolo, visto che quest’ultimo è usato nella preparazione dei rimedi. L’aggiunta di etanolo

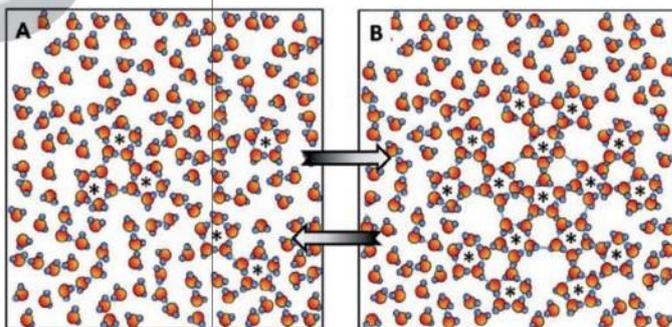


all’acqua forma infatti soluzioni che potrebbero contenere molte fasi distinte e più in generale consistente in un insieme di clusters acqua-acqua ed etanolo-etanolo in cui i legami a idrogeno sono più duraturi che nell’acqua da sola, in cui è favorita la formazione di “nanobubbles”. Ciò farebbe concludere che il comportamento peculiare delle soluzioni acquose è accentuato dalla presenza di etanolo. Molto suggestiva è anche la scoperta di Vittorio Elia secondo cui la “strutturazione” dell’acqua, o meglio la acquisizione di particolari e inusuali proprietà di conduttanza, dipende dal volume del recipiente: tanto più piccolo è il recipiente, tanto più facile è la sua strutturazione. Lo stesso autore ha suggerito che tali fenomeni di modifica drastica delle usuali proprietà dell’acqua si verificherebbero anche nelle microporosità dei granuli al momento in cui essi vengono impregnati con le soluzioni acquose.

#### **2.4. Frattali**

Un frattale, in generale, è un oggetto geometrico che possiede una caratteristica di omotetia interna e che si ripete con la stessa forma e allo stesso modo in scale differenti. Nei sistemi caotici, i frattali rappresentano un elemento di regolarità: in molte funzioni caotiche, infatti, nel procedere delle interazioni e con l’aumento dei relativi coefficienti, dopo periodi di caos riappaiono periodi di ordine, seguiti da nuove zone di caos e quindi di ordine. Si tratta quindi di una “regolarità ricorrente” nelle generazioni successive di transizione tra caos e ordine. Esempi di frattali in natura si ritrovano facil-

**Figura 2. Schema ipotetico e semplificato di formazione di gruppi d'acqua con diversi gradi di complessità. Gli atomi di ossigeno sono di colore rosso, atomi di idrogeno sono blu. A: Formazione di nanoclusters vuoti pentagonali uniti da legami idrogeno (asterischi); B: Alta diluizione con formazione di cluster ramificati (frattale-like). Tale configurazione può degradarsi in successive dinamizzazioni, lasciando frammenti residui di cluster originali, che possono fungere da "semi" per nuovo aumento delle dimensioni dei cluster. Per ulteriori spiegazioni vedi bibliografia Bellavite et al., 2014a.**



mente in specie vegetali così come in aggregati molecolari non-cristallini, nella ramificazione del nostro sistema vascolare, dei dendriti dei neuroni, delle cellule di Purkinje del miocardio, nella mucosa intestinale. Una soluzione acquosa rappresenta un esempio tipico di sistema dinamico e complesso, altamente instabile e "caotico". Un piccolo cambiamento delle condizioni iniziali produce un cambiamento enorme nel comportamento globale del sistema, in periodi di tempo più o meno brevi. Una conseguenza pratica è che ogni piccola incertezza nella descrizione dello stato iniziale o delle condizioni tecniche di preparazione può causare grandi cambiamenti nella struttura fisicochimica del liquido e negli effetti biologici finali e questo aspetto pone limiti sia teorici che pratici al concetto di riproducibilità quando applicato a studi sulle HD. Un altro aspetto interessante della prospettiva è che i sistemi caotici sono dotati di auto-similarità a scale differenti, una caratteristica che dà luogo a strutture frattali. È stato suggerito che il comportamento frattale dell'acqua potrebbe spiegare alcuni aspetti dei processi di diluizione e dinamizzazione. Vari esperimenti hanno evidenziato ad esempio che l'attività biologica delle HD non diminuisce o aumenta con regolarità lineare con l'aumento della diluizione del preparato omeopatico, ma segue invece un trend "pseudosinusoidale" con picchi di attività seguiti da inattività. I picchi si ripresentano in modo apparentemente caotico e imprevedibile, tuttavia deve essere ammesso che esiste una ricorrenza in quanto dopo un certo numero di diluizioni l'informazione caratteristica si ripresenta. Evidenze sperimentali indicano come l'informazione del composto disciolto non sia completamente "dissipata" durante le diluizioni successive, anche quando si giunge ad una diluizione "inattiva": deve esistere quindi un modo in cui l'informazione viene trasmessa e conservata durante le diluizioni successive, in modo che la diluizione che

segue una diluizione attiva porta ad una forma (o frequenza vibrazionale) diversa dalla precedente e che potrebbe avere un'attività biologica minore o nulla. La soluzione si rivela ancora in grado, dopo ulteriori passaggi, di far "riapparire" l'informazione originale (attiva): pertanto, le diluizioni successive non produrrebbero una diminuzione dell'informazione (aumento di entropia), ma solo un cambiamento ed una variazione di forma da cui quella originale può eventualmente essere rigenerata. Questo comportamento ricorda quello che si osserva nella matematica dei frattali ed inoltre ricalca il principio di auto-similarità, caratteristica tipica dei sistemi caotici (Figura 2). Un'ipotesi attuale è che le diluizioni e dinamizzazioni necessarie alla preparazione del medicinale omeopatico potrebbero introdurre un'informazione in grado di aumentare i dettagli della geometria delle nanoparticelle (oppure delle frequenze vibrazionali), come si osserva nelle geometrie frattali dopo interazioni successive. Ciò implicherebbe che minime differenze nelle condizioni e procedure di preparazione del medicinale potrebbero alterare la struttura finale delle nanoparticelle di una specifica diluizione.

### 2.5. Domini di coerenza

Questo modello considera le interazioni tra le molecole di acqua e i campi elettromagnetici (EM). Gli studi portati avanti per oltre un ventennio dal gruppo dei compianti Giuliano Preparata e Emilio del Giudice all'Istituto di Fisica Nucleare di Milano illustrano come interazioni QED (elettrodinamica quantistica) nell'acqua potrebbero causare una transizione di fase particolare e denominata "super-radianza", in cui particelle oscillano in fase con un campo EM. È stato riscontrato che i momenti dei dipoli delle molecole di questi liquidi sono allineati e quindi i domini posseggono un vettore di polarizzazione. Il punto di partenza è dato dall'osservazione che molecole di acqua liquida non possono essere legate unicamente da interazioni statiche (legami a idrogeno, interazioni elettriche dipolo-dipolo) e che inoltre le interazioni tra atomi e molecole si estendono oltre la dimensione dei domini, pari alla lunghezza d'onda del campo EM che vibra alla frequenza comune del sistema. Questi domini di coerenza (CDs) rappresentano i costituenti della materia, per cui i suoi componenti (atomi, molecole, elettroni e nuclei) oscillano in fase con un macroscopico campo EM, con la radiazione EM coerente permanentemente intrappolata all'interno dei CDs ed avente la funzione di mantenere

unito il sistema nonostante gli stimoli dispersivi delle fluttuazioni termiche. Secondo la fisica quantistica, il vuoto è capace di scambiare energia con l'ambiente. Nel caso dell'acqua, si creano vibrazioni che portano allo stiramento (stretch) del legame tra atomi di idrogeno e atomi adiacenti di ossigeno, permettendo loro di connettersi più facilmente alle molecole vicine. Proprio la fluttuazione del vuoto determina la possibilità di mettere in fase le fluttuazioni di tutte le componenti di un sistema, con l'instaurarsi di una fase coerente. In accordo a questo modello, l'acqua liquida contiene due tipi di interazione tra molecole: (a) molecole di acqua "libera", che si possono legare ad altre con legami a idrogeno e (b) CDs, in cui tutte le molecole oscillano all'unisono, in fase con un campo EM auto-intrappolato, ad una frequenza ben definita. A temperatura ambiente, l'acqua liquida contiene un mix di acqua coerente (che è quella che possiede una "memoria") ed incoerente. Alla temperatura di 0°C essa si trova al 50% coerente e al 50% incoerente, mentre a 30°C è al 40% coerente e al 60% incoerente. Perché la configurazione sia energeticamente favorevole (minimum energy state), le molecole di acqua si dispongono all'interno di una regione avente le dimensioni della lunghezza d'onda del campo EM intrappolato, ossia circa 1000 Å (0.1 micron), per cui ogni regione contiene circa 5.5 milioni di molecole che oscillano in fase. Il modello è applicabile a tutti i liquidi, ma la peculiarità dell'acqua è che l'oscillazione coerente dei CDs include un insieme di elettroni quasi-liberi (almost-free) in grado di accettare energia dall'esterno e di trasformarla in eccitazione coerente (vortici) la cui entropia è molto minore dell'entropia dell'energia entrante. Di conseguenza i CDs possono diventare strutture dissipative. Questi elettroni quasi-liberi conferiscono ad un CD dell'acqua proprietà uniche rispetto agli altri liquidi. Esso ha uno spettro di stati eccitati che corrispondono ai vortici degli elettroni quasi-liberi. In presenza di campi esterni (come il campo magnetico terrestre), questi vortici si allineano e si sommano. Dal momento che gli elettroni si muovono in modo coerente, essi non collidono ed hanno una durata di vita molto lunga (dell'ordine di settimane, mesi, anni). Il CD dell'acqua è poi una struttura in grado di trasformare energia ambientale incoerente di basso grado (alta entropia) in energia coerente di alto grado (bassa entropia), che può eccitare reazioni chimiche specifiche. Questa teoria è l'unica che permette la spiegazione delle peculiari proprietà fisico-



chimiche dell'acqua. Emilio Del Giudice ha firmato nel 2011 un lavoro assieme al premio Nobel Louis Montagnier, dando sostegno teorico e plausibilità fisica alle scoperte di quest'ultimo, peraltro discusse in quanto non ancora confermate. Nello studio condotto da Montagnier, pubblicato dal Journal of Physics nel 2011 con il titolo "DNA, Waves and water", si dichiarava come alcune sequenze di DNA possono indurre dei segnali elettromagnetici di bassa frequenza in soluzioni acquose altamente diluite, che poi mantengono "memoria" delle caratteristiche del DNA stesso. Curioso e significativo è il fatto che nel lavoro di Montagnier si utilizza una tecnologia messa a punto e brevettata da Jacques Benveniste: lo strumento usato per individuare il segnale EM comprende un solenoide che cattura la componente magnetica delle onde prodotte dalla soluzione di DNA in una provetta di plastica, che converte i segnali in corrente elettrica, la quale è poi amplificata ed analizzata con un software dedicato. Benveniste è il famoso scienziato che fu "squalificato" dall'ambiente accademico francese ed anglosassone (e persino conferito del sarcastico premio "Ig-Nobel" per aver pubblicato lavori non riproducibili) proprio per la sua prima pubblicazione relativa alla "memoria dell'acqua". Nel 1988 egli parlò per primo di questa teoria, affermando che i segnali elettromagnetici presenti nell'acqua sembrano riconducibili alla presenza o meno di una sua memoria caratteristica. La stretta relazione tra fenomeni quantistici e omeopatia è stata sostenuta anche da Lionel Milgrom e altri autori i quali hanno proposto la teoria dell'"entanglement", al momento da considerarsi molto speculativa, che si basa su un fenomeno tipicamente "non-locale". La teoria della "non-località" si fonda invece su un tipo particolare di interazioni o meglio "correlazioni", previste e dimostrate dalla meccanica quantistica per le particelle sub-microscopiche.

Le entità quantiche si comporterebbero come un tutto correlato anche a distanza, sicché le loro interazioni non-locali trascenderebbero sia lo spazio che il tempo. Si tratta di una comunicazione tra oggetti correlati in cui la misurazione di uno istantaneamente influenza l'altro, perfino quando essi si trovano in condizioni di completo mutuo isolamento ad enorme distanza. Questo principio di correlazione si applicherebbe anche alla relazione tra i tre "protagonisti" della cura: medico-rimedio e paziente.

### 3. Nanoparticelle

È stato suggerito che, nella preparazione del medicinale omeopatico, un ruolo fondamentale nella formazione dei clusters di acqua sia svolto dal silicio rilasciato dal contenitore di vetro utilizzato per la sua preparazione. Nanostrutture di silicio che si formano in questo modo e/o che sono biosintetizzate da specifiche tinture vegetali potrebbero poi acquisire e trasmettere informazioni epitassiali dal materiale di partenza con cui il rimedio è preparato fino alle alte potenze. Ciò potrebbe spiegare anche perché il contenitore di vetro è generalmente preferito a quello di polipropilene nella preparazione del preparato omeopatico. Esistono dati che dimostrano che la nanosilice può auto-assemblare networks di nanostrutture realizzate dallo stampo di materiali organici e conservare memoria di informazioni elettromagnetiche. Potrebbe esistere pertanto una relazione tra questo dato empirico ed il modello secondo il quale le HD mantengono informazioni specifiche del rimedio in soluzione. Inoltre, il globulo omeopatico è disciolto nella bocca del paziente: le nanoparticelle o i nanoclusters di acqua potrebbero essere ricostruiti in fase liquida ed esercitare quindi la propria azione terapeutica in contatto con l'acqua corporea od altre strutture recettoriali. In generale, le nanoparticelle (NP) sono più biodisponibili e più presenti in forma biologicamente attiva rispetto al materiale di partenza. Le NP di dimensioni minori sono denominate "quantum dots" (QD)

e si trovano in un range di dimensioni compreso tra 1 e 10 nm. Esse posseggono proprietà quantistiche dovute alla loro dimensione, per la quale atomi ed elettroni loro associati si dispongono vicini alla superficie della particella. QD e altre NP possono attraversare facilmente le membrane cellulari e la loro piccola dimensione facilita la somministrazione per via orale, olfattiva o dermica grazie al trasporto passivo nelle cellule e nei circoli sanguigno e linfatico, incluso il passaggio della BEE visto in trattamenti oncologici sperimentali. È in studio l'osservazione che nelle HD esistono nanoparticelle che si dispongono in superficie in un mono-strato. Le NP originali concentrate nell'interfaccia aria-liquido della sospensione sono portate più internamente dalle diluizioni successive, fino ad una concentrazione asintotica. Tale disposizione dipende dalla formazione di "air-bubbles" e "nanobubbles" durante le succussioni ed è stabilizzata poi dall'interazione con il lattosio utilizzato nella triturazione preliminare, per mezzo di interazioni non covalenti. Iris Bell sostiene nei suoi lavori l'esistenza di NP nel preparato omeopatico, le quali innescerebbero cambiamenti adattativi in un organismo, supportate da meccanismi endogeni di amplificazione in risposta a stimoli dannosi esogeni tra cui si possono includere le NP stesse. Il rimedio omeopatico sarebbe un insieme eterogeneo di NP (di dimensioni comprese tra 1 e 100 nm, almeno in una dimensione) del materiale di partenza, con o senza la presenza di nanosilice che è rilasciata durante diluizioni o succussioni della soluzione in contenitori in borosilicato. Più laboratori hanno trovato diversi tipi di NP in sostanze omeopatiche ed inoltre vari laboratori hanno identificato anche silicati provenienti dal contenitore in vetro in soluzioni diluite e fortemente agitate. Secondo Iris Bell, le NP dialogano con la biologia dell'organismo con meccanismi dinamici non-lineari, principalmente di natura EM e quantistica, grazie alle loro proprietà EM, quantiche e ottiche. Ogni reagente, contaminante o procedura che modifichi la produzione del nanomateriale può modificare le proprietà chimiche della sua superficie e quindi i suoi effetti biologici ed ogni variazione nella produzione delle NP andrà ad alterare il segnale specifico nell'informazione che una data dose di un rimedio omeopatico può comunicare all'organismo. I rimedi agirebbero, a potenze molto basse, come forme in micro- e nanoscale del materiale di partenza trami-



te interazioni locali ligando-recettore e/o, alle potenze maggiori, attivando in modo dinamico un network adattativo sistemico per mezzo di un meccanismo EM sostenuto dalle NP, o per proprietà ottiche e quantistiche. Gli effetti del medicinale omeopatico potrebbero essere dovuti, in generale, a pattern di proteine seriche, mediatori biologici propri del processo patologico e stato dinamico non-lineare in cui si trova l'organismo nel momento della somministrazione. Inoltre, gli effetti biologici sarebbero alterati anche da piccole differenze in dimensioni, forma e proprietà di superficie delle NP. La preparazione del rimedio omeopatico definiti duecento anni fa potrebbe portare alla produzione di NP con irregolarità in forma, dimensioni e superficie, il che potrebbe costituire un vantaggio, rispetto alle NP più moderne e sferiche, per quanto riguarda la capacità di tale stimolo esogeno di innescare una reazione di adattamento biologico. Infatti queste irregolarità creano una più ampia superficie e aumentano la probabilità che l'organismo riconosca le NP omeopatiche come segnali dannosi estranei. Dall'altro lato, ciò impedisce la loro riproducibilità sperimentale. L'ipotesi delle NP come base dell'azione delle HD si rivela complessivamente interessante, tuttavia ad oggi provata solo per composti metallici e contenenti lattosio.

#### 4. Conclusioni e prospettive

Al momento attuale le conoscenze sulla natura fisico-chimica delle soluzioni altamente diluite aumentano la plausibilità dell'uso di medicinali che dai detrattori sono ancora considerati (erroneamente) come dei meri "placebo". Purtroppo, le prove finora raccolte non permettono una conclusione definitiva a favore di uno o l'altro dei modelli proposti per specifici stati fisici nei rimedi omeopatici HD, capaci di trattenere informazioni farmacologiche. Ognuno dei modelli ad oggi esistenti possiede punti di forza e di debolezza e non è in grado di spiegare ogni singola osservazione sperimentale. In molti esperimenti sono evidenziati alcuni dei fenomeni sopra descritti, ma essi sono difficilmente riproducibili poiché gli esperimenti sono influenzati da minime differenze di tecnica o condizioni. E' auspicabile un futuro sviluppo nella ricerca in questo campo, dove una delle maggiori sfide è costituita dalla riproducibilità delle prove sperimentali. Sarebbe necessario che questi argomenti di studio, così importanti per il progresso dell'omeopatia e della medicina in generale, potessero coinvolgere un maggior numero di laboratori e trovasse maggiore sostegno da parte degli enti finanziatori la ricerca biomedica.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

#### Bibliografia essenziale

- Bell, I.R., Sarter, B., Koithan, M., Banerji, P., Banerji, P., Jain, S., and Ives, J. 2014. Integrative nanomedicine: treating cancer with nanoscale natural products. *Glob. Adv. Health Med* 3(1): 36-53.
- Bell, I.R. and Schwartz, G.E. 2013. Adaptive network nanomedicine: an integrated model for homeopathic medicine. *Front Biosci. (Schol. Ed)* 5: 685-708.
- Bell, I.R. and Schwartz, G.E. 2015. Enhancement of adaptive biological effects by nanotechnology preparation methods in homeopathic medicines. *Homeopathy* 104(2): 123-138.
- Bellavite, P. 2009. La complessità in medicina. Fondamenti di un approccio sistemico e dinamico alla salute, alla malattia e alle terapie integrate. *Tecniche Nuove*, Milano.
- Bellavite, P., Marzotto, M., Oliosio, D., Moratti, E., and Conforti, A. 2014a. High-dilution effects revisited. 1. Physicochemical aspects. *Homeopathy* 103(1): 4-21.
- Bellavite, P., Marzotto, M., Oliosio, D., Moratti, E., and Conforti, A. 2014b. High-dilution effects revisited. 2. Pharmacodynamic mechanisms. *Homeopathy* 103(1): 22-43.
- Bellavite, P., Oliosio, D., Marzotto, M., Moratti, E., and Conforti, A. 2013. A dynamic network model of the similia principle. *Complement Ther. Med* 21(6): 750-761.
- Bellavite, P., Signorini, A., Marzotto, M., Moratti, E., Bonafini, C., and Oliosio, D. 2015. Cell sensitivity, non-linearity and inverse effects. *Homeopathy* 104(2): 139-160.